

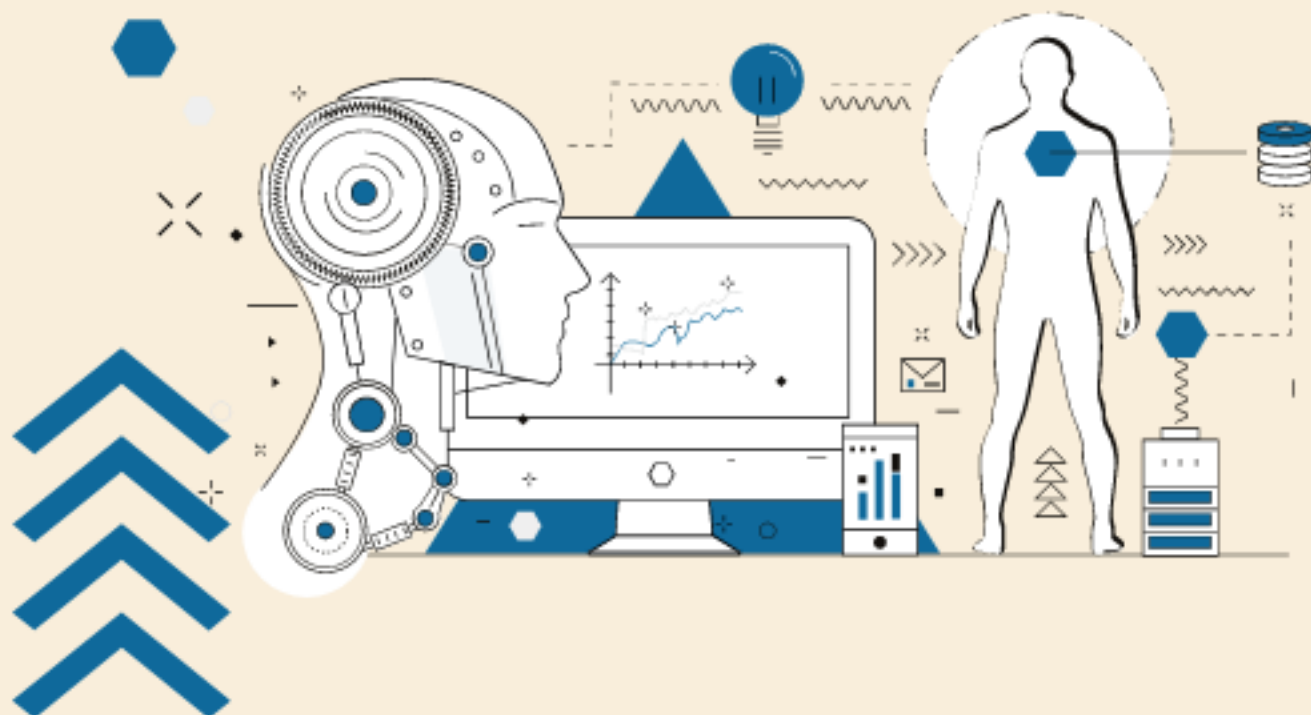


Буковинський державний медичний університет
Кафедра біологічної фізики та медичної інформатики



РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧИХ НАУК ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ ДОСЯГНЕНЬ У МЕДИЦИНІ

DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCES AS A BASIS OF NEW ACHIEVEMENTS IN MEDICINE



Чернівці
22.06.22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

II науково-практичної інтернет-конференції
**РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧИХ НАУК
ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ
ДОСЯГНЕНЬ У МЕДИЦИНІ**



м. Чернівці
22 червня 2022 року

УДК 5-027.1:61(063)

Р 64

Медицина є прикладом інтеграції багатьох наук. Наукові дослідження у сучасній медицині на основі досягнень фізики, хімії, біології, інформатики та інших наук відкривають нові можливості для вивчення процесів, які відбуваються в живих організмах, та вимагають якісних змін у підготовці медиків. Науково-практична інтернет-конференція «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині» покликана змінювати свідомість людей, характер їхньої діяльності та стимулювати зміни у підготовці медичних кадрів. Вміле застосування сучасних природничо-наукових досягнень є запорукою подальшого розвитку медицини як галузі знань.

Конференція присвячена висвітленню нових теоретичних і прикладних результатів у галузі природничих наук та інформаційних технологій, що є важливими для розвитку медицини та стимулювання взаємодії між науковцями природничих та медичних наук.

Голова науково-організаційного комітету

Володимир ФЕДІВ професор, д.фіз.-мат.н., завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Члени науково-організаційного комітету

Тетяна БІРЮКОВА к.тех.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Оксана ГУЦУЛ к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Марія ІВАНЧУК к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Олена ОЛАР к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Почесний гість

Prof. Dr. Anton FOJTIK Факультет біомедичної інженерії, Чеський технічний університет, м.Прага, Чеська республіка

Комп'ютерна верстка:

Марія ІВАНЧУК

Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині: матеріали II науково-практичної інтернет-конференції, м. Чернівці, 22 червня 2022 р. / за ред. В. І. Федіва – Чернівці: БДМУ, 2022. – 489 с.

У збірнику подані матеріали науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині». У статтях та тезах представлені результати теоретичних і експериментальних досліджень.

Матеріали подаються в авторській редакції. Відповідальність за достовірність інформації, правильність фактів, цитат та посилань несуть автори.

Для наукових та науково-педагогічних співробітників, викладачів закладів вищої освіти, аспірантів та студентів.

Рекомендовано до друку Вченою Радою Буковинського державного медичного університету (Протокол №11 від 22.06.2022 р.)

ISBN 978-966-697-983-7

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE
BUKOVINIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY

CONFERENCE PROCEEDINGS

II Scientific and Practical Internet Conference **DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCES AS A BASIS OF NEW ACHIEVEMENTS IN MEDICINE**



Chernivtsi, Ukraine
June 22, 2022

UDC 5-027.1:61(063)

P 64

Medicine is an example of the integration of many sciences. Scientific research in modern medicine, based on the achievements of physics, chemistry, biology, computer science and other sciences, opens new opportunities for studying the processes occurring in living organisms and requires qualitative changes in the training of physicians. Scientific-practical Internet conference "**Development of natural sciences as the basis of the latest achievements in medicine**" aims to change the consciousness of people, the nature of their activity and stimulate changes in the training of medical personnel. The skillful application of modern scientific achievements is the key to the further development of medicine as a field of knowledge.

The conference is dedicated to the coverage of new theoretical and applied results in the field of natural sciences and information technologies, which are important for the development of medicine and stimulating interaction between scientists of natural and medical sciences.

Conference chair

Prof, Dr. **Volodymyr FEDIV** chief of the Department of Biological Physics and Medical Informatics at Bukovinian State Medical University

Scientific Organizing Committee

Ass.prof., PhD **Tetjana BIRUKOVA** Department of Biological Physics and Medical Informatics at Bukovinian State Medical University

Ass.prof., PhD **Oksana GUTSUL** Department of Biological Physics and Medical Informatics at Bukovinian State Medical University

Ass.prof., PhD **Maria IVANCHUK** Department of Biological Physics and Medical Informatics at Bukovinian State Medical University

Ass.prof., PhD **Olena OLAR** Department of Biological Physics and Medical Informatics at Bukovinian State Medical University

Invited lecturer

Prof. Dr. **Anton FOJTIK** Faculty of Biomedical Engineering, Czech Technical University, Prague, Czech Republic;

Development of Natural Sciences as a Basis of New Achievements in Medicine: Conference Proceedings, June, 22, 2022, Chernivtsi, Ukraine/ edited by V.Fediv – Chernivtsi,BSMU, 2022. – 489 p.

The proceeding contains materials of a scientific and practical Internet conference "Development of the natural sciences as the basis of the latest achievements in medicine" which present the results of theoretical and experimental studies.

Papers are submitted by the author editing. The authors are responsible for the accuracy of the information, the correctness of the facts, quotations and references.

For scientific and scientific-pedagogical staff, teachers of higher education institutions, graduate students and students.

Recommended by Scientific Council of Bukovinian State Medical University (Minutes #11, dated 22/06/22)

ISBN 978-966-697-983-7

ЗМІСТ

НОВІТНІ ДОСЯГНЕННЯ У БІОМЕДИЦИНІ ЯК НАСЛІДОК РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧИХ НАУК 11

Andriychuk D.R., Marchuk Yu.F. Methods of diagnosis of helicobacter pylori infection in children at the present stage	11
Bokotey O.O., Bokotey O.V. Advances in optical devices for biomedical applications	16
Fediv V.I. Ion Detection in Biosystems by Quantum Dots (short review).....	17
Gutsul Oksana ¹ , Pfeifer Rene ^{2,3} , Szabo Ondrej ³ , Slobodyan Vsevolod ⁴ Comparison of Radial Distribution of Eddy Currents in Aluminum Disk in the Absence and Presence of the Skin Effect	19
Gutsul Oksana ¹ , Pfeifer Rene ² , Slobodyan Vsevolod ³ Comparison of Electrodeless Studies of Aqueous NaCl Solutions in Cylinder of Different Diameters	24
Ilyashchuk T.O., Mykytyuk O.P., Prsyazhnyuk V.P., Prsyazhniuk I.V. Modern Instrumental Examination Methods in Gastroenterology: From Theory to Practice	29
Popova I.S. Modern possibilities of human skin biorepair	35
Pylypenko O.O. ^{1,2} , Sviatenko L.K. ³ , Okovytyy S.I. ² Hydrolytic decomposition of pyrimidine cycle in 2-hetaryl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazolines. DFT study	36
Shafranyuk V.P. Pendulum Stripes in Crystals and Their Real Structure	39
Uhryn Y., Yavorska O. Methods of parameters measuring of two equivalent electrical circuits of living tissues	40
Антонюк О.П. ¹ , Ушенко О.Г. ² Лазерна поляриметрична діагностика біологічних тканин	48
Бірюкова Т.В. Термографічна діагностика варикозних захворювань	53
Ващенко А.О., Воронкова О.С., Воронкова Ю.С., Шевченко Т.М. Чутливість до лікувальних препаратів бактеріофагів штамів стафілококів, що виділені з носоглотки.....	55
Власова О.В. Цитогенетичний статус новонароджених хворих на неонатальний сепсис.....	56
Грищенко В.Г., Суховірська Л.П. Особливості клінічної, лабораторної та інструментальної діагностики вірусу SARS-CoV-2.....	59
Зайцев В.І., Ілюк І.І., Кушнір С.В., Марчук О.А. Сучасні методи виявлення раку передміхурової залози.....	60
Зайцева О.В., Лукомський Д.В., Чайка О.М., Чалий К.О., Чалий О.В. Явище ослаблення світла в розчинах як фізична основа методу пульсоксиметрії.....	63
Іващук С.І., Соколенко М.О., Мишковський Ю.М. Спосіб профілактики загострення хронічного панкреатиту.....	70
Кметь О.Г. Фармакологічна модуляція ГАМК-рецепторів головного мозку щурів карбацетамом при експериментальній нейродегенерації.....	71
Кметь Т.І., Тимкул Д.М. Особливості впливу двобічної каротидної ішемії-реперфузії на щільність нервових клітин кори лобової частки півкуль головного мозку в самців-щурів із цукровим діабетом	73
Кричка Н.В., Янішен І.В. Значимість функціональних проб при ортопедичному лікуванні хворих з повною відсутністю зубів.....	75
Кузик О.В., Даньків О.О., Столярчук І.Д., Кіт І.І., Гуняк М.І. Деформаційні ефекти в квантових точках при їх біомедичних застосуваннях.....	78
Олар О.І. Новітні напрямки і перспективи використання ультразвуку у медицині	83
Остафійчук Д.І., Бойку А.В. Рентгенівська комп'ютерна томографія	88
Остафійчук Д.І., Денежко О.В., Мойсей Л.В. Ультразвукові методи дослідження в медицині.....	96
Пентелейчук Н.П., Малик Ю.Ю., Семенюк Т.О. Світлооптичні та поляризаційні властивості сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця людини в нормі.....	106
Пентелейчук Н.П., Семенюк Т.О., Малик Ю.Ю. Морфологічні особливості тривимірної будови клапанного апарата серця плодів людини	110
Ризничук М.О. ¹ , Большова О.В. ² , Кваченюк Д.А. ² Ідіопатична низькорослість у дітей: особливості обміну вітаміну d залежно від поліморфізму гена <i>VDR</i> рецептора вітаміну D	115
Ризничук М.О. ¹ , Соломатін В.О. ² Клінічні особливості перебігу синдрому Прадера-Віллі у дітей	116
Ризничук М.О. ¹ , Урбан О.П. ² Патологія шлунково-кишкового тракту в дітей із синдром Шерешевського-Тернера	120
Ризничук М.О. ¹ , Христенко К.В. ² Особливості цукрового діабету типу 2 у підлітків.....	121
Самойленко О.С., Остафійчук Д.І. Енергоінформаційна медицина	123

Сидорчук І.Й., Бліндер О.О., Сидорчук Л.І., Міхеєв А.О., Бендас В.В. Мікробіом вульвовагінального вмісту у жінок дітородного віку із неплідністю першого типу	128
Слипанюк О.В. ¹ , Микитюк О.Ю. ² Важливість фізичних методів дослідження для вивчення біології та фізіології людини.....	133
Ткачук І.Г. Електричні властивості фоточутливих гетероструктур <i>n-SnS₂/p-InSe</i> . Використання в медичних приладах діагностики	135
Ткачук І.Г. Екситонна фотопровідність гетероструктур на основі селену галію і селену індію	147
Троян В.І., Заяць М.М. Вплив мутацій коронавірусу на розвиток постковідного синдрому.....	151
Ференчук Є.О. Перспективи та роль біохімії у розвитку біомедицини	153
Шафранюк В.П. Термоелектричне охолодження анодів рентгенівських (полуюєвих) трубок.....	157
ВПЛИВ ТЕХНОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ	158
Davydova N.V., Salekhi D.D. Influence of Constant Lighting on Free Radical Oxidation of Biomolecules in Rats Exposed to Ethanol Intoxication.....	158
Karucheru Oksana Radioactivity impact on human body.....	162
Muskan Lohchab , Vlasova K.V. Impact Of Automobiles And Vehicles On Human Health.....	164
Власова О.В. Аналіз частоти уроджених вад розвитку в районах Чернівецької області залежно від впливу ксенобіотиків.....	166
Куліш М.Р. ¹ , Малиш М.І. ² Вплив інфрачервоного лазерного випромінювання на організм людини під час космічного зв'язку	168
Олар О.І. Нанотехнології: ризики для здоров'я людини та довкілля	172
Сорокман Т.В. Вплив малих доз іонізуючого випромінювання на стан здоров'я підлітків.....	178
Сорокман Т.В. Поширеність пасивного куріння у студентському середовищі	179
Тимчук К.Ю., Волошин В.Л. Забруднення ґрунтів як негативний техногенний чинник на здоров'я людини ...	182
Яворовський О.П., Чалий К.О. Фізичні засади спірометричної діагностики персоналу під впливом техногенних чинників.....	184
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ У МЕДИЦИНІ	186
Marchuk Yu.F., Andriyчук D.R., Marchuk O.F., Marchuk F.D. Some biophysical methods for the assessment of bile homeostasis by chronic cholecystitis and diabetes mellitus type 2	186
Shevtsova O.N. A mathematical model of transport kinetics of ^{99m} Tc radiotracers. an intravenous administration....	195
Власова О.В. Діагностичні шкали як спосіб оцінки поліорганної недостатності при неонатальному сепсисі ...	200
Іванчук М.А. Парадокс Сімпсона при статистичному аналізі результатів медичних досліджень.....	203
Іванчук П.Р., Ташук В.К., Гуменюк А.Л. Турбулентність серцевого ритму, як маркер ризику настання небажаних серцевих подій у пацієнтів із коронарними і некоронарними захворюваннями серця.....	208
Крячкова Л.В., Коробко М.Ю., Сімон К.І., Кротова Л.О. Доцільність застосування логістичного регресійного аналізу у медико-біологічних дослідженнях	216
Малик Ю.Ю., Пентелейчук Н.П., Семенов Т.О. Метод тривимірної реконструкції при морфологічному дослідженні несправжніх сухожилкових струн лівого шлуночка серця людини	218
Нагірняк В.М. Зменшення візуалізаційного шуму на 2-D радіологічних знімках за допомогою MATLAB.....	222
Тимочко Б.М., Федів В.І., Кметь О.Г., Кульчинський В.В. Інтегральна модель процесу збудженню нервової клітини.....	225
Цигикало О.В., Андрущак Л.А. Математична модель замикальних пристроїв перехідних сегментів деяких трубчастих органів людини.....	230
Юрценюк О.С. Коефіцієнти множинної лінійної регресії впливу соціальних факторів на число симптомів психічних розладів у студентів	232
МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ.....	234
Влад Г.І. Персональне навчальне середовище сучасного викладача в умовах дистанційного навчання	234
Добровольська А.М. Формування готовності майбутніх лікарів до застосування цифрових технологій у професійній діяльності	235

Дудко Ю.С., Суховірська Л.П. Медична інформатика: минуле, сьогодення, майбутнє.....	236
Іванчук М.А. Можливості використання чат-ботів в системі охорони здоров'я в умовах військового часу.....	237
Іванчук П.Р.,Ташук В.К.,Ташук М.В. Застосування комп'ютерного аналізу електрокардіограми для прогнозування розвитку ішемічних та аритмічних подій.....	242
Константинова А.С. Застосування ІТ-технологій у стоматологічній практиці.....	248
Махрова Є.Г. Застосування Neural Networks та технологій Deep Learning у медицині.....	250
Мельник О.М., Заріцька О.О. Мобільні додатки як інструмент швидкого реагування на стани, що потребують невідкладної медичної допомоги.....	252
Мельник В.В. ¹ , Кривецький В.В. ² , Проняєв Д.В. ² Перспективи застосування штучного інтелекту в охороні здоров'я та медичній освіті.....	255
Остафійчук Д.І., Бірюкова Т.В. Алгоритми в навчальному процесі та їх застосування в медичних ЗВО.....	257
Проняєв Д.В. ¹ , Мельник В.В. ² , Кривецький В.В. ¹ Впровадження комп'ютерних технологій у охорону здоров'я.....	264
Саєнко М.С. Використання інформаційних технологій у медицині та галузі охорони здоров'я.....	266
Саєнко М.С. Штучний інтелект: сутність, сучасний стан розвитку та можливості його застосування у медицині.....	270
Ташук В.К., Іванчук П.Р., Ташук М.В. «Дигіталізація» в кардіології –роль ЕКГ маркерів у диференційній діагностиці серцевої патології.....	275
ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ ПРИРОДНИЧИХ НАУК.....	284
Filipets N.D., Filipets O.O. Founders of scientific medical schools in Chernivtsi: Ivanov Yuriy Ivanovych.....	284
Зайцев В.І., Федорук О.С., Ілюк І.І., Владиченко К.А., Степан В.Т., Візнюк В.В., Широкий В.С. Пеніцилін та троянда – історія зорі антибіотиків.....	286
Дідух В.Д., Рудяк Ю.А., Багрій-Заяць О.А., Паласюк Б.М., Горкуненко А.Б., Майхрук З.В. Історія радіаційної медицини.....	289
Махрова Є.Г. Фармацевтична освіта, зародження, сучасність та перспективи розвитку в Україні.....	294
Махрова Є.Г. Сучасний розвиток інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (ІСПР) в медичних галузях.....	299
Олар О.І. Становлення фотобіології через наукові відкриття в галузі природничих наук.....	305
Семенова Л.С., Романюта І.А. Історія біостатистики, внесок вітчизняних вчених в її розвиток.....	312
Чалий О.В. Класифікація Річарда Фейнмана та перші принципи вивчення природних явищ.....	313
Шафранюк В.П. Історичні наукові здобутки українських вчених-фізиків як засіб формування почуття національної гідності.....	315
Шинкура Л.М., Шинкура В.М. Вклад М.М.Амосова в розвиток вітчизняної біокібернетики та необхідність використання методів історизму в навчальному процесі.....	317
НОВІТНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (В Т.Ч. ДИСТАНЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ) У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ МЕДИЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ФАХІВЦІВ .	322
Bulyk R.Ye., Vlasova K.V., Obradovych A.S. Gamification in Practical Classes for the Purpose of the Actualization of Students' Basic Knowledge.....	322
Davydova N.V. Features of Distance Learning of Bioorganic and Biological Chemistry in Higher Medical Educational Establishments.....	323
Fediv V.I., Olar O.I., Ivanchuk M.A., Biriukova T.V. The importance of mathematical education for future doctors .	326
Filipets N.D., Filipets O.O., Kmet O.G. Motivative aspects of teaching pharmacotherapy in the training of specialists in the laboratory diagnostics educational program.....	330
Garas M.N. Training of students-foreigners for licensing integrated exam «Krok 2. medicine» using information and communication technologies.....	333
Garas M.N. Experience of Immunoprophylaxis Elective Course Implementation for Senior Medical Students During Covid-19 Pandemic.....	334
Garas M.N. Problem-Based Learning as an Educational Technology in the Training of Health Professionals.....	335
Ivanchuk M.A., Biryukova T.V. Overview of Video Creation Software for Application in the Educational Process...	337

Lukan Y.R. 3D Graphics as One of the Latest Technologies for Effective Training of Competitive Medical Specialists.....	343
Mykytyuk O.P. ¹ Mykytyuk O.Yu. ¹ , Slypaniuk O.V. ² Cheating as a Type of Academic Dishonesty When Studying in Medical University: Reasons, Manifestation, Prevention.....	345
Obradovych A.S. Using the Quizlet learning platform for students' knowledge systematization	350
Yuzkova V.D. Utilization of Virtual Online Simulations in Remote Teaching of Medicinal Chemistry Course for Foreign Students.....	351
Баєва О.В. Впровадження освітньо-комунікаційних технологій за умов карантинних обмежень, викликаних пандемією COVID-19.....	353
Безрук В.В. Міждисциплінарна інтеграція як складова підготовки студентів-медиків на додипломному етапі навчання	354
Бенца Т.М. Інтерактивний метод навчання у підготовці лікарів-інтернів терапевтів	358
Бичко М.В. Особливості формування професійних компетентностей майбутніх сімейних лікарів засобами дистанційних технологій в умовах війни.....	359
Булик Р.Є., Йосипенко В.Р., Лукань Ю.Р. Можливості використання QR-коду при викладанні медичної біології.....	364
Влад Г.І. Вимушене дистанційне навчання у медичних закладах вищої освіти	367
Галушко К.С. Застосування сучасних технологій в навчанні майбутніх медичних працівників.....	369
Гарвасюк О.В. Технологія візуалізації при викладанні предмету «Патоморфологія» в умовах дистанційного навчання	375
Горбатюк І.Б. Використання Google форми, як інструменту контролю знань студентів в умовах дистанційного навчання	378
Єрофєєва Д.О., Єгоренков А.І., Пащенко В.В. Розробка навчально-методичного кейсу для міждисциплінарного вивчення теми “Крило метелика як об’єкт дослідження біоніки та тема для аналізу феномену структурно-функціонального зв’язку у живих системах”	380
Горошко О.М., Захарчук О.І., Матушак М.Р., Ежнед М.А., Сахацька І.М., Костишин Л.В., Драчук В.М. Інформаційні технології в сучасній освіті	382
Єжель М.І., Єгоренков А.І. Вивчення питань термостазу та терморегуляції в організмі людини (біофізичні та нейрофізіологічні аспекти) для розкриття теми медичної термографії.....	387
Зайцева О.В., Лукомський Д.В., Чайка О.М., Чалий О.В. Сучасні проблеми біофізики в контексті досягнень нобелівських лауреатів в галузі медицини та фізики	389
Гриценко Н.Л. Методичні засади побудови структурно-функціональної моделі підготовки майбутніх лікарів з використанням фізико-технічних відкриттів	391
Іванчук М.А., Кульчинський В.В. Комплексний підхід до викладання медичної інформатики студентам медичних факультетів.....	400
Кривчанська М.І., Булик Р.Є. Дистанційне навчання під час війни – емоційна складова комунікації	401
Кушнір О.Ю. Впровадження академічної доброчесності в освітній процес закладу вищої освіти	402
Лісецька І.С., Шовкова Н.І. Досвід використання дистанційних технологій для проведення виробничої лікарської практики на V курсі з дитячої стоматології.....	405
Мазуренко Ю.С., Остапович Н.В., Мойсеєнко М.І. Розробка та використання навчальних відеоматеріалів з медичної та біологічної фізики для дистанційного навчання.....	406
Макаренко В.І. ¹ , Макаренко К.С. ² , Макаренко О.В. ¹ , Сілкова О.В. ¹ Використання ігрових технологій у процесі підготовки майбутніх лікарів.....	408
Марголич І.Ф., Чалий О.В. Значення статистичної обробки результатів і математичного моделювання в процесі навчання майбутніх лікарів.....	410
Марголич І.Ф., Чалий О.В. Інтеграція сучасних досягнень природничих наук у процесі підготовки студентів - медиків як запорука розвитку медичних знань	412
Махрова Є.Г Використання інформаційних безпаперових технологій у фармацевтичній галузі та їх впровадження у навчальний процес для студентів закладів вищої освіти України фармацевтичних спеціальностей.....	414
Микитюк О.П., Ілашук Т.О. Новітні освітні технології дистанційного навчання при вивченні клінічних дисциплін: реалії і перспективи	418

Новікова І.М. Розв'язування задач з медичної і біологічної фізики на засадах педагогічної технології.....	426
Олар О.І. Міжпредметна інтеграція – засіб професійного зростання викладача і підвищення ефективності освіти в рамках компетентнісного підходу.....	431
Олар О.І. Щодо проблем формування компетентностей здобувачів освіти.....	432
Остафійчук Д.І., Бірюкова Т.В. Організаційна структура практичного заняття в медичних закладах вищої освіти на підготовчому етапі.....	433
Остафійчук Д.І., Бірюкова Т.В. Відбір змісту та структурування навчального матеріалу в медичних ЗВО.....	436
Пилипенко О.О., Суховірська Л.П. Дослідження поверхневої активності речовин на заняттях медичної хімії та фізики.....	440
Полянська О.С., Ташук В.К., Гречко С.І. Використання іноваційних технологій на післядипломному етапі навчання.....	441
Ризничук М.О. ¹ , Пішак В.П. ² Використання методики "мозкового штурму" у розвитку творчого мислення студентів медичних спеціальностей.....	443
Семенова Л.С. Новітні освітні технології для покращення морального виховання студентів-медиків.....	446
Семенюк Т.О., Малик Ю.Ю., Пентелейчук Н.П. Новітні освітні технології при опануванні дисципліни «гістологія, цитологія та ембріологія» у Буковинському Державному Медичному Університеті.....	450
Сілкова О.В. Особливості викладання теоретичних дисциплін здобувачам вищої медичної освіти в умовах військового стану в Україні.....	454
Федів В.І., Микитюк О.Ю., Олар О.І., Бірюкова Т.В. Окремі аспекти виховної роботи зі студентами під час дистанційного навчання.....	458
Федів В.І., Микитюк О.Ю. Математичне моделювання епідемій на заняттях з медичної і біологічної фізики..	460
Федорук О.С., Зайцев В.І., Ілюк І.І., Владиченко К.А., Степан В.Т., Візнюк В.В., Широкий В.С., Катеринюк Т.М. Новітні освітні технології навчання з урології.....	466
Чалий К.О., Кривенко І.П., Любчик О.К., Чалий О.В. Побудова варіативного компоненту освітньої програми з інформаційних технологій для спеціальності "медичина".....	468
Шевченко Т.М., Щербиніна М.Б., Воронкова О.С. Дистанційні технології для післядипломної освіти медиків.....	470
Шинкура В.М., Шинкура Л.М. Підготовка студентів коледжу до ДПА (ЗНО) з математики: особливості та поради.....	474
Яремій І.М. Використання сучасних педагогічних технологій при викладанні біологічної хімії студентам фармацевтичного факультету БДМУ.....	479
Ясінська О.В. Використання візуалізації циклічних фізіологічних процесів під час викладання фізіології людини.....	481
Автори.....	488

НОВІТНІ ДОСЯГНЕННЯ У БІОМЕДИЦИНІ ЯК НАСЛІДОК РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

UDC: 616.33-002.2-008.87:579.841.5]-07-053.2

Andriychuk D.R., Marchuk Yu.F.

Methods of diagnosis of helicobacter pylori infection in children at the present stage

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

andreychuk.denis@gmail.com

Abstract. Comparative evaluation of the results of different methods of infection *H. pylori* is shown. The study involved 120 patients from 7 to 18 years of pathology of the upper gastrointestinal tract. Fibrogastroduodenoscopy was conducted with fence biopsies from the body, antrum and duodenum bulb. Verification of *H. pylori* was performed by the following methods: express methods (industrial sets «CLO-test» the company «Delta» (Australia), «De-Nol-test» firm «Yamanouchi» (Japan)) and laboratory tests («Campy-test» (Russia), «Helikotest» (Russia) and rapid urease test (Russia)), histological investigation, PCR detection ureC, CagA, VacA gene pathogenicity islands microorganism, biological, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of specific immunoglobulin classes M, A and G to CagA *H. pylori* antigen in serum. There was established that all express tests have a high sensitivity and specificity. To improve the accuracy of diagnosis helicobacter infection it is recommended to use at least two, and preferably three, research methods, preferably a combination of express urease test or «De-Nol-test» with histological methods (biopsy of the antrum of the stomach) or PCR (gene detection ureC, CagA and VacA). «Helic test» is recommended as an exact noninvasive method for assessing the effectiveness of eradication therapy, especially by children.

Key words: children, diagnostics, *Helicobacter pylori*.

Introduction. *Helicobacter pylori* infection is one of the most serious problems of gastroenterology due to the fact that the prevalence of infection with *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) is progressively increasing, the disease is often detected in young working age and this microorganism is recognized like cancer gene of first order [1]. Thus, the development of algorithms for early and exact diagnostics of *Helicobacter pylori* infection will improve quality of treatment these patients. In addition, more attention is paid to the problem of re-infection, and therefore the necessity clarification

of terms of control tests for *H. pylori* for differentiation reinfection and failure of eradication therapy [3].

During numerous comparative studies found that the results of different methods are not always identical, so to avoid getting a false-negative or false-positive results, more exact diagnostics of the presence of infection must use at least two methods and the result is considered positive or negative in the case of coincidence indices of both methods of investigation [2]. Some authors even recommend the use of three methods in order to talk about absence of infection [4,6].

A comparative analysis of the effectiveness of different methods for diagnostics of *H. pylori* in adult patients with *H. pylori*-associated diseases [1], it was found that according to the rapid urease and breath test and *H. pylori* was detected in 100% of patients, histological examination determined 70%, by polymerase chain reaction (PCR) – 70% of patients. We found that the results of bacteriological methods in 25 % of cases were negative with the positive results of other methods of investigation, due to the complexity of culturing *H. pylori*, therefore, only the data bacteriological method is not recommended to navigate to avoid false negative results [6].

Main aim of the research – to compare different methods of diagnostic of *Helicobacter pylori* in children.

Material and methods. We performed a comparative evaluation of the results of different methods of infection *H. pylori* with further development of optimization algorithm diagnosis of pyloric *Helicobacter* infection.

There were examined 120 patients from 7 to 18 years of pathology of the upper gastrointestinal tract (37% of patients with peptic ulcer disease, 63% – with chronic gastroduodenitis). The study involved the observance of the concept of informed consent on the basis of ethical principles in relation to children who are the subject of research (World Medical Association Declaration of Helsinki 1964, 2000, 2008).

Patients underwent fibrogastroduodenoscopy with biopsy from the body and antrum and duodenal bulb (Sydney-Houston System, 1996). Verification of *H. pylori* was performed by the following methods: express methods (industrial sets «CLO-test» the company «Delta» (Australia), «De-Nol-test» firm «Yamanouchi» (Japan)) and laboratory tests («Campy-test» (Russia), «Helikotest» (Russia) and express urease test (Russia)), histological investigation, PCR with detection ureC, CagA, VacA gene pathogenicity islands microorganism, bacteriological, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of specific immunoglobulin classes M, A and G to CagA *H. pylori* antigen in serum by conventional method using diagnostic test-system «HelioBest-antibodies» (series D-3752) and a set of reagents company «BEST Vector» (Novosibirsk,

Russia). Results evaluated with a spectrophotometer by measuring the optical density at a wavelength of 450 nm.

Results. By comparison of the results, it was found that the maximum number of positive results was determined using the express urease test, the minimum amount – when seeding biopsies (Fig.1).

In addition, correlation analysis on match performance of different methods of diagnostics, according to which established a correlation between the results of the urease test and PCR (gene ureC) ($r=0,67$, $p<0,01$), urease test and histological examination (H. pylori in the stomach) ($r=0,59$, $p<0,05$), helic-test and histological examination (H. pylori in the stomach) ($r=0,70$, $p<0,01$). On this basis, it can be argued that the use of combinations of these methods will be the most informative for the diagnostics of infection.

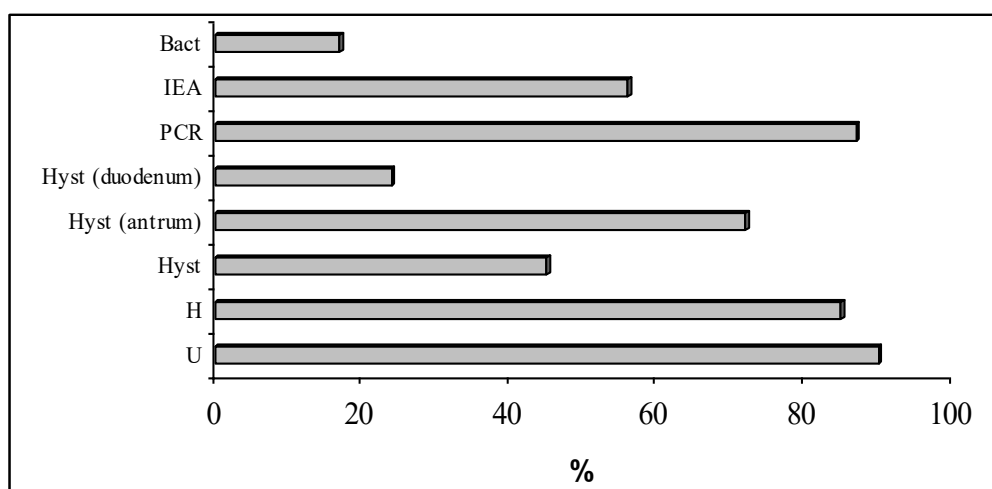


Fig. 1. Comparative description of the results of various diagnostic methods H. pylori (U – urease test, H – helic-test, Hyst – histology, PCR – polymerase chain reaction ureC, IEA – ELISA, Bact – bacteriological study). The vertical axis – research methods, X-axis – the number of positive results, %.

Express-diagnostics of pyloric *Helicobacter pylori* based on the properties of H. pylori in large numbers (compared to other microorganisms) secrete urease that breaks down urea, which is part of a diagnostic test for carbon dioxide and ammonia. As a result, the pH shifted to the alkaline side and recorded by changing the color of diagnosticum. Exposure time of biopsy transfer in environment is different. Thus, by performance «CLO-test» and «Campy-test» results obtained after 24 hours, conducting «Helicotest» allowed to conclude that the presence of H. pylori for 2 hours. The most

«express» tests were «De-Nol-test» and urease quick test, in which the outcome was assessed for 5-20 min. All express tests had different sensitivity and specificity (Table 1).

Table 1

Comparative characteristics of express-methods for diagnostic H. pylori

Express-tests	Sensitivity	Specificity
CLO-test	95,1%	100%
Campy-tesy	92,1%	94,7%
Helico-test	96,3%	100%
De-Nol-test	96,8%	100%
Urease test	96,5%	100%

Rate of change of color express diagnosticums depend on the degree of sowing mucosa by microorganisms, confirmed following histological investigation. The most expressed, this pattern was observed during the De-Nol test and urease test. With a high degree sowing mucosa of pyloric bacteria changing color of these diagnostics do not exceed 5 minutes if the color change occurred within 5-15 minutes, the degree of sowing was mainly middle and low level at sowing came the reaction after 15-30 minutes. If the response time of the test exceeded 30 minutes, the result was considered doubtful [2].

Genotyping of H. pylori in individuals studied by PCR performed with primers specific for locus of genes responsible for the synthesis of CagA and VacA. The results of the study are presented in Table 2.

Table 2

Results of genotyping of Helicobacter pylori

Strain of Helicobacter pylori									
H. pylori (tox+), n=86								H. pylori (tox -), n=34	
CagA+VacA+		CagA+VacA-		CagA-VacA+		Total		CagA-VacA-	
Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%
46	53,4	24	27,9	16	18,6	86	71,7	34	28,3

The gravity of all strains with the presence of gene toxicity (tox +) is 71,7% of all strains of H. pylori. Spectrum of gene toxicity pylori was distributed as follows: CagA (+) identified in 70

persons (81,3%), VacA (+) – 62 children (72,1%). Thus among strains of *H. pylori* detected heterogeneity with natural increase biochemical activity of bacteria in the presence of these gene CagA.

When comparing the results of cytosopic investigation smears-matrix and DNA typing of genes toxicity *H. pylori* found that the smears-matrix helicobacter-like microflora in mucosa of antrum was found in 86 of 120 persons with helicobacter infection, diagnosed by PCR, therefore sensitivity amounted to 71,7%. Helicobacter microflora in the mucosa of stomach body was detected in 49 (40,8%) patients, whereas in 34 duodenal biopsies of examined children, only 11 (32,3%) found *H. pylori* (Table 3).

Table 3

Frequent of revealing Helicobacter microflora by cytosopic method and polymerase chain reaction

Biopsy sampling location	Cytoscopic method, (%)	Polymerase chain reaction method, (%)
Antrum, n=120	71,7*	100
Body of the stomach, n=120	40,8*	100
Duodenum, n=34	32,3*	100

Mark. * – difference is reliable ($p < 0,01$).

Thus, most often *H. pylori* is detected in the antrum (71,7%), the least – in duodenal bulb (32,3%). The difference between the frequencies of detection *H. pylori* in different parts of the gastroduodenal region is reliable ($n=120, p < 0,01$).

All express tests have a fairly high level of sensitivity and specificity. For express diagnostics for the presence of *Helicobacter pylori* bacteria can use any of these, however, the advantage, in our opinion, should be given to «De-nol test» or urease test, which allows not only to carry out a qualitative response, but also to assess the degree of sowing mucous membrane of these bacteria [4].

However, we performed express-tests is quite informative, but they are qualitative reactions, recording only the waste products of *H. pylori*. Positive results were obtained in the course of urease and helic-test with negative results obtained by histological methods or PCR, can not explain false-positive results, and the fact that during the urease test and helic-test determined the waste products of *H. pylori*, rather than the microorganism that can not get into the biopsies studied using histological methods or PCR [3].

Conclusions. To improve the accuracy of diagnosis helicobacter pylori infection it is recommended to use at least two, and preferably three research methods, preferably a combination of express urease test or «De-nol-test» with histological methods (biopsy of the antrum of the stomach) or PCR (gene detection ureC, CagA and VacA). For express-diagnostics for the presence of Helicobacter pylori bacteria it can be used any of them. «Helic-test» is recommended as an exact noninvasive method for assessing the effectiveness of eradication therapy, especially by children.

References

1. Best LM, Takwoingi Y, Siddique S, Selladurai A, Gandhi A, Low B, Yaghoobi M, Gurusamy KS. Non-invasive diagnostic tests for Helicobacter pylori infection. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018 Mar 15;3:CD012080.
2. Kalach N, Bontems P, Raymond J. Helicobacter pylori infection in children. *Helicobacter.* 2017 Sep;22 Suppl 1: 278-292.
3. Moran-Lev H, Lubetzky R, Mandel D, Yerushalmy-Feler A, Cohen S. Inverse Correlation between Helicobacter pylori Colonization and Pediatric Overweight: A Preliminary Study. *Child Obes.* 2017 Aug;13(4):267-271.
4. Sabbagh P, Javanian M, Koppolu V, Vasigala VR, Ebrahimpour S. Helicobacter pylori infection in children: an overview of diagnostic methods. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 2019 Jun;38(6):1035-1045.
5. Seo JH, Park JS, Rhee KH, Youn HS. Limitations of urease test in diagnosis of pediatric Helicobacter pylori infection. *World J Clin Pediatr.* 2015 Nov 8;4(4):143-7.
6. Sustmann A, Okuda M, Koletzko S. Helicobacter pylori in children. *Helicobacter.* 2016 Sep;21 Suppl 1:49-54.

Bokotey O.O., Bokotey O.V.

Advances in optical devices for biomedical applications

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

bokotey@meta.ua

The recent advances in optical devices have opened up new opportunities for sensing and biomedical imaging techniques. It is interesting to note that the main advantage of optical devices is to obtain more detailed information about the subject of the study. This paper introduces potential applications of optical parameters of α -Hg₃S₂Br₂ in the creation of optical transducers for medical devices, demonstrates proof of principle, discusses potential clinical applications. α -Hg₃S₂Br₂ polymorph is a potential nanomaterial for design of optical transducers, multifunctional elements and imaging system operating in optical spectra. Nanomaterials based on α -Hg₃S₂Br₂ crystals have tremendous potential in addressing the two major issues faced by our society: the searching for new energy sources and improving healthcare. These crystals can be efficiently used for enhancement of the optical processes in biomolecules by nanostructured surfaces on their basis. Obtained data suggest

that the optical properties of the titled crystals should be taken into account in the studies concerning optical diagnostic methods in medicine [1-4]. At the same time due to the transparency of corderoite family compounds in the wide region of the visible and IR-range (from 0.3 to 40 μm) creates new opportunities for materials design. They have a great potential for wide range of possible application in optical devices: elements for dynamic holography, recording and information storage, modulators, deflectors and other devices based on the phenomenon of the interaction of light beams. These data give us fundamental information and experiences for further studies.

References:

1. Bokotey O. V. Investigation of gyrotropic properties for $\text{Hg}_3\text{X}_2\text{Cl}_2$ (X=Se, Te) crystals. J. Alloy. Compd., 2016. 678, P. 444-447.
2. Bokotey O.V. Theoretical calculations of refractive properties for $\text{Hg}_3\text{Te}_2\text{Cl}_2$ crystals. Nanoscale Res. Lett., 2016. 11:251.
3. Murthy Shashi K. Nanoparticles in modern medicine. Int. J Nanomedicine. 2007. 2(2). P. 129-141.
4. Matea C., Mocan T. et al. Quantum dots in imaging, drug delivery and sensor application. Int. J Nanomedicine. 2017. 12. P. 5421-5431.

Fediv V.I.

Ion Detection in Biosystems by Quantum Dots (short review)

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

vfediv@ukr.net

Ions are smallest units for detection in biosystems. Accurate measuring of pH and local ion concentration is of great significance for various biomedical research areas. Moreover, some heavy metal ions, such as Pb^{2+} , Hg^{2+} , and Cd^{2+} can cause irreversible harm to the living organisms due to their nondegradable nature even at low concentrations levels, while in small quantities, certain heavy metals (e.g., Fe, Cu, Mn, and Zn) have functional roles which are essential for various diverse physiological and biochemical activities in the body [1].

In this work, we summarize the achievements and discuss perspectives of ion detection methods by quantum dots. QDs possess unique chemical properties and excellent optical properties, including extended fluorescence lifetime, size- and composition-tunable light emission, high quantum yield, high photostability, emission of multiple fluorescence colors, confined emission spectra, and broad excitation spectra. That makes them become the ideal fluorescent labels for fluorescence-based biosensing.

The changes induced by the direct interaction between the metal ions and the QD's surface, unmodified or functionalized with a given ligand, have allowed the sensitive detection of metal ions.

One of the most popular mechanisms used for detection of analyte is quenching mechanisms of fluorescent QDs. It is caused by inner-filter effects, nonradiative recombination pathways, and electron transfer processes. The observation of fluorescence enhancement is less frequent, and in these cases the mechanism ascribed for the observed increase in quantum yield is the passivation of trap states or defects on the surface of the QDs [2-4].

In the beginning, QD are used as a passive fluorescent labels that replaces traditional organic fluorophores in many conventional assays. Then found out some kind of energy flow can happen between the components of the system that emphasized that QD are used as “smart” or active QD probe. The principle is based on the fact that the charge/energy transfer at the nanoscale can be altered, set up, or disrupted by small perturbations at the surface of the QDs. The modulation of the charge/energy transfer process efficiency provides an analytical signal [1,5].

The fluctuation of the fluorescence signal intensity caused by external factors is one of main drawback of the systems. Unlike those one-signal sensors, the ratiometric sensors compare fluorescence intensities at two different wavelengths before and after analyte recognition and use the ratio of the two fluorescence intensities to quantitatively detect the analyte. Thus, they can significantly eliminate the external effects, such as instrumental drift and sensor concentration, by self-calibration of two different emission bands. These systems are therefore more precise and preferable as they avoid errors in the detection [2].

Functional biomolecules with high affinity and high specificity include proteins, enzymes, nucleic acids, aptamers, DNazymes are used as biorecognition element for the interaction with the target that result in the analysis of metal ions [1]

References

1. M. Vázquez-González, C. Carrillo-Carrionb “Analytical strategies based on quantum dots for heavy metal ions detection”, *J. of Biomedical Optics* 19, no.10 (2014): 101503.
2. P. Wu, T. Zhao, S. Wanga, X. Hou “Semiconductor quantum dots-based metal ion probes”, *Nanoscale* 6, (2014): 43.
3. H. Yin, A. Truskewycz, I.S. Cole “Quantum dot (QD)-based probes for multiplexed determination of heavy metal ions”, *Microchimica Acta* 187 (2020): 336.
4. [S. Ghosh](#), [Y. Chen](#), [A. George](#), [M. Dutta](#), [M.A. Stroschio](#) “Fluorescence resonant energy transfer-based quantum dot sensor for the detection of calcium ion”, [Front Chem.](#), 8 (2020) : 594.
5. Q.Ma, X.Su “Recent advances and applications in QDs-based sensors”, *Analyst*, 136 (2011): 4883.

UDC 621.3

Gutsul Oksana ¹, Pfeifer Rene ^{2,3}, Szabo Ondrej³, Slobodyan Vsevolod ⁴

Comparison of Radial Distribution of Eddy Currents in Aluminum Disk in the Absence and Presence of the Skin Effect

¹*Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine*

²*Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University, Prague, Czech Republic*

³*Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic*

⁴*Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine*

gutsul@bsmu.edu.ua

Abstract. This paper study aluminum disks with different radius and two fixed values of disk thickness: in the first case the thickness of the disk (h) is less than the thickness of the skin layer ($h_{sk.l.}$), and in the second case, the thickness of the disk is greater than the thickness of the skin layer. In the presence of the skin effect in this frequency range from 3.2 MHz to 13 MHz, the radial distribution of eddy currents changes significantly, and it is more difficult to theoretically calculate. In the presence of the skin effect, the dependence of the applied attenuation (d) is almost independent of the area (S_{hole}) of the round hole in the center of the disk, indicating the location of eddy current on the edge of the disk in a thin region of the skin layer thickness in a given frequency range.

Key words: aluminum disks, skin effect, electrodeless study

Composite materials are widely used in modern technologies to replace bulky metal parts. Metal films in composite materials are protected on both sides by inorganic polymers films, which can have a very small thickness and reduce the demand for metals with almost unchanged mechanical properties. Composite films deserve special attention, where the thickness of the metal film becomes less than the depth of penetration of the skin effect. In this case, the radial distribution of eddy currents will not be distorted by the skin effect, as is the case with thicker metal films. That is why composite materials made of ultra-thin metal films are convenient objects for studying the radial distribution of eddy currents.

This paper study aluminum disks with different radius and two fixed values of disk thickness: in the first case the thickness of the disk (h) is less than the thickness of the skin layer ($h_{sk.l.}$), and in the second case, the thickness of the disk is greater than the thickness of the skin layer. In the presence of the skin effect in this frequency range from 3.2 MHz to 13 MHz, the radial distribution of eddy currents changes significantly, and it is more difficult to theoretically calculate. The radial distribution

of eddy currents can be experimentally investigated using an installation for electrodeless measurement of the electrical resistance of metal disks and cylinders [1-3]. To do this, aluminum disks were placed in the middle of the measuring solenoid and measured the quality (Q) factor in a given frequency range. The measurement results are shown in Fig. 1.

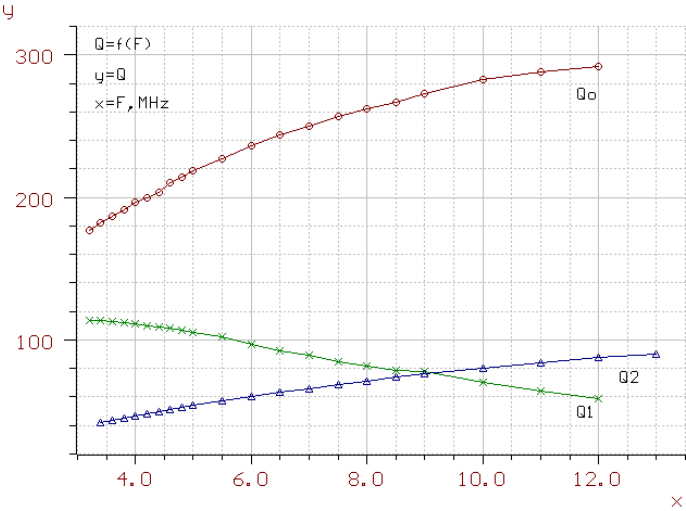


Fig. 1. The dependence of the quality factor of the measuring solenoid on the resonance frequency f for three cases: a) Q_0 – empty solenoid; b) Q_1 – with an aluminum disk with a thickness $h < h_{sk,l}$; c) Q_2 - with an aluminum disk with a thickness $h > h_{sk,l}$.

Fig. 1 shows that the dependence of the Q factor on the frequency differs significantly for cases of absence (Q_1) and the presence (Q_2) skin effect in frequency range evaluated. Based on the obtained dependences, the dependences of the input resistance R with the frequency f is obtained, these result shown in Fig. 2.

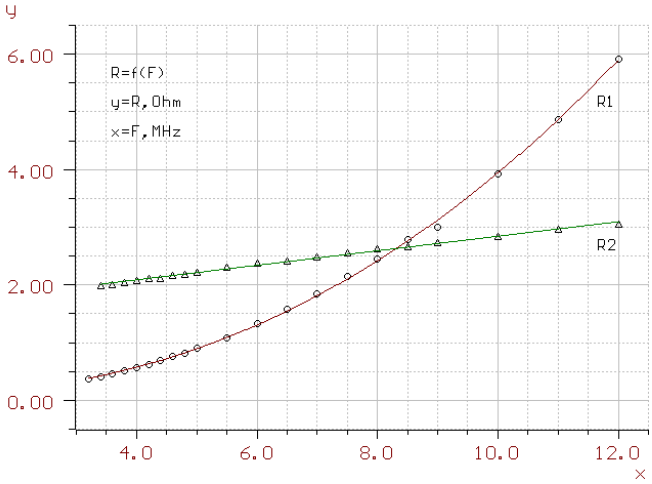


Fig. 2. Dependences of the input resistance R of the measuring solenoid on the resonance frequency f for two cases: a) R_1 - with an aluminum disk with a thickness $h < h_{sk,l}$; b) R_2 - with an aluminum disk with a thickness $h > h_{sk,l}$.

In [1] it was theoretically shown that the input resistance R is proportional to the square of the frequency f in the absence of a skin effect, which is experimentally confirmed by the curve $R_1(f)$. In the presence of a skin effect, the input resistance R is directly proportional to the frequency f , which is also experimentally confirmed by the curve $R_2(f)$. Fig. 3 also show the dependence of the applied attenuation d on the frequency f .

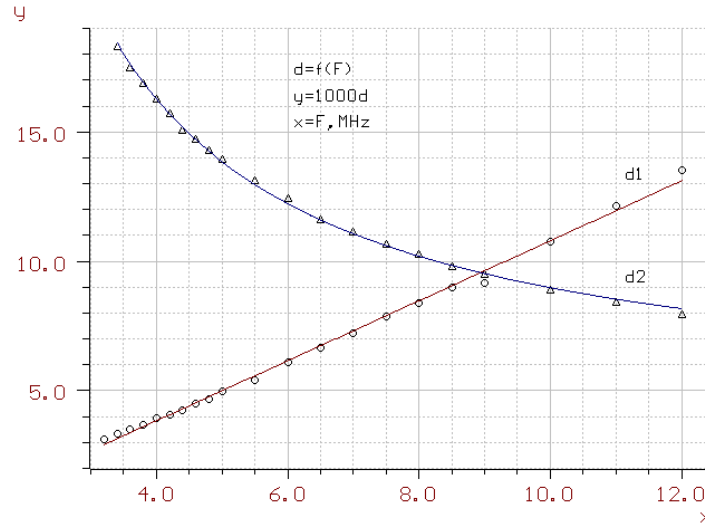


Fig. 3. Dependence of the input attenuation d of the measuring solenoid on the resonance frequency f for two cases: a) d_1 - with an aluminum disk with thickness $h < h_{sk.L}$; b) d_2 - with an aluminum disk with a thickness $h > h_{sk.L}$.

According to theory [1-3], the applied attenuation $d=R/\omega L$ is proportional to the frequency f in the absence of a skin effect and proportional to $1/f$ in the presence of a skin effect, which is confirmed experimentally.

To study the radial distribution of eddy currents in the disks, the dependences of the input attenuation d on the area (S) of the disks were experimentally measured, which are shown in Fig. 4.

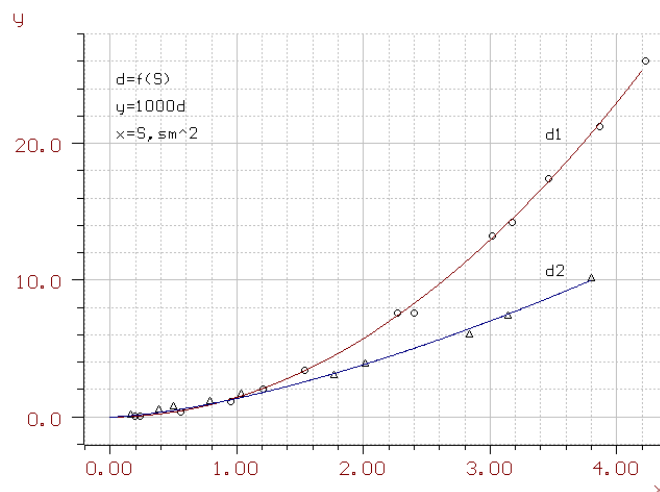


Fig. 4. Dependence of input attenuation d on the area S of disks of the same thickness h for two cases: (a) d_1 - with aluminum disks with thickness $h < h_{sk.L}$; (b) d_2 - with aluminum disks with thickness $h > h_{sk.L}$.

Fig. 4 points out that in the absence of the skin effect the wear attenuation (d) is proportional to the square of the area S of the disks and has the following form: $10^3 d_1 = 1.437 S^2$. In the presence of the skin effect, the dependence of the input attenuation on the area S of the disks is: $10^3 d_2 = 1.35 S^{3/2}$.

In the absence of skin effect, the inductance (L) of the measuring solenoid does not depend on the area S of disks due to the small thickness of h disks, while for thicker disks where the skin effect is observed, the inductance of measuring solenoid depends on the area S of disk (Fig. 5).

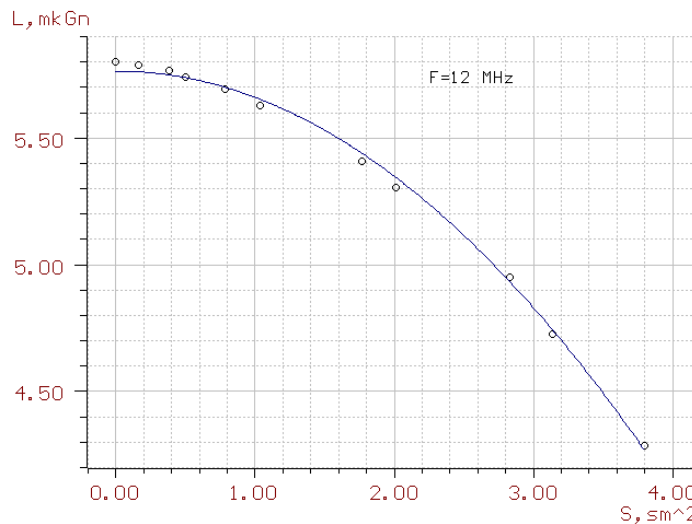


Fig. 5. Dependence of the inductance of the measuring solenoid on the area S of aluminum disks for thickness $h > h_{sk.l.}$.

To find the functional dependence of the inductance L on the square of the area $S^2 - L(S^2)$ - was constructed, which is shown in Fig. 6.

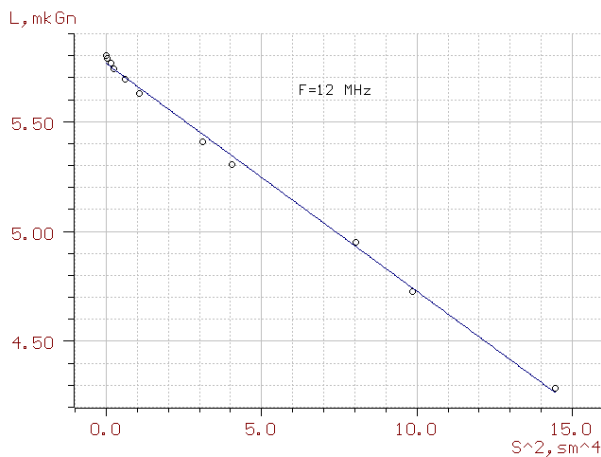


Fig. 6. Dependence of the inductance (L) of the measuring solenoid on the area S^2 of aluminum disks for the case of thickness $h > h_{sk.l.}$.

Fig. 6 shows that the inductance of the measuring solenoid at a frequency $f = 12 \text{ MHz}$ is proportional to the square of the area of the aluminum disks and has the following form: $L = 5.764 - 0.1037 S^2$.

In the absence of a skin effect, the study of the radial distribution of eddy currents in the aluminum disk can be measured by measuring the dependence of the applied attenuation (d) on the area of the round hole in the center of the disk (S_{hole}^2). This measurement results are shown in Fig. 7.

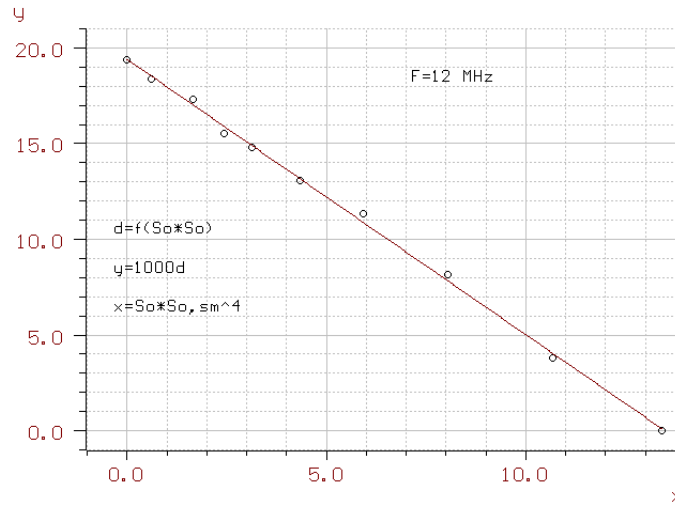


Fig. 7. Dependence of the induced attenuation (d) on the square of the area S_{hole}^2 of the inner circular hole in the center of the disk of a fixed outer radius r_a .

Fig. 7 it follows that this dependence has the following form: $10^3 d = 1.439 (S_{hole, cm^2})^2$, since the constants at the areas coincide with the nearest three digits, the general formula for calculating the applied attenuation d for the aluminum disk of any radius r with a hole radius r_{hole} has the following form: $10^3 d = 1.438 [(S, cm^2)^2 - (S_{hole, cm^2})^2]$. From the last formula it follows that when cutting a round hole in the center of the disk, the distribution of eddy currents along the radius of the disk remains unchanged. Moreover the currents in the cut part of the disk will be missing along with the cut part of the disk. These results confirm that the thickness of the considered aluminum disks is less than the thickness of the skin layer for the studied range of frequency, and therefore the distribution of eddy currents along the radius of the disk is not distorted by the skin effect. From the above findings it follows that the magnitude of the eddy current at the distance r_x from the center of the disk is proportional to r_x^2 , and the power of the eddy current is proportional to r_x^4 .

In the presence of the skin effect, the dependence of the applied attenuation (d) is almost independent of the area (S_{hole}) of the round hole in the center of the disk, indicating the location of eddy current on the edge of the disk in a thin region of the skin layer thickness in a given frequency range.

References:

1. Gutsul O.V., Slobodyan V.Z. Features of eddy currents in metal disks // Scientific view of the future 1 (9), 2018. P. 20-27. (Гуцул О.В., Слободян В.З. Особливості вихрових струмів у металевих дисках // Науковий погляд у майбутнє 1 (9), 2018. С. 20-27).
2. Gutsul O.V., Slobodyan V.Z. Features of eddy currents in aluminum thin disks of different diameters // Science, Research, Development. Technics and technology. Berlin (30.08.2018-31.08.2018. 2018). P. 12-18. (Гуцул О.В., Слободян В.З. Особливості вихрових струмів в алюмінієвих тонких дисках різного діаметру // Наука, дослідження, розробки. Техніка і техніка. Берлін (30.08.2018-31.08.2018. 2018). С. 12-18).
3. Gutsul O.V., Slobodyan V.Z. Investigation of eddy currents in thin aluminum disks of different diameters // Monografia pokonferencyjna. Zbiór artykułów naukowych recenzowanych P. 12-18 "Diamond trading tour" Warszawa - 2018. 64 s. (Гуцул О.В., Слободян В.З. Дослідження вихрових струмів у тонких алюмінієвих дисках різного діаметру // Monografia pokonferencyjna. Zbiór artykułów naukowych recenzowanych С. 12-18 «Тур з торгівлі діамантами» Варшава – 2018. 64 с).

UDC 577.3:544.35:546.33

Gutsul Oksana¹, Pfeifer Rene ², Slobodyan Vsevolod³

Comparison of Electrodeless Studies of Aqueous NaCl Solutions in Cylinder of Different Diameters

¹*Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine*

²*Czech Technical University, Prague, Czech Republic*

³*Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine*

gutsul@bsmu.edu.ua

Abstract. In this paper studied of the concentration and specific electrical conductivity of liquids by electrodeless resonance method in an isolated cylindrical tank from various external factors that can contaminate the liquid. Among those factors is the use of electrodes in the liquid, which are not desirable for aggressive or chemically pure liquids. These measurements are promising for serial studies of liquids 3-10 ml.

Key words: NaCl solution, electrodeless study, skin effect

The study of aggressive or chemically pure liquids by electrodeless resonance method [1-3] has a number of advantages over traditional electrode methods and is promising for serial studies of particularly pure liquids.

Electrodeless resonance measurements of the concentration and specific conductivity of aqueous NaCl solutions in a wide range of concentrations were performed. The liquid with a volume of 3-10 ml during the study was in a cylindrical container isolated from various external factors.

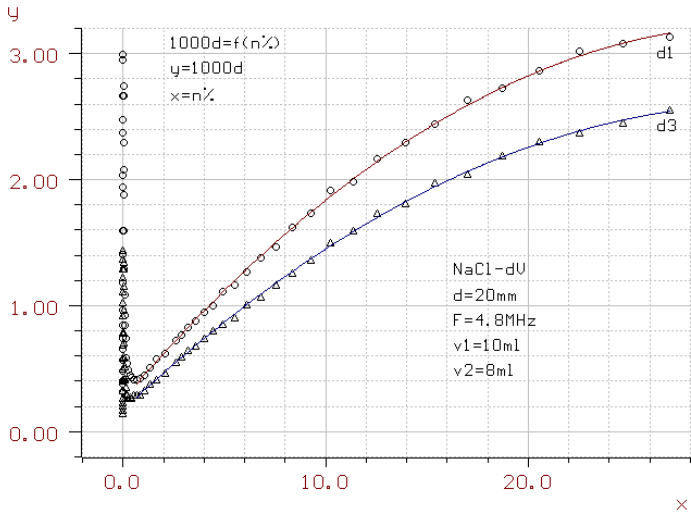


Fig.1 Dependence of damping d of the measuring solenoid on the mass concentration of aqueous NaCl solution in the concentration range (1-27%) for two different volumes of liquid (10 ml, 8 ml) in a cylinder with a diameter of 20 mm at a resonant frequency of 4-8 MHz

There is a nonlinear dependence of d on the concentration of n . Using the known dependence of the specific conductivity on the concentration of NaCl in this concentration range, the dependence of the attenuation d on the specific conductivity σ , which is shown in Fig.2.

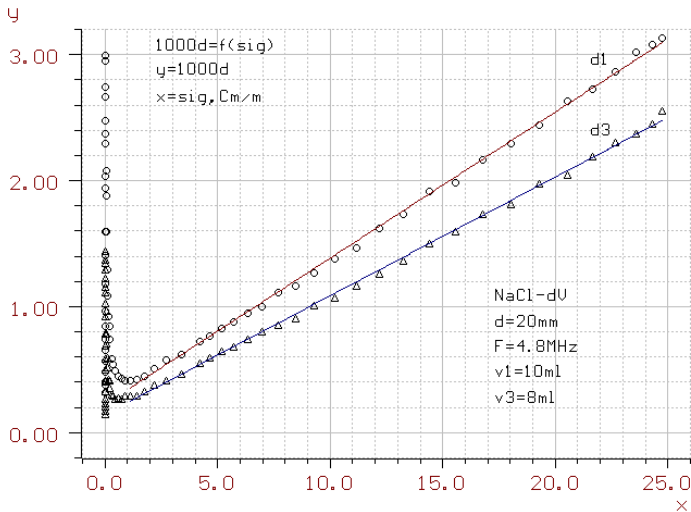


Fig. 2. Dependence of damping d of the measuring solenoid on the specific electrical conductivity σ of aqueous NaCl solutions, which is located in a cylinder with a diameter of 20 mm with a volume of 10 and 8 ml at a resonant frequency $f = 4.8 \text{ MHz}$

There is a linear dependence of attenuation d on the specific electrical conductivity σ , which can be used to measure the unknown specific conductivity of aqueous NaCl based on electrodeless measurement of attenuation d of the measuring solenoid at a resonant frequency $f = 4.8 \text{ MHz}$ in the concentration range 1-27%. Similar studies were performed for liquids in a 14 mm diameter cylinder for volumes of 5 and 4 ml.

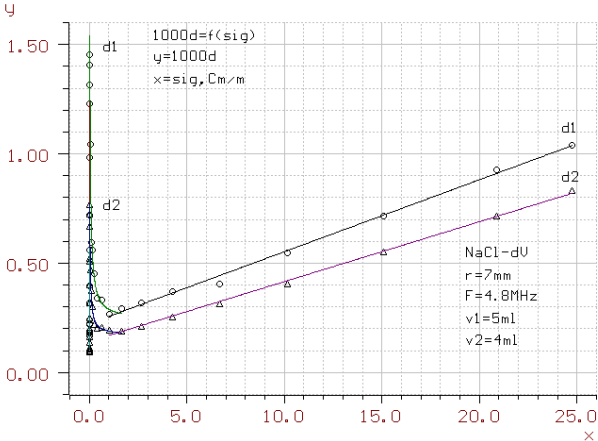


Fig.3. Dependence of damping d of the measuring solenoid on the specific electrical conductivity σ of aqueous NaCl solutions, which is located in a cylinder with a diameter of 14 mm with a volume of 5 and 4 ml at a resonant frequency $f = 4.8 \text{ MHz}$

There is a linear dependence of the attenuation d on the specific electrical conductivity σ , which is approximately twice less, which is due to the smaller diameter and smaller volumes of the studied fluid. This dependence can be used to measure the unknown specific conductivity of an aqueous NaCl solution based on electrode-free attenuation measurement d of the measuring solenoid at a resonant frequency $f = 4.8 \text{ MHz}$ in the concentration range 1-27%.

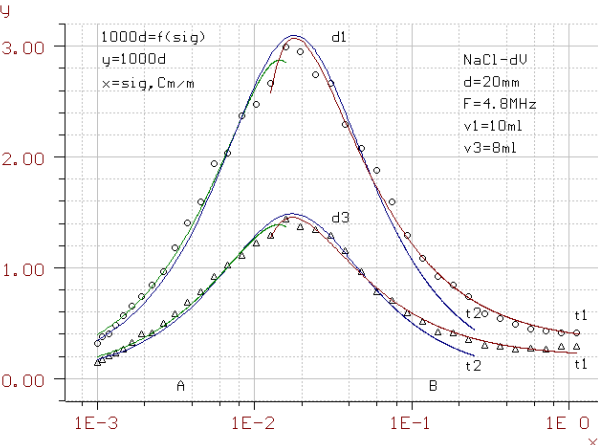


Fig.4. Dependence d of the measuring solenoid on the specific electrical conductivity σ of aqueous NaCl solutions, which is located in a cylinder with a diameter of 20 mm with a volume of 10 and 8 ml at a resonant frequency $f = 4.8 \text{ MHz}$ for concentrations less than 1%.

In Fig. 4 these dependences have a maximum, which allows for more accurate measurements in the area of low concentrations. Similar measurements were performed for dilute aqueous solutions in a cylinder with a diameter of 14 mm and volumes of 5 and 4 ml, which are shown in Fig.5.

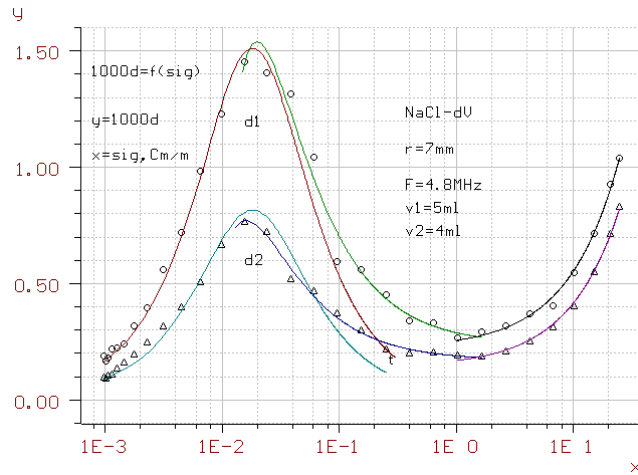


Fig.5. Dependence of damping d of the measuring solenoid on the specific electrical conductivity σ of aqueous NaCl solutions, which is located in a cylinder with a diameter of 14 mm with a volume of 5 and 4 ml at a resonant frequency $f = 4.8 \text{ MHz}$ in a wide range of concentrations.

The dependence of the introduced resistance R of the measuring solenoid on the height h of the fluid in the cylinders ($d_1=20 \text{ mm}$ and $d_2=14 \text{ mm}$) for two different fluids is shown in Fig. 6. If for concentration 1-27% linear dependence is observed, for concentrations less than 1% nonlinear dependence of the brought resistance R on height h of liquid in cylinders is observed.

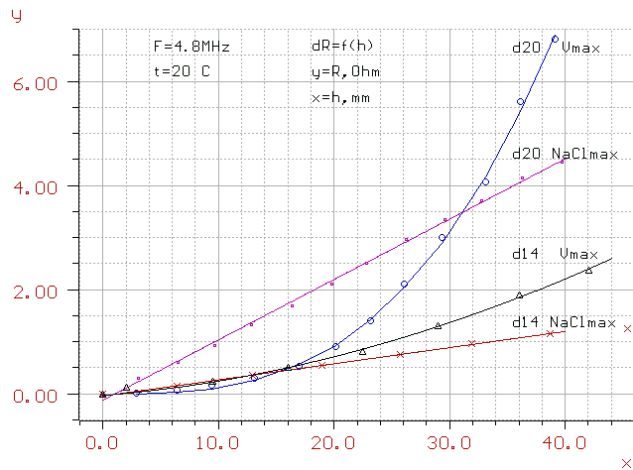


Fig.6. Dependence of the introduced resistance R of the measuring solenoid on the height h of the fluid in the cylinders ($d_1 = 20 \text{ mm}$ and $d_2 = 14 \text{ mm}$) for two different fluids: 1. Liquid with a concentration for which attenuation is at maximum - V_{max} ; 2. Liquid with a concentration in the range of 1-27%.

Similar dependences of the introduced resistance on the mass of fluid in the cylinders are shown in Fig.7.

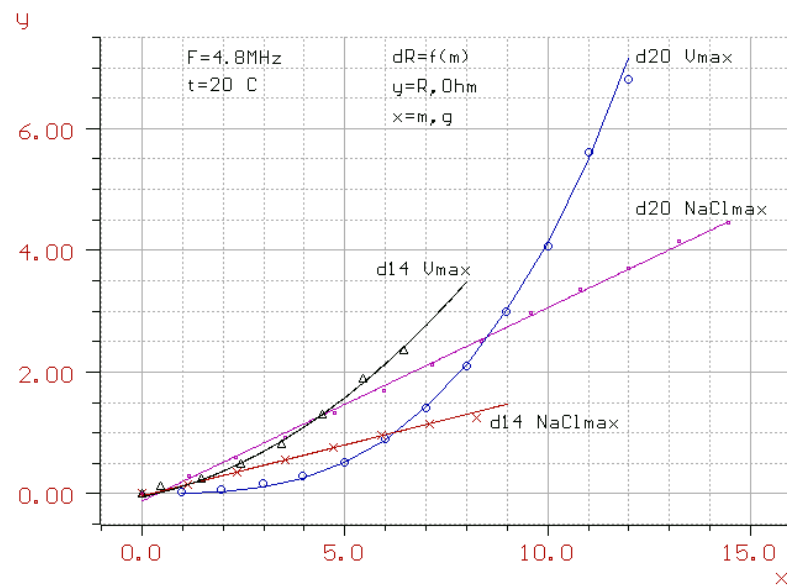


Fig.7. Dependence of the introduced resistance R of the measuring solenoid on the mass m of the fluid in the cylinders ($d_1=20$ mm and $d_2=14$ mm) for two different fluids: 1. Liquid with a concentration for which attenuation is at maximum - V_{max} ; 2. Liquid with a concentration in the range of 1-27%.

These studies confirm the prospects of electrodeless resonance measurements of the specific electrical conductivity σ and mass concentration of dilute aqueous solutions of electrolytes.

References:

1. O.V. Gutsul, V.Z. Slobodyan Peculiarities of research of liquid parameters by electrode and electrodeless methods // Visnyk of Zaporizhzhya National University. Physical and mathematical sciences. 2013. N2, c. 21. (O.V. Гуцул, В.З. Слободян Особливості дослідження параметрів рідин електродним та безелектродним методами // Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки. 2013. N2, с. 21).
2. Gutsul O.V., Slobodyan V.Z. Influence of skin effect when measuring fluid resistance by electrodeless method // Conference proceedings: Zbiór raportów naukowych „Inżynieria i technologia. Teoria. Praktyka (29.11.2014 - 30.11.2014) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2014. -2014. с.39-41. (Гуцул О.В., Слободян В.З. Вплив скін-ефекту при вимірюванні опору рідин безелектродним методом // Матеріали конференції Zbiór raportów naukowych „Inżynieria i technologia. Teoria. Praktyka (29.11.2014 - 30.11.2014) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2014. -2014. с.39-41).
3. Hutsul O.V., Slobodyan V.Z. Electrodeless study of low concentrations of aqueous NaCl solutions // Modern engineering and innovative technologies, Germany. June 2020, Том 12, N 1. p65-70.

UDC: 616.33/.34-072

Ilashchuk T.O., Mykytyuk O.P., Prisyazhnyuk V.P., Prysiazhniuk I.V.

Modern Instrumental Examination Methods in Gastroenterology: From Theory to Practice

Bukovinian State Medical University, Chernivtsy, Ukraine

Abstract. Novel advances in instrumental diagnostic in gastroenterology are provided. Progress in basic sciences as a background for developing new diagnostic methods is discussed. Diagnostic tests widely used abroad but with a limited application in Ukraine for diagnosing pathology of the esophagus, intestines, liver and gall bladder are defined.

Keywords. Gastroenterology, Modern Instrumental Examination Methods.

Recent dramatic scientific and technological progress and its' consequences, digitalisation and computerization, brought many advantages and help to integrate achievements and knowledge on physiology, cell and molecular biology, physics and biochemistry to routine clinical practice.

Despite, physical classical methods of patient investigation remain actual, instrumental tests provide wide spectrum of important diagnostic information that couldn't be collected remotely, "from surface". Even more, new investigations with much better specificity, sensitivity and possibility are implemented and well-known physiological data become a platform for creating modern testing technologies. Despite that, spectrum of instrumental tests in routine clinical practice of the Ukrainian gastroenterologist remains quite limited, including radiological techniques (ultrasound, X-ray with and without contrasting agents, CT scans, MRI etc) and endoscopic procedures (fibroesophagogastroduodenoscopy, colonoscopy, rectoscopy).

Investigation of the esophagus. Twenty-four-hour pH impedance testing is a procedure that assesses acid and non-acid reflux in the esophagus from the stomach over a 24-hour period. 24-hour pH impedance testing is a gold standard procedure for diagnosing GERD, and is performed in order to determine whether reflux of stomach contents into the esophagus is causing symptoms such as heartburn, regurgitation, cough or sore throat. Classic pH metry revealed a number of limitations: even a drop of acid decreasing a pH of sensor below 4.0 is enough for positive testing, and improperly placed sensor will also not detect changes if they occurred on another level. but it gives no information about the height of reflux, number of episodes, therefore does not help in relating patient's symptoms to esophagus health. Twenty-four-hour pH impedance testing recognizes any reflux episode and determines its composition (acid, weakly acid, basic, neutral), duration, location and nature (solid, liquid, gaseous, mixed). This exam is an important evolution in 24-hour esophageal

pH monitoring. Impedance is the inverse of conductivity; it varies with the chemical and physical nature of the bolus, and displays direction and transit of the bolus (including refluxes and gas). The impedance is measured by the specific 6-channel sensor and its value changes with the passage of the bolus and reflux, identifying its “direction” [1].

The physiology of the digestive tract includes the study of the pharyngeal motility, the esophagus and its sphincters, upper and lower ones. Recently, this physiological event got in focus of gastroenterologists being studied with the HRM (High Resolution Esophageal Manometry) [3]. It provides precision and ease of diagnosis never achieved before. The HRM exam is performed by the transnasal introduction of a catheter with a number of sensors. It allows a complete study of the swallowing phase while keeping the probe in the same position, and helps to obtain information about complete and coordinated results of all degenerative and peristaltic activity. HRM is a useful tool for detecting reduction of the basal tone of the lower esophageal Sphincter; spontaneous transient releases and delayed gastric emptying, resulting in increased intragastric pressure; alterations in esophageal peristalsis, which causes reduced ability in the cleaning of refluxed material.

Investigation of the stomach and intestines. Random sampling of mucosa for biopsy has during routine endoscopy been a primary method used for surveillance. This approach has been ineffective, time-consuming, expensive and has low diagnostic yield. This has led to a more focused approach, taking targeted biopsies of any mucosal abnormalities using dye-based chromoendoscopy, virtual chromoendoscopy or a combination of dye-based chromoendoscopy with high magnification imaging. Chromoendoscopy is a modified gastrointestinal endoscopy procedure that uses stains, pigments or dyes to locate cancerous spots, erosions or other lesions in the lining (mucosa) of patient’s digestive tract [7]. Spraying of dyes to improve characterization of the mucosa resulting in selective uptake (vital staining: methylene blue, Lugol's solution) or enhancement of mucosal surface pattern (contrast staining: indigo carmine, acetic acid) provides vital information by using a special imaging modality. Chromoendoscopy has important implications for the detection, demarcation and characterisation of dysplasia. The procedure is safe and provides important clinical information which eventually leads to better treatment options. Compared with other imaging techniques such as fluorescent spectroscopy, chromoendoscopy can be easier, safer and less expensive.

Classic chromoendoscopy means visual evaluation of stained linings. Application of it together with high-definition imaging technologies helps to avoid subjective mistakes or underestimation. Novel imaging techniques such as virtual (or electronic) chromoscopy use optical contrast imaging for mucosal inspection and polyp detection and as a substitute for dye-based chromoscopy. Virtual chromoscopy is an imaging modality designed for enhancing the mucosal

surface or superficial capillaries network by applying different spectrals of light. For example, narrow-band imaging is a technique where ambient light of a blue and green wavelengths are used to highlight detail, particularly of vascular structures. It has the advantage requiring only a change in light source, and is less cumbersome than instillation of dye. A similar technique to narrow-band imaging using blue and green filters has been used in endoscopes manufactured by Fujinon, termed Fuji Intelligent Chromoendoscopy (FICE).

Autofluorescence (light-induced fluorescence endoscopy (LIFE) is another imaging technique that uses ultraviolet and short-wavelength light into tissue molecules resulting in the emission of fluorescence light and was developed for detecting mucosal tissue derangements associated with neoplastic changes. This technology thus far has been useful for detecting dysplastic lesions in long-standing chronic inflammatory bowel disease. Another interesting imaging technique under evaluation is probe-based confocal laser endomicroscopy (pCLE), which allows in vivo imaging of tissue at micrometer resolution and is designed to be a substitute for histologic analysis. In a recent study, pCLE was compared to virtual chromoscopy for classification of colon polyps and was found to have a higher sensitivity with similar specificity [2]. With enhanced capability of morphologic assessment, these novel techniques might be capable of replacing histopathology for nondepressed, diminutive lesions but are not precise enough to detect adenomatous changes and neoplasia, which would obviate the need for biopsies and formal pathologic assessment.

Elastic scattering spectroscopy (ESS) typically harnesses light scattered in the backward direction (toward incident light) and can encompass a wide range of wavelengths. Elastic scattering is driven by spatial variations of tissue refractive index (determined by local macromolecular density) and thus provides fundamental insights into the size distribution of tissue structures. ESS has shown excellent discrimination between hyperplastic vs adenomatous tissue (84% sensitivity and 84% specificity)

Other techniques that can enhance detail of mucosa include confocal microscopy, magnification endoscopy and optical coherence tomography.

Despite duodenum and colon are widely examined in routine ukrainian gastroenterology, small intestines remain tabula rasa for diagnostic procedures, That is maintained by great length of the organ – over 5 meters, small diameter (abound 2.5 cm - 1 inch) and difficulties for access. But, enteroscopy is already applied in a number of countries. That is a type of endoscopy that allows to examine the small intestine (small bowel) and treat issues at the same time. There are several techniques a gastroenterologist may use to gain access deep into the small intestine, including video

capsule endoscopy, double balloon enteroscopy, single balloon enteroscopy and spiral enteroscopy. Balloon enteroscopy and spiral enteroscopy are collectively known as deep enteroscopy.

Double Balloon Enteroscopy is also called push-and-pull enteroscopy or balloon-assisted enteroscopy. It uses a flexible endoscope with a camera that is placed inside a wider tube. A gastroenterologist guides both tubes into the small intestine. Each tube has a balloon on one end. Alternately inflating and deflating the balloons and carefully pushing and pulling, the doctor can gather up the small intestine onto the outer tube, one section at a time, almost like gathering a curtain onto a curtain rod or pushing a sleeve up on arm. Compacting the length of the small intestine makes it easier for the inner endoscopy tube to access the entire length of the small bowel and treat problems.

Single Balloon Enteroscopy, a simplified version of the double balloon procedure, uses one balloon instead of two. Motorized Spiral Enteroscopy uses a special tube with a rotating spiral placed over the endoscope, which allows the scope to move back and forth in the small intestine as the spiral rotates. A small motor is attached to the spiral so the doctor can control when to engage the spinning mechanism. Spiral enteroscopy works similar to balloon enteroscopy, but it uses the spiral instead of balloons to help advance the scope. Like balloon enteroscopy, spiral enteroscopy can go deep into the small bowel. The Food and Drug Administration has not been approved spiral enteroscopy for use in the United States.

Anorectal manometry. This test helps determine the strength of the muscles in the rectum and anus. These muscles normally tighten to hold in a bowel movement and relax when a bowel movement is passed. Anorectal manometry is helpful in evaluating anorectal malformations and Hirschsprung disease, among other problems. A small tube is placed into the rectum to measure the pressures exerted by the sphincter muscles that ring the canal.

Investigation of gall bladder and bile ducts. A spectrum of radiological methods widely used abroad includes a hepatobiliary iminodiacetic acid (HIDA) scan, also known as cholescintigraphy or hepatobiliary scintigraphy. It is a well-known imaging procedure used to diagnose problems of the liver, gallbladder and bile ducts. HIDA scans were introduced over 40 years ago but remained underappreciated for a while. Several years ago, attention of investigators was driven to this method again. It was demonstrated, that in symptomatic patients with no ultrasound markers of gall bladder disease, HIDA scan may be useful in up to 94% cases.

An injected chemical called a radioactive tracer (radiotracer) and a nuclear medicine scanner - gamma camera are required for the testing so it is mostly available in big clinical centers and clinics. Scanner tracks the flow of the tracer from patient's liver into gallbladder and small intestine and creates computer images. Healthcare providers use a HIDA scan to help diagnose and evaluate the

following conditions: acute and chronic cholecystitis, objective confirmation of biliary dyskinesias, sphincter of Oddi dysfunction in partial; biliary atresia and biliary leak.

Current issue in **hepatology** as well as in other fields of medicine is an investigation of non-invasive diagnostic methods. In this regard, valuable achievements were gained in last decades. Wide implementation of transient elastography, computed tomography, magnetic resonance imaging, magnetic resonance elastography improves significantly diagnosis, staging and surveillance of hepatic diseases. A novel and promising instrumental method here is multispectral optoacoustic tomography (MSOT) - the technique which provides detection of ultrasound waves that are induced by thermo-elastic expansion of tissue upon absorption of light by various light absorbing biomolecules [5]. This technique based on non-ionizing energy avoids the use of contrast agents and provides the possibility for frequent measurements in individuals if needed [6]. In experimental studies by Huang S et al., have showed the ability of MSOT imaging to detect and distinguish all grades of steatosis, supporting its value for the management of disease progression and treatment efficacy monitoring in a preclinical model [5]. Huang Y et al., have tested the abovementioned optoacoustic technology for experimental diagnosing of drug-induced liver injury with positive conclusions. It was revealed that elevated expression of hepatic leucine aminopeptidase as a result of drug-induced liver injury cleaves the leucyl moiety and causes the red-shift of the probe's absorption band, thereby generating prominent optoacoustic signals for MSOT imaging. What is more, by rendering stacks of cross-sectional images as maximal intensity projection images, the authors could precisely locate the focus of drug-induced liver injury in mice [4]. One more study of the possibilities of MSOT in drug-induced liver injury early detection was performed by Zhang C and coauthors [9]. The authors have developed a superoxide anion activated MSOT for early diagnosis of drug-induced liver injury [8]. The temporal and spatial information received by three-dimensional MSOT images could also reveal the site and size of liver injury as the result of herbal medicine induced liver injury. Further investigations are needed to apply these methods in clinical settings. One of the limitations of this method to be applied in clinical practice is relatively small imaging depth, which is not sufficient for analysing a whole liver. This occurs due to the spectrum impairment in deep tissue. Since liver is rich in blood, a strong absorber for the wavelengths used, the excitation light is quickly exhausted in liver tissue [5]. However, encouraging results were obtained by Reber J et al, who with the help of MSOT significantly distinguish white adipose tissue and brown adipose tissue in healthy individuals. Also, these authors investigated MSOT to enable non-invasive imaging of brown adipose tissue activation [6]

Conclusion. Clinical instrumental investigations in modern gastroenterology are result of joined efforts of physics, chemists, IT-technology. Some opportunities that seemed to be fantastic some years ago are reality now. Further investigations are carries out to improve existing technologies and approaches and to develop new ones.

References

1. Buono, Giuseppe. (2018). When to Perform pH-impedance Monitoring and High Resolution Esophageal Manometry (HRM) in Gastroesophageal Reflux Disease? *International Journal of Gastroenterology Disorders & Therapy*. <https://doi.org/10.15344/2393-8498/2018/139>.
2. *Clinical Gastrointestinal Endoscopy Third Edition*. Drs. V.Chandrasekhara, M. Khashab, B. J. Elmunzer, and V. Raman. Elsevier, 2019. - 780 p.
3. Jain, Mayank & Venkataraman, Jayanthi & Srinivas, Melpakkam. (2021). Ancillary techniques and maneuvers in high resolution esophageal manometry. 10.4103/ghep.ghep_15_21.
4. Huang Y, Qi Y, Zhan C, Zeng F, Wu S. Diagnosing Drug-Induced Liver Injury by Multispectral Optoacoustic Tomography and Fluorescence Imaging Using a Leucine-Aminopeptidase-Activated Probe. *Anal Chem*. 2019 Jul 2;91(13):8085-8092. doi: 10.1021/acs.analchem.9b00107. Epub 2019 Jun 10. PMID: 31145584.
5. Huang S, Blutke A, Feuchtinger A, Klemm U, Zachariah Tom R, Hofmann SM, Stiel AC, Ntziachristos V. Functional multispectral optoacoustic tomography imaging of hepatic steatosis development in mice. *EMBO Mol Med*. 2021 Sep 7;13(9):e13490. doi: 10.15252/emmm.202013490. Epub 2021 Aug 19. PMID: 34411447; PMCID: PMC8422073.
6. Reber J, Willershäuser M, Karlas A, Paul-Yuan K, Diot G, Franz D, Fromme T, Ovsepien SV, Bézière N, Dubikovskaya E, Karampinos DC, Holzapfel C, Hauner H, Klingenspor M, Ntziachristos V. Non-invasive Measurement of Brown Fat Metabolism Based on Optoacoustic Imaging of Hemoglobin Gradients. *Cell Metab*. 2018 Mar 6;27(3):689-701.e4. doi: 10.1016/j.cmet.2018.02.002. PMID: 29514074.
7. Singh R, Chiam KH, Leiria F, Pu LZ, Choi KC, Miltz M. Chromoendoscopy: role in modern endoscopic imaging. *Transl Gastroenterol Hepatol* 2020;5:39.
8. Sun L, Ouyang J, Ma Y, Zeng Z, Zeng C, Zeng F, Wu S. An Activatable Probe with Aggregation-Induced Emission for Detecting and Imaging Herbal Medicine Induced Liver Injury with Optoacoustic Imaging and NIR-II Fluorescence Imaging. *Adv Healthc Mater*. 2021 Dec;10(24):e2100867. doi: 10.1002/adhm.202100867. Epub 2021 Jun 23. PMID: 34160144.
9. Zhang C, Qiu Z, Zhang L, Wang S, Zhao S, Pang Q, Liang H. Mitochondria-Targeted Fluorescence/Photoacoustic Dual-Modality Imaging Probe Tailored for Visual Precise Diagnosis of Drug-Induced Liver Injury. *Anal Chem*. 2022 Apr 26;94(16):6251-6260. doi: 10.1021/acs.analchem.2c00041. Epub 2022 Apr 13. PMID: 35416025.

Popova I.S.

Modern possibilities of human skin biorepair

Bukovinian State Medical University, Chernivtsy, Ukraine

popova_i@bsmu.edu.ua

Regenerative medicine is one of the most challenging and relevant fields in practical management of patients with chronic and acute skin diseases. Wide skin loss can be caused by oncological diseases, severe deep burns, chronic wounds (diabetic ulcers) or trauma. The method that is used for skin defect management must depend on its size, depth and the location; condition of the surrounding tissues, as well as the causing factor. However, there's no actual material that can absolutely replace a defect with a normal, physiologically identical skin material. In this work we are aimed to discuss existing possibilities of skin biorepair and ways of its implementation.

Natural polymers, such as collagen, are widely produced and used as dressing for repair of chronic skin wounds. There are reports on the usage of bacterial cellulose dressings [1] natural polymers (synthesized by a certain bacteria) for skin repairing. Such material is hydrophilic in nature, biocompatible, but does not show a significant effect on chronic wounds. Experimental analyses didn't show any inflammatory or necrotic processes caused by bacterial cellulose usage; mesenchymal stem cells accepted and attached to the cellulose membrane surface. Usage of materials based on bacterial cellulose show good mechanical properties, as well as high biocompatibility, which shows to have great potential for biomedical application and very high clinical value for skin tissue repair [2]. There is also data on the implementation of alpha-gal nanoparticles that consist of glycolipids with alpha-gal epitopes, phospholipids, and cholesterol [3]. The wound healing time with the implementation of the gel was shrank in approximately 50%. Histologically, it was identified tropism of macrophages, as well as formation of new blood vessels and dermal growth. Nanoemulsions (chitosan oleate, α -tocopherol or the chlorhexidine acetate) have an active antimicrobial compound that promotes cell proliferation of the keratinocytes, as well as fibroblasts. Research of Zulkifli et al. (2017) presents a hydroxyethyl cellulose-silver nanoparticle lyophilized scaffold, where hydroxyethyl cellulose serves as a polymer matrix and a reducing agent of silver ions to a zero-valent form and nanoparticle formation using freeze-dry methodology [4]. When in contact with a wound, silver ions are released, inhibiting bacterial proliferation, without toxicity effects on human fibroblast cell growth. Latest scientific approaches in managing and improving skin wounds repair mechanisms include implementation of nanoemulsions, polymeric and metallic nanoparticles,

nanogels and tissue engineering. Further researches are aimed to use stem cells in combination with described methods for even more advanced clinical results.

References

1. Lina F, Yue Z, Jin Z, Guang Y. Bacterial cellulose for skin repair materials. *Biomedical Engineering—Frontiers and Challenges*. 2011;249-74.
2. Priya SG, Jungvid H, Kumar A. Skin tissue engineering for tissue repair and regeneration. *Tissue Engineering Part B: Reviews*. 2008;14(1):105-18.
3. Souto Eliana B, Ribeiro AF et al. New nanotechnologies for the treatment and repair of skin burns infections. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020;21.2:393.
4. Zulkifli, Farah Hanani, et al. A facile synthesis method of hydroxyethyl cellulose-silver nanoparticle scaffolds for skin tissue engineering applications. *Materials Science and Engineering*. 2017;79:151-60.

Pylypenko O.O.^{1,2}, Sviatenko L.K.³, Okovytyy S.I.²

Hydrolytic decomposition of pyrimidine cycle in 2-hetaryl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazolines.

DFT study

¹ *Donetsk National Medical University, Kropyvnytskyi, Ukraine*

² *Dnipro National University, Dnipro, Ukraine*

³ *Jackson State University, Jackson, Mississippi, United States*

Pilipenkoolena1@gmail.com

The development of new drugs based on triazoles is important in modern synthetic chemistry and pharmacology. Compounds of 1,2,4-triazoles have a wide range of biological activity [1]. Their research using modern computer technology facilitates long-term experimental processes. In particular, quantum chemical modeling and DFT study [2].

Synthesis of novel potential anticancer agents 2-hetaryl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazolines requires investigation of their properties. Quantum chemical calculations can predict reactivity of the compounds in different reactions. We modeled mechanism of hydrolysis of 2-furyl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline at SMD/B3LYP/6-31+G(d) theory level (Figs. 1-2)

An initial water molecule attachment occurs rather to C5-N6 bond than to N4-C5 bond of 2-furyl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline (Fig.1). Proton transfer from oxygen atom to nitrogen atom leads to cycle rupture. Next water molecule attacks carbonyl group with formation of diol which easily lost formic acid that results in 3-(2-furyl)-5-(2-aminophenyl)-1,2,4-triazole producing. High activation barriers of the pathway confirms that hydrolysis may occur at high temperature. To reduce activation energy acidic catalysis for hydrolysis was modeled.

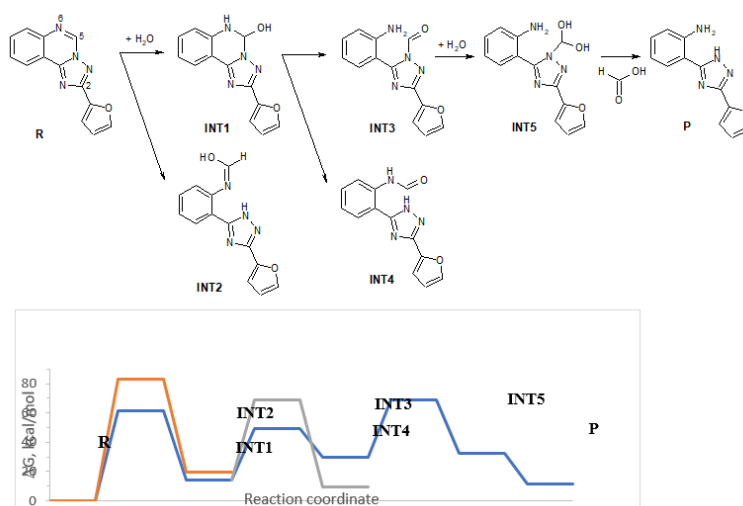


Fig.1. Proposed mechanism for hydrolysis of 2-furyl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline along with SMD/B3LYP/6-31+G(d) calculated Gibbs free energy diagram

Protonation of the initial 2-furyl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline causes increasing positive charge on carbon atom C5 approximately on 0.13 (Table 1), that promotes reaction of the heterocycle with water (Fig.2).

Table 1

Charges on N6 and C5 atoms of 2-furyl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazolines and their protonated forms

N6	-0.289	-0.387	-0.290	-0.389	-0.309	-0.393	-0.393
C5	0.250	0.382	0.248	0.379	0.240	0.381	0.381

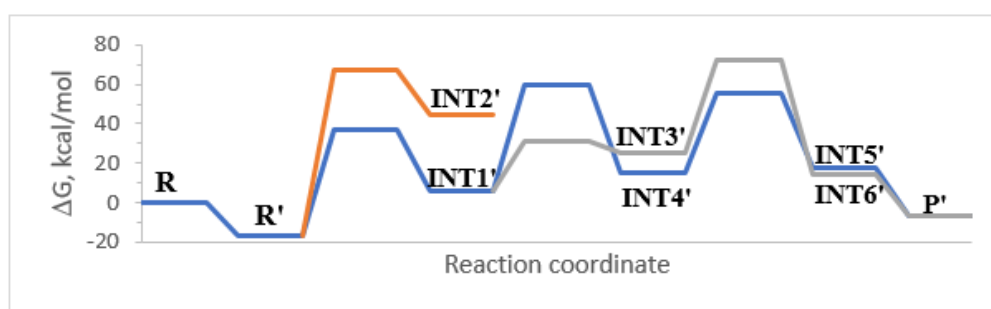
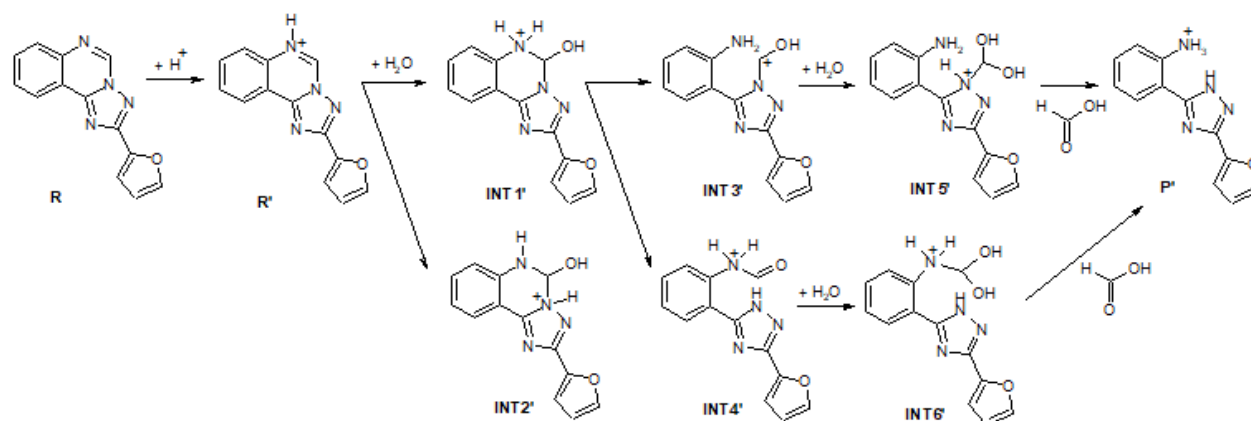


Fig.2. Proposed mechanism for acid-catalyzed hydrolysis of 2-furyl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline along with SMD/B3LYP/6-31+G(d) calculated Gibbs free energy diagram

Acid-catalyzed hydrolysis proceeds through positively charged intermediates INT1'-INT6' (Fig.2). Calculated activation barriers are slightly lower than those for non-catalyzed reaction. Still high activation energies for acid-catalyzed hydrolysis lead to conclusion that the reaction may occur at high temperature. Calculated activation energies for acid-catalyzed hydrolysis of 2-thiophenyl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline and 2-pyrrolyl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline show only insignificant difference as compared with 2-furyl[1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline. The fact may be explained by close values of charges on atoms C5 and N6 for all studied compounds in protonated as well as in neutral forms (Table 1).

Proposed mechanism of hydrolysis may be extended to different heterocyclic compounds containing [1,2,4]triazolo[1,5-c]quinazoline moiety.

References

1. Shneine J. K. & Alaraji Y H. (2016) Chemistry of 1, 2, 4-Triazole: A Review Article *International Journal of Science and Research*, (5), 1411-1423
2. Mourik T, Buhl M and Gageot M.-P. (2014) Density functional theory across chemistry, physics and biology. *Phil. Trans. R. Soc. A*, (372), 1-5 <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2012.0488>

Shafranyuk V.P.

Pendulum Stripes in Crystals and Their Real Structure

Bukovinian State Medical University, Chernivtsy, Ukraine

shafranyuk.v@bsmu.edu.ua

When it comes to manufacture and elaboration optical and photoelectric devices, Cadmium telluride is the best solution in terms of materials for practical use, especially for manufacturing ionizing radiation sensors which are used in medicine. Unfortunately, because of the difficulties to grow “the right” monocrystals especially with stable characteristics it is limits wide utilization of CdTe in devices industry.

In the given paper we investigated structural perfection of CdTe monocrystals using X-ray diffraction topography (Bormann method, Lang method) and pendelossung frienges studies. The investigations were carried out for thin CdTe samples obtained with special technology. The main idea of the later follows: we made a slit across the sample using thin abrasive powder attached to the steel stripe 8mm wide. The directions of slits on the opposite side of the sample were perpendicular to the initial one. It gives us a possibility to obtain very thin area in the middle of the plate and to keep its hardness over all perimeter of the sample.

X-ray topography investigations were performed in M_0K_a irradiation using (220), (202), (422). In the given paper the inclination method was used, which allows us to change the thickness of the crystal and obtain the pendulum oscillations. Investigations have shown that the changes of the dislocation structure image contrast in dependences on the crystal thickness took place on the topograms.

As it was shown that the changes of the dislocation structure image contrast is quite sufficient for the interpretation. Some crystals grown by Brifgemann method are perfect (their dislocation density is $\sim 10^3 \div 10^4 \text{ cm}^{-2}$) with the Burgers vectors of $a/2 \langle 110 \rangle$. For such CdTe crystals we have obtained the pendulum oscillations by the declination methods which give us a possibility to determine the value of structural amplitude. The averaged values of these amplitudes for CdTe are $|F_{220}| = 321 \pm 2.1$. One can also observe the oscillation unperiodicity in the experimental dependences of symmetric. Laue reflection (220) for CdTe and shift maxima relatively to minimal which is caused by absorption.

Uhryn Y., Yavorska O.

Methods of parameters measuring of two equivalent electrical circuits of living tissues

Ivan Franko Drohobych State Pedagogical University Drohobych, Ukraine

yuriyuhryn@yahoo.com.ua

Abstract. Two equivalent electrical circuits simulating electrical properties of living tissues are analyzed. For each of these circuits expressions for calculation of their parameters on the basis of experimental measurements of frequency dependencies of active and reactive resistance of living tissue are obtained, and it is sufficiently these measurements to made at low frequencies which expand possibilities of measurements and provide the avoidance of frequency dependence of these parameters. For one of these schemes, these are such parameters as the electrical capacity of the intercellular substance – membrane - cytoplasm system (transmembrane capacity) (C), membrane resistance R_m and intracellular resistance R_i , and for the other, the same parameters C and R_i and intercellular substance resistance R_e .

Key words: bioelectrical impedance, transmembrane capacity, membrane resistance, intracellular resistance, equivalent circuit

1. Introduction

Various electrical circuits with resistors and capacitors are used to simulate electrical properties of living tissues [1-6]. Inductive elements are absent in such circuits, as there are no elements in living tissues, which could produce a significant magnetic flux [7]. It is known that any living tissue consists of intercellular substance and cells, which in turn consist of an outer shell - a membrane, which has both conductive and dielectric properties, and an inner structure – cytoplasm, be a conductor [7]. The conducting properties of the membrane give us reason to assign it a certain resistance, which we denote by R_m . The cytoplasm inside the cell is an electrolyte, i.e. a conductor, it has a certain resistance, which we denote by R_i . Since the cell membrane is also a dielectric, and there are conductors on both sides of it, this system is a capacitor, the electrical capacitance of which we denote C . Let us denote the resistance of the intercellular substance R_e .

The problem is how all these elements of the circuit section should be connected in order to most correctly interpret the experimental frequency dependences of the total resistance $|Z|(\omega)$ (impedance), active $R(\omega)$ and reactive $X(\omega)$ resistances of a particular tissue.

The purpose of this paper is to analyze possible equivalent circuits of living tissue and calculate parameters of these circuits based on measurements of frequency dependence of impedance of living tissue at low frequencies of alternating current. Measurements at low frequencies provide independence (or insignificant dependence) of the parameters themselves, especially the electrical capacitance on frequency (electrical capacitance depends on frequency due to frequency dependence of dielectric permittivity of cell membrane dielectric [8,9]) and to avoid negative effect of high frequency current on the investigated living tissue.

2. Methods of equivalent circuits parameters calculating

Consider certain equivalent circuits.

1. A circuit with a capacitor and a resistor in series (Fig. 1a). This circuit is far from the truth [1]. At low frequencies it gives a very large impedance because the resistance of the capacitor $X_c = \frac{1}{\omega C}$ becomes very large (at $\omega \rightarrow 0$, $|Z| \rightarrow \infty$) which contradicts numerous experiments [1, 3-6, 9-12] (Fig.2)

2. A circuit with parallel connection of capacitor and resistor (Fig.1b) This scheme gives a contradiction to the experiment for high frequencies. Indeed for $\omega \rightarrow \infty$ $X_c = \frac{1}{\omega C} \rightarrow 0$ and then $|Z| \rightarrow 0$ which is not observed in experiments.

3. A circuit with a capacitor and a resistor connected in parallel to which one resistor is connected in series (Fig. 3). Obviously, in this circuit, the resistor R_m models the resistance of the membrane, and the R_i - cytoplasm resistance [1].

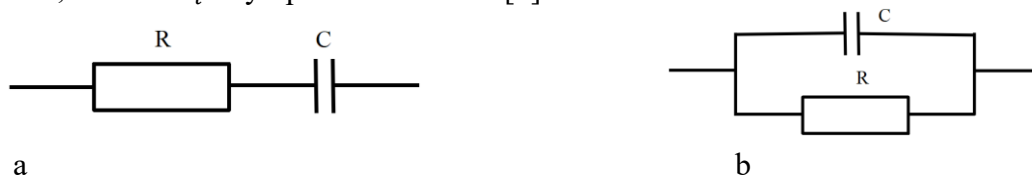


Fig. 1. The simplest equivalent electrical fabrics: (a) - section of the circuit with a series connection of resistor and capacitor, (b) - section of circuit with parallel connection of resistor and capacitor R- resistance of cells and intercellular substance, C- capacity of the system intercellular substance - cell membrane - cytoplasm

This circuit reflects the experimental results in the limiting cases much better. Indeed, if $\omega \rightarrow 0$ current flows only through the resistors and the total resistance will be $R_m + R_i$, i.e. will have a constant value, and if $\omega \rightarrow \infty$ current flows through the capacitor and the resistor R_i and the total resistance will be equal to R_i , that is, it will also have a constant value, which is quite consistent with the schematic experimental curve in Fig. 2.

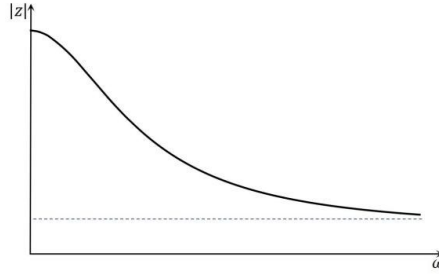


Fig. 2. Schematic experimental dependence of the impedance of living tissue on the frequency of alternating current

To investigate $|Z|(\omega)$, $R(\omega)$, and $X(\omega)$ throughout the all frequency range let us find their theoretical expressions. For this purpose we will find the complex resistance

$$Z(\omega) = R(\omega) + jX(\omega)$$

Where $j = \sqrt{-1}$ is imaginary unit.

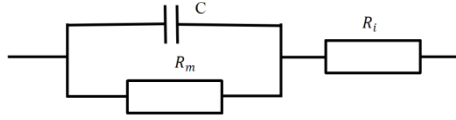


Fig. 3. Equivalent electrical circuit of living tissue. C - electrical capacity associated with the system of intercellular substance - membrane - cytoplasm, R_m - resistance, which simulates the resistance of the membrane, R_i - resistance, which simulates the resistance of the cytoplasm

According to the diagram in Fig. 3, the complex impedance is

$$Z(\omega) = R_i + \frac{-jR_m X}{R_m + X}$$

After algebraic transformations and considering $X = \frac{1}{\omega C}$, we obtain

$$Z(\omega) = R_i + \frac{R_m}{(R_m \omega C)^2 + 1} - \frac{jR_m^2 \omega C}{(R_m \omega C)^2 + 1}$$

The real part of this complex resistance is the active resistance $R(\omega)$, and the imaginary part is the reactive resistance $X(\omega)$:

$$R(\omega) \equiv \text{Re}(Z) = R_i + \frac{R_m}{(R_m \omega C)^2 + 1} \quad (1)$$

$$X(\omega) \equiv \text{Im}(Z) = \frac{-R_m^2 \omega C}{(R_m \omega C)^2 + 1} \quad (2)$$

Find also the impedance

$$|Z|(\omega) = \sqrt{R^2(\omega) + X^2(\omega)} = \sqrt{\frac{(R_i + R_m)^2 + (R_i R_m \omega C)^2}{(R_m \omega C)^2 + 1}} \quad (3)$$

Find the flex point ω_f of the curve $R(\omega)$. To do this we differentiate (1) twice and equate the derivative to zero ($\frac{\partial^2 R(\omega)}{\partial \omega^2} = 0$). As a result we obtain:

$$\omega_f = \frac{1}{\sqrt{3}R_m C} \quad (4)$$

Substituting the last equation into (1) and denoting $R(\omega_f) \equiv R_f$ we obtain the expression for the active resistance at the flex point

$$R_f = R_i + \frac{3}{4}R_m \quad (5)$$

According to (1), $R(0) = R_i + R_m$. Let us denote this value by R_0 . Then, given (5)

$$R_m = 4(R_0 - R_f) \quad (6)$$

The value R_m can already be calculated because the right side of (6) contains quantities that can be measured. Then by (4) we can calculate the membrane capacity:

$$C = \frac{1}{\sqrt{3}R_m \omega_f} \quad (7)$$

as well as cytoplasm resistance

$$R_i = R_0 - R_m \quad (8)$$

So, by equations (6) - (8) we can unambiguously calculate the parameters of the equivalent circuit in Fig. 3. and all measurements are carried out at low frequencies, which has great advantages over measurements in a wide range of frequencies, because it guarantees independence of the parameters from frequency and also makes it possible to avoid the harmful effects of such frequencies on living tissues.

From (6) and (8) we obtain the relationship between the measurable quantities

$$R_0 - R_\infty = 4(R_0 - R_f) \quad (9)$$

Let us prove that the frequencies at which the experiment should be performed to calculate the parameters R_m , R_i and C using this method, are really quite low. The highest frequency at which the resistance should be measured for this purpose is the flex frequency ω_f . The resistance at the flex frequency is given by the relation (5) from where it can be seen that it is not very different from the resistance at zero frequency with (8): $R_0 = R_i + R_m$ that is, the value of R_f is from 75% to 100% of the value R_0 . This is also confirmed by experiments. Fig. 4 shows the frequency dependence of the resistance of human muscle tissue from [12]. One can see that $R(\omega)$ has a curvature change in the frequency of about 8 kHz.

To find the same parameters we can also use the experimental dependence of the reactance. To do this, find the first derivative of its expression (2) and equate it to zero ($\frac{dX(\omega)}{d\omega} = 0$). As a result we obtain the frequency at which the reactance reaches its maximum

$$\omega_m = \frac{1}{R_m C} \quad (10)$$

and the value of the reactance at this frequency

$$X_m = -\frac{1}{2} R_m \quad (11)$$

From the last two formulas we find:

$$R_m = -2X_m \quad (12)$$

and

$$C = \frac{1}{2X_m \omega_m} \quad (13)$$

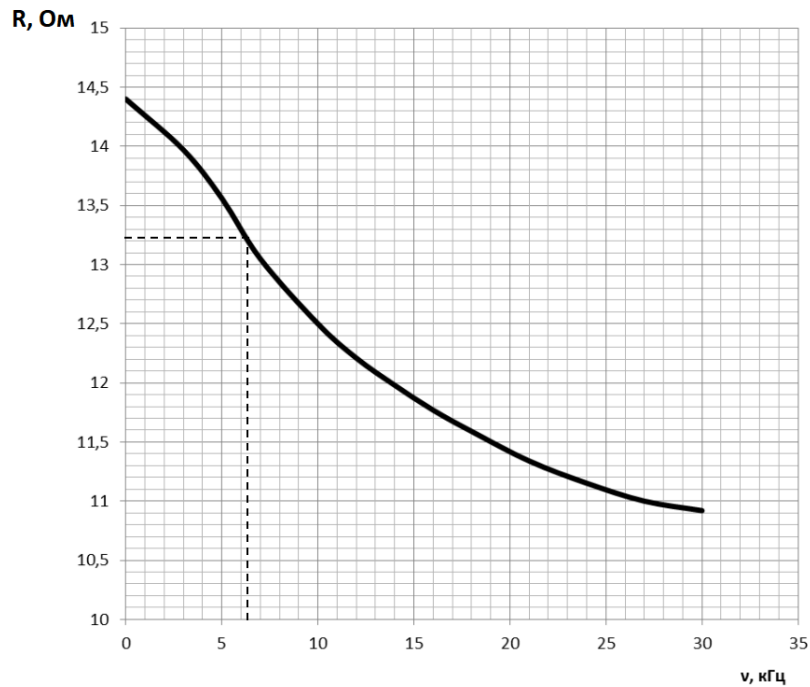


Fig. 4. The frequency dependence of the active resistance of human muscle tissue is based on data from [12]. The dashed lines show the frequency of inflection of this curve and the value of active resistance at this frequency

A schematic experimental curve with all its special points is shown in Fig. 5

Note that in the role of the second equation instead of (11) we can take the equation for $X(\omega)$ at small frequencies. For this purpose, in (2) we neglect the small value $(R_m \omega C)^2$ compared to 1 and we obtain:

$$X = -R_m^2 C \omega \quad (14)$$

From this equality we have that the tangent of the slope angle α of the line $X(\omega)$ in the small frequency region is equal to $R_m^2 C$:

$$\text{tg}\alpha = -R_m^2 C \quad (15)$$

Finding the second derivative of $X(\omega)$ over ω and equating it to zero, we obtain other equations for finding R_m и C :

$$R_m = \frac{4}{\sqrt{3}} X_f \quad (16)$$

$$C = \frac{\sqrt{3}}{\omega_f R_m}, \quad (17)$$

where ω_f, X_f - frequency and the corresponding reactance of the flex point of the curve $X(\omega)$

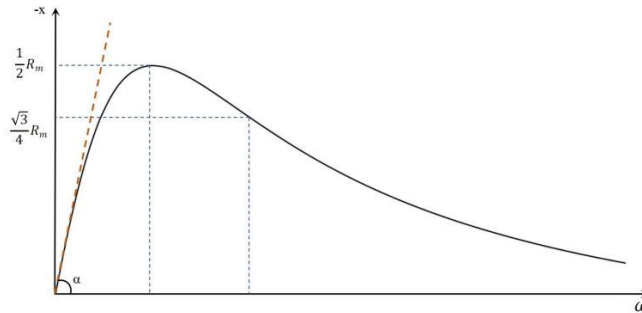


Fig. 5. Schematic experimental frequency dependence of reactive resistance of living tissue. ω_m and ω_f - the frequency of maximum and inflection of the reactance, R_m the same as in Fig.3, α - the angle of inclination of the tangent to the reactance at the point where it is zero

From (12), (13) and (15) we find the relationship between the three quantities being measured:

$$\text{tg}\alpha = \frac{2X_m}{\omega_m} \quad (18)$$

This means that if the experimental curve $X(\omega)$ obeys this equality then it is described by the theoretical curve (1) and therefore the parameters R_m, R_i and C determined from it will be correct. Equation (18) is also advantageous by the fact that it includes only the quantities that are measured at low frequencies.

Obviously, this scheme can be applied to such living tissues in which the intercellular substance can be modeled by a conductor with insignificant cross section, i.e. a conductor with very high resistance (muscle tissues, internal organ tissues, etc.)

4. A circuit with two parallel branches, one of which includes a resistor, and the other - a capacitor and a resistor connected in series (Fig. 6).

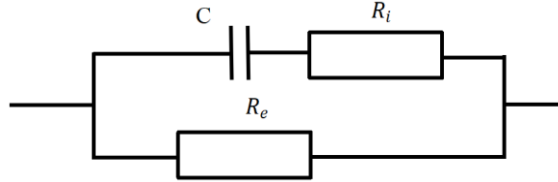


Fig. 6. Equivalent electrical circuit of living tissue. C and R_i is the same as in Fig.3. R_e - resistance of intercellular substance

Obviously, this circuit is applicable to tissues with a significant cross section of intercellular substance (e.g. blood).

Acting similarly to the previous case, we find the resistance of this circuit:

$$Z = \frac{R_e(R_i(R_e + R_i)(\omega C)^2 + 1)}{(R_e + R_i)^2(\omega C)^2 + 1} - j \frac{R_e^2 \omega C}{(R_e + R_i)^2(\omega C)^2 + 1} \quad (19)$$

and its parameters based on the experimental dependence $R(\omega)$:

$$R_e = R_0 \quad (20)$$

$$R_i = \frac{R_f - \frac{3}{4} R_0}{R_0 - R_f} \quad (21)$$

$$C = \frac{1}{\sqrt{3}(R_e + R_i)\omega_f} \quad (22)$$

or based on experimental dependence $X(\omega)$:

$$R_i = \frac{R_0^2}{2X_m} - R_0 \quad (23)$$

$$C = \frac{1}{(R_e - R_i)\omega_m} \quad (24)$$

Substituting (20) into (23), we obtain the relationship between the experimental quantities is the same as for the previous circuit:

$$\text{tg}\alpha = \frac{2X_m}{\omega_m} \quad (25)$$

which similarly to (18) for the preliminary circuit, serves as a test equation for fitting the experiment to equation (19).

Conclusion

To interpret electrical properties of different living tissues different equivalent circuits can be used, but in each of these circuits there is a capacitor representing capacitance of the system: intercellular substance – membrane - cytoplasm. By measuring special points of frequency dependence of active or reactive resistance of living tissue, it is possible to calculate this capacitance as well as other parameters of a certain equivalent electrical circuit of this tissue. The methods described above, based on measuring the frequency dependence of bioelectrical impedance, make it possible to calculate this capacitance as well as the appropriate resistances that are present in these circuits. These parameters, in the presence of appropriate and statistically wide experimental data, can serve for estimation of viability of living tissues.

References

1. K. R. Foster and H. C. Lukaski. *Whole-body impedance – what does it measure?* The American Journal of Clinical Nutrition 1996;64(suppl):388S-96S. Printed in USA.
2. Uichiro Kishimoto. *Transmembrane impedance of the chara cell.*Laboratory of Biology, College of General Education, Osaka University, Toyonaka, Osaka.The Japanese Journal of Physiology, 24, 403-417, 1974
3. H. C. Lukaski. *Evolution of bioimpedance: a circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research.* European Journal of Clinical Nutrition (2013) 67, S2-S9.
4. M. I. N. Zhang and J. H. M. Willison. *Electrical Impedance Analysis in Plant Tissues: Impedance Measurement in Leaves.* Journal of Experimental Botany, Vol. 44, No. 265, pp. 1369-1375, August 1993.
5. J. Ross Macdonald, *Impedance Spectroscopy: Theory, Experiment, and Applications.* Edited by Evgenij Barsoukov, Wiley-Interscience, 2005, 595p.
6. A. L. Thomasset, *Apparatus and methods for the measure of the electrical impedance of living organisms,* US patent № 3316896 A, May. 2, 1967.
7. L. F. Emchyk, J. M. Kmit, *Medical and biological physics.* Lviv, “Svit”, 2003, 591p. (in Ukrainian)
8. U. Birgersson. *Electrical impedance of human skin and tissue alterations: mathematical modeling and measurements,* Stockholm, 2012, ISBN: 978-91-7549-019-9, 59p.
9. K. S. Cole. *Membranes ions and impulses,* University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1972.
10. Sarah L. Swisher, M. C. Liao, E. J. Leeftang, Y. Khan, F. J. Pavinatto, K. Man, A. Naujokas, D. Young, S. Roy, M. R. Harrison, A. Claudia Arias, V. Subramanian & M. M. Maharbiz, *Impedance sensing device enables early detection of pressure ulcers in vivo.* Nature communications, V. 6, 2015, 6775.
11. B. Sanchez, A. Pacheck, & S. B. Rutkove, *Guidelines to electrode positioning for human and animal electrical impedance myography research.* Scientific Reports, V. 6, 2016, 32615.
12. G. J. Esper, C. A. Shiffman, R. Aaron, K. S. Lee and S. B. Rutkove. *Assessing neuromuscular disease with multifrequency electrical impedance myography.*Muscle & Nerve, V. 34, Is. 5, 2006, pp. 595-602.

Лазерна поляриметрична діагностика біологічних тканин

¹Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

²Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

Анотація. У роботі використана Мюллер-матрична поляриметрия для аналізу оптико-морфологічних властивостей зображень мап біологічних тканин стінок стравоходу, взятих у новонароджених, а також мазків пуповинної крові й капілярної крові матері. У зв'язку з цим стало можливим виявити діагностичні ймовірності критеріїв для макроскопічних утворень у нормі і внутрішньоутробному формуванні вад (атрезії) різної локалізації.

Ключові слова: лазерна поляриметрия, тканини стравоходу, мазки крові.

Вступ. Одними із перших систематичних застосувань вектор-параметричного та матричного формалізму в аналізі процесів розсіювання лазерного поляризованого випромінювання біологічними об'єктами стали дослідження в роботах [1, 2]. Лазерна поляриметрия широко застосовується в морфології, імунології, вірусології та гематології у зв'язку з тим що лазери мають малу кутову розбіжність, високу спектральну густину. Розроблені комп'ютерні програми дозволяють суттєво спростити вимірювання і підвищують їх надійність при аналізі отриманих лазерних зображень [3]. Морфологічні-полікристалічні структури зразків реальних біологічних тканин мають складну просторово-орієнтаційну організацію. Мюллер-матрична поляриметрия оптичної анізотропії біологічних тканин дозволяє кількісно оцінювати структури мікрооб'єктів фазово-неоднорідних шарів біологічних тканин і рідин [4, 5].

Мета дослідження. Використання лазерної поляриметрії (Мюллер-матрична поляриметрия) для аналізу структури тканин стравоходу новонародженого, мазків крові матері та пуповинної крові.

Методи дослідження. Для вивчення поляризаційних властивостей стінок стравоходу новонародженого та полікристалічних мереж пуповинної та капілярної крові матері використовується матриця Мюллера, проводиться масштабно-селективний аналіз розподілів характеристичних значень дійсної й уявної складової лазерних зображень біологічних об'єктів. Для обробки лазерних зображень мікропрепаратів використовували статистичний та

фрактальний методику аналізу розподілів елементів матриці Мюллера оптико-анізотропної складової біологічних тканин.

Для оцінки розподілів елементів матриці Мюллера $Z_{ik}(x,y)$ використовуються статистичні моменти 1-4-го порядків [1]:

$$M_1 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m |Z_{ik}|, \quad M_2 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{ik}^2}, \quad M_3 = \frac{1}{M_2^3} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{ik}^3, \quad M_4 = \frac{1}{M_2^4} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{ik}^4,$$

де m – кількість пікселів CCD-камери.

Результати досліджень. Кристалічна компонента – колагенові білки, міозин, тощо є просторово зорієнтованими двоприменезаломлюючими протеїновими фібрилами. Властивості кожної окремої фібрили моделюються оптично одноосним кристалом, напрям осі якого збігається з напрямком укладання в площині біологічної тканини, показник двоприменезаломлення визначається її речовиною. Архітектонічна сітка біологічної тканини (стінка стравоходу) утворена різноманітними двоприменезаломлюючими колагеновими фібрилами. Встановлені механізми формування поляризаційної неоднорідності об'єктивних полів біологічної тканини і нормі та патології (атрезія стравоходу). Поляризаційна візуалізація архітектонічної структури біологічної тканини різного морфологічного типу дозволяє впровадити статистичний аналіз координатних розподілів поляризаційних параметрів полів розсіяного лазерного випромінювання, що неможливо зробити при аналізі фотографій, отриманих на основі гістологічних зрізів.

На рис. 1 показана традиційна оптична схема поляриметра. Освітлення зразків полікристалічних мереж крові, тканин проводиться паралельним слабоінтенсивним пучком He-Ne лазера.

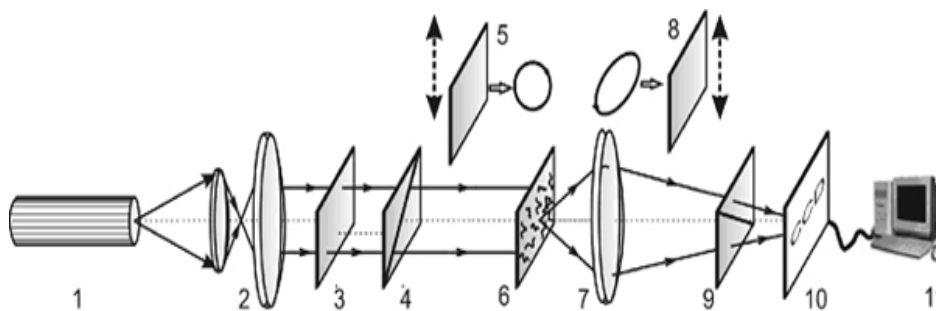


Рис. 1. Оптична схема поляриметра: 1 – He-Ne лазер; 2 – коліматор; 3 – стаціонарна чвертьхвильова пластинка; 5, 8 – механічні рухомі чвертьхвильові пластинки; 4, 9 – поляризатор і аналізатор відповідно; 6 – об'єкт дослідження; 7 – мікрооб'єктив; 10 – CCD камера; 11 – персональний комп'ютер.

Елементи матриці Мюллера стінок стравоходу в новонароджених в нормі та при атрезії стравоходу наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Елементи матриці Мюллера Z_{ik} для нормальної та патологічної ділянок стравоходу новонароджених

Z_{ik}	Нормальна ділянка	Преатретичний сегмент	Ділянка атрезії
Z_1	$0,74 \pm 0,33$	$0,57 \pm 0,025$	$0,57 \pm 0,04$
Z_2	$0,19 \pm 0,01$	$0,17 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,08$
Z_3	$0,44 \pm 0,04$	$1,46 \pm 0,03$	$2,59 \pm 0,27$
Z_4	$0,65 \pm 0,011$	$0,96 \pm 0,02$	$1,91 \pm 0,23$

Для проведення діагностики у нормі беруть елементи матриці Мюллера 3-го і 4-го порядків, які збільшуються в преатретичному сегменті та в ділянці атрезії стінки стравоходу в новонароджених у 3,31 і 5,89 і в 1,75 і 3,23 рази відповідно.

Для проведення діагностики при патології беруть елементи матриці Мюллера 3-го і 4-го порядків, які збільшуються в преатретичному сегменті та в ділянці атрезії стінки стравоходу в новонароджених у 3,34 і 6,44 і в 1,75 і 2,94 рази відповідно.

На рис. 2. наведений приклад використання лазерної поляриметри стінок стравоходу в нормі та патології (атрезії).

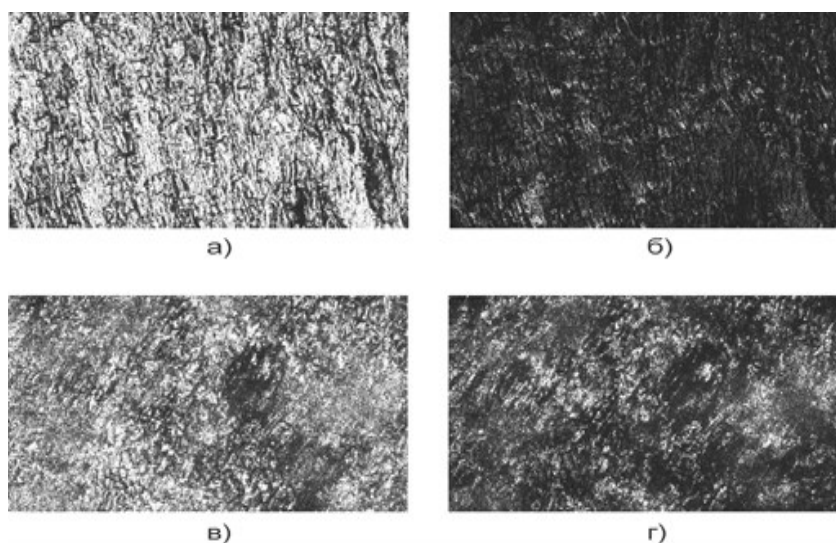


Рис.2. Лазерні поляризаційні зображення тканин стравоходу новонародженого: а – нормальна ділянка; б – преатретичний сегмент; в, г – атрезія.

На рис. 3, рис. 4 наведені поляризаційні зображення кристалітних зразків пуповинної крові новонародженого (а) та капілярної крові матері (б) з патологічними змінами для співвісних та схрещених площинах пропускання аналізатора та поляризатора.

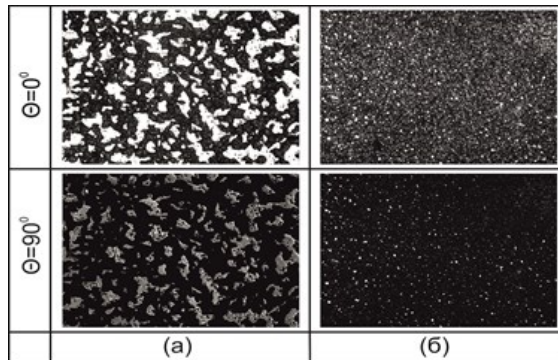


Рис. 3. Лазерні поляризаційні зображення кристалітних зразків пуповинної крові новонародженого (а) та капілярної крові матері (б) без патологічних змін для співвісних та схрещених площинах пропускання аналізатора та поляризатора.

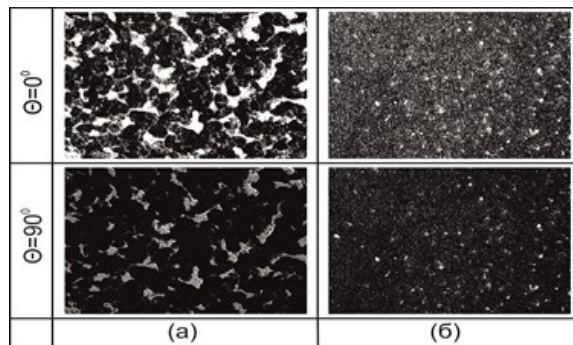


Рис. 4. Лазерні поляризаційні зображення кристалітних зразків пуповинної крові новонародженого (а) та капілярної крові матері (б) з патологічними змінами для співвісних та схрещених площинах пропускання аналізатора та поляризатора.

Проведений порівняльний аналіз лазерних зображень пуповинної крові виявив різну координатну структуру даних зразків. Для оптико-анізотропної складової зразків крові здорової людини переважають просторово-впорядковані щодо декількох напрямів. Кров новонароджених з патологічними змінами крові матері містить більшою мірою неупорядковані за напрямками оптичних осей кристалів глобулінів.

Встановлені відмінності в статистичних моментах 3-го та 4-го порядків, зокрема для мазків крові зразків пуповинної крові новонароджених без патологічних змін: статистичний момент 3-го порядку (асиметрія) в 2,34 рази більший за аналогічний параметр для зразків крові новонароджених з патологічними змінами, 4-ий параметр (ексцес) в 2,34 рази більший для зразків крові новонароджених без патології у порівнянні з аналогічними параметрами для зразків крові новонароджених з патологією.

На основі моделі у межах статистичного підходу виявлені взаємозв'язки між статистичними моментами координатних розподілів параметрів трансформованого поляризованого лазерного випромінювання, що пройшло через багат шаровий біооб'єкт і його оптико-геометричною будовою. Запропоновані результати є підґрунтям для розробки діагностичного методу двовимірної Мюллер-матричної томографії реальних багат шарових біологічних тканин.

Встановлено кореляційний зв'язок між параметрами пуповинної крові та крові матері: в нормі ($r = 0,93$), при хворобі матері ($r = 0,89$). Клітинний склад пуповинної крові повністю відображає стан гемопоєзу плода до кінця гестаційного періоду, значною мірою залежить як від особливостей перебігу вагітності та пологів, так і від перенесених захворювань.

Висновки. Методика лазерної поляризаційно-чутливої діагностики аналізу оптико-морфологічних властивостей зображень мап дозволяє кількісно оцінювати стан біологічних тканин стінки стравоходу новонароджених у нормі та при атрезії. Продемонстровано діагностичні можливості статистичного та фрактального аналізу координатних розподілів елементів матриці Мюллера зразків крові різного фізіологічного стану новонароджених та їх матері. Фрактальний та статистичний аналіз (трансформація фрактальності в мультифрактальність) показав на зменшення статистичних моментів 3-го та 4-го порядків координатних розподілів орієнтаційних елементів матриці Мюллера. Для зразків крові матерів діагностично чутливим є статистичний аналіз "орієнтаційно-фазових" елементів матриці Мюллера (збільшення статистичних моментів 3-го та 4-го порядків при патологічних змінах).

Список використаних джерел

1. Ушенко О.Г., Бойчук Т.М., Пересунько О.П., Унгурян В.П. Вектор-параметрична діагностика патологічного стану біологічних тканин людини. Чернівці, 2010. 576 с.
2. Ушенко О.Г., Заболотна Н.І. Мюллер-матрична двовимірна томографія багат шарових полікристалічних мереж біологічних тканин і рідин. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. 2010. № 2(20). С. 156-162.
3. Ушенко Ю.А., Томка Ю.Я., Дуболазов А.В., Теленька О.Ю. Диагностика изменений оптической анизотропии биологических тканей с использованием матрицы Мюллера. Квантовая электроника (Россия). 2011. Т. 41, № 3. С. 273-277.
4. De Boer J.F, Milner T.E., Nelson J.S. Determination of the depth-resolved Stokes parameters of light backscattered from turbid media by use of polarization-sensitive optical coherence tomography. Opt. Lett. 1999. Т. 24. С. 300-302.
5. Bachinskyi V., Trifonyuk L., Wanchuliak O. Laser polarimetry of biological tissues and fluids. P.7: Chapter 7. 3D methods of Mueller-matrix polarimetry of optically anisotropic biological layers Paperback – June 4, 2020. 272 p.

Бірюкова Т.В.

Термографічна діагностика варикозних захворювань

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

tanokbir@ukr.net

Термографія – метод реєстрації теплового випромінювання тіл. Термографія відноситься до методів, так званої, «пасивної діагностики», тобто прилад ніяк не впливає на об'єкт, а лише сприймає від нього інформацію.

Переваги термографії:

- безконтактність обстеження;
- достовірність діагностики;
- рання діагностика прихованих і доклінічних форм захворювань;
- собівартість проведення термографії нижча, ніж у рентгенівського методу.

Варикозне розширення вен нижніх кінцівок представлено нерівномірним мішковидним розширенням вен уздовж судини, що супроводжується неспроможністю клапанів і порушенням кровотоку.

Обстеження вен нижніх кінцівок є класичною ілюстрацією переваг тепловізійної діагностики перед іншими інструментальними методами досліджень. Проблемою номер один у клінічній флебології стоїть питання раннього розпізнавання варикозного розширення вен нижніх кінцівок, розпізнавання тієї стадії, коли можливе лікування цього дуже поширеного захворювання без хірургічного втручання.

Тепловізійна діагностика здатна виявляти не лише видимі випадки варикозної хвороби та тромбофлебіту, але й застосовуватися для діагностики прихованих їх форм, коли при зовнішньому огляді вени не змінені. Крім того, тепловізійна діагностика дозволяє при необхідності точніше визначити область хірургічного або склерозуючого втручання при лікуванні варикозного розширення вен і тромбофлебіту, наочно та безпечно контролювати ефективність лікування, об'єктивно оцінювати тяжкість та прогноз захворювання.

Захворювання вен нижніх кінцівок є важливою соціально-економічною проблемою. Кількість хворих на хронічну венозну недостатність збільшується щорічно на 2–4%. В Україні у тих чи інших формах вони діагностуються у близько 20% дорослого населення. Вивчення температурних змін тканин нижніх кінцівок при варикозній хворобі може дати нову інформацію про стан м'яких тканин при прогресуванні варикозної хвороби з формуванням хронічної венозної недостатності. Термографічні обстеження пройшли пацієнти з різним

ступенем варикозного розширення вен. У нормі температура ділянки проекції вен на поверхню шкіри лежить у межах середнього значення температур по відповідній ділянці нижніх кінцівок. При варикозному розширенні вен температура ділянки проекції уражених судин перевищує середні значення температур по відповідній ділянці на 1–2 °С залежно від стадії захворювання.

За результатами обстеження великої кількості (>200) пацієнтів різних вікових груп виявлено певну закономірність у розвитку варикозної хвороби. У хворих, у яких термографічно виявлені спазми дрібних артерій дистальних відділів кінцівок, зазвичай відзначають або початковий процес варикозного розширення вен нижніх кінцівок або запущені його форми.

Рання діагностика варикозного розширення вен є дуже актуальною проблемою, оскільки у багатьох випадках захворювання розвивається без видимих проявів і більшість пацієнтів із цією патологією мають занедбані форми. Профілактичні обстеження із застосуванням інфрачервоної термографії дозволяють розпізнати цю патологію на ранніх стадіях розвитку, а результати порівняльних повторних термографічних обстежень дають можливість необхідного коригування процесу лікування.

Список використаних джерел:

1. Стасишин, О. В. Термографічна діагностика та аналіз теплових зображень в медичній практиці. *XII Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2019 р., м. Київ, Україна : збірник праць.* Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. С. 396–399.
2. Гульчій М.В., Назарчук С.С., Дунаєвський В.І., Котовський В.Й., Тимофеев В.І. Контроль стану кровообігу нижніх кінцівок у хворих на цукровий діабет. DOI: 10.22141/2224-0721.14.8.2018.154858.
3. М.А. Андрейчин, Ю.В. Копча. Дистанційна термографія та її значення для діагностики гострого тонзиліту. *Інфекційні хвороби.* 2016. № 3(85). С. 82-88.
4. Олійник Г.А., Кремень В.О., Грязін О.Є., Тимченко О.К. Теплове випромінювання та тепловізійні дослідження в медицині. URL: http://repository.pdmu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/11854/1/Thermal_radiation_and_thermal_imaging_studies_in_medicine.pdf.

Ващенко А.О., Воронкова О.С., Воронкова Ю.С., Шевченко Т.М.

Чутливість до лікувальних препаратів бактеріофагів штамів стафілококів, що виділені з носоглотки

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

voronkova.olga.04@gmail.com

Проблема стафілококового носійства є однією з найбільш складних для вирішення. Насамперед це походить з того, що стафілококи легко інтегруються до складу мікробіоти відкритих порожнин тіла людини та його поверхні. Крім того, багато штамів стафілококів мають виражені адгезивні властивості, що сприяє їх закріпленню на біотопі. Особливу небезпеку такі мікроорганізми становлять через те, що легко поширюються на інші біотопи, конкурують з нормальною біотою та можуть провокувати інфекції або дисбіотичні стани. Також проблеми може становити широке поширення серед стафілококів генів резистентності до антибіотиків і здатності до утворення біоплівки, що ускладнює ерадикацію цих збудників [1, 2].

Метою роботи було дослідити чутливість до бактеріофагів лікувальних препаратів штамів стафілококів, що виділені з носоглотки осіб із запаленням мигдаликів.

Виконання досліджень здійснювали на базі бактеріологічного відділу Центру лабораторної медицини «ВІС-Медик» (м. Дніпро, Україна). Всього було відібрано 53 зразки біологічного матеріалу від осіб віком від 18 до 62 років. Виділення та ідентифікацію штамів стафілококів проводили відповідно до ознак, перелічених у Визначнику бактерій Берджі [3]; визначення чутливості до бактеріофагів (Бактеріофаг стафілококовий рідкий та Піобактеріофаг полівалентний (НВО «Мікроген»)) – крапельним методом [4]. Здатність до утворення біоплівки визначали з використанням мікропланшетного методу [5].

Визначено, що з 53 штамів 46 (86,8%) належали до виду *S. aureus*, а 7 (13,2%) – до виду *S. epidermidis*. Серед штамів *S. aureus* 20 (43,5%) належали до метіцилін-резистентних. Встановлено, що всі штами *S. aureus* були чутливі до фагів з препарату Бактеріофаг стафілококовий рідкий. До препарату Піобактеріофаг полівалентний чутливими були 18 (69,2%) не метіцилін-резистентних штамів *S. aureus* та 13 (65%) MRSA. Серед штамів *S. epidermidis* чутливими фагів з препарату Бактеріофаг стафілококовий рідкий були 5 (71,4%) штамів, а до фагів з препарату Піобактеріофаг полівалентний – 2 (28,6%) штамів.

Окремо було проведено аналіз результатів чутливості до бактеріофагів серед штамів, що утворювали та не утворювали біоплівку. Так, серед штамів *S. aureus* (не MRSA) до утворення біоплівки були здатні 19 (73,1%), серед MRSA – 17 (85,0%) та серед штамів *S.*

epidermidis – 6 (85,7%). Аналіз розподілу рівня чутливості до бактеріофагів з препарату Піобактеріофаг полівалентний показав, що серед не метіцилін-резистентних штамів *S. aureus* всі штами, що були чутливі без урахування здатності до утворення біоплівки, проявили чутливість. Серед MRSA 8 (61,5%) штамів з 13 чутливих до фагів препарату Піобактеріофаг полівалентний утворювали біоплівку, а 5 (38,5%) не виявили такої властивості. Серед штамів *S. epidermidis* до Бактеріофагу стафілококвого рідкого виявилися чутливими 4 плівкотвірних та один неплівкотвірний штам, а обидва чутливих до Піобактеріофагу полівалентного штами були плівкотвірними.

Отримані результати можуть розглядатися як наукове обґрунтування для призначення фаготерапії у випадку, коли штам стафілокока є резистентним до антибіотиків, а здатність до утворення біоплівки не обов'язково повинна враховуватися.

Список використаних джерел

1. Kranjčec C., Morales Angeles D., Torrissen Mårli M., Fernández L., García P., Kjos M., Diep D. B. Staphylococcal Biofilms: Challenges and Novel Therapeutic Perspectives. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 2021. 10(2). P. 131.
2. Schilcher K., Horswill A. R. Staphylococcal Biofilm Development: Structure, Regulation, and Treatment Strategies. *Microbiology and molecular biology reviews : MMBR*, 2020. 84(3). P. e00026-19.
3. Определитель бактерий Берджи в 2-х тт.: т. 2. Под ред. Хоулта Дж, Криля Н, Синга П. М. : Мир, 1997. С. 541.
4. Руководство по медицинской микробиологии: в 3-х кн. Кн. 1: Общая и санитарная микробиология. Под ред. Лабинской АС, Волиной ЕГ. М. : Бином, 2008. 1080 с.
5. Stepanovic S., Vukovic D., Dakic I., Savic B., Svabic-Vlahovic M. A modified microtiter-plate test for quantification of staphylococcal biofilm formation. *Journal of Microbiological Methods*, 2000. 40 (2). P. 175–179.

Власова О.В.

Цитогенетичний статус новонароджених хворих на неонатальний сепсис

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

vlasova.olena@bsmu.edu.ua

Вступ. Дослідження букального епітелію є найпростішим та безпечним методом для оцінки цитогенетичного статусу.

Мета. Вивчення цитогенетичного статусу у дітей хворих на неонатальний сепсис.

Матеріал та методи. Для досягнення поставленої мети проведено комплексне обстеження 260 новонароджених дітей, які у 2016-2018 роках перенесли неонатальний сепсис.

проведено вивчення особливостей прояву та лікування сепсису новонароджених, батьки яких постійно проживали в умовах альтернативної екологічної характеристики. Для цього в перший день захворювання та на початку інтенсивної терапії проводилось комплексне клініко-лабораторне дослідження, а на 3-й та 7-й день лікування акцент обстеження новонароджених зсувався в бік оцінки органної дисфункції та порушень метаболізму. У подальшому проводилось проспективне спостереження для оцінки перебігу захворювання.

Дослідження ексfolіативного букального епітелію у хворих на неонатальний сепсис проводили та оцінювали в імунологічній лабораторії кафедри педіатрії та дитячих інфекційних хвороб БДМУ за методикою Каласєва В.Н [1] з урахуванням рекомендацій [2, 3]. Букальний епітелій збирався одноразовими ватними паличками з внутрішньої поверхні слизової щік, препарати забарвлювали фарбником Романовського-Гімза . Аналізували не менше 1000 клітин за допомогою мікроскопу XSM-1.04 при збільшенні 100/1,25. Оцінювали наявність клітин з мікроядрами, протрузії типу «пухирця» та «розбитого яйця», ядра атипичної форми, а також показники проліферації (двоядерні клітини) та показники апоптозу (вакуолізації ядра, конденсації хроматину, каріопікнозу, каріолізу, каріорексису та апоптозних тіл). Оцінку цитогенетичного статусу проводили згідно формули Л.П. Сичової [4]. Виходячи з еколого-геохімічної характеристики районів Чернівецької та Хмельницької областей, яка здійснювалася за єдиними критеріями оцінки забруднення ґрунту, водних ресурсів та атмосферного повітря антропо-техногенними поллютантами [5,6], проведене картування місць постійного проживання батьків хворих на неонатальний сепсис новонароджених. При співставленні місцевих показників до середніх в усіх районах областей отримано коефіцієнти, які дозволяли оцінити екологічне благополуччя даних районів. При цьому, згідно рекомендацій [7,8], екологічна характеристика ґрунту, води і повітря оцінювалася сприятливо за величини коефіцієнта $< 2,0$ та несприятливо, коли він перевищував значення $\geq 2,0$.

Результати досліджень. Цитогенетичне дослідження ексfolіативного букального епітелію, проведене у дітей груп порівняння у 1-й день захворювання на сепсис, показав, що у хворих основної групи вірогідно частіше визначалися цитогенетичні порушення, а в новонароджених групи порівняння – проліферативні зміни та прояви апоптозу. Індекс накопичення цитогенетичних порушень у дітей основної групи становив у середньому $9,12 \pm 0,07$, а у хворих групи порівняння – $2,48 \pm 0,39$ ($P < 0,01$). У цілому, в основній групі суттєво більше траплялося хворих із високим цитогенетичним ризиком, ніж у групі порівняння (52,7% проти 33,3%, $P = 0,05$). Відмічено, що результати цитогенетичного впливу стимулів

зовнішнього середовища можна спостерігати не раніше 3-ї доби після їх впливу. Ураховуючи той факт, що каріологічний тест проводився у 1-й день захворювання, можна припустити, що вказані цитогенетичні зміни, які асоціюють із епігенетичними порушеннями, відбулися у період внутрішньоутробного розвитку дитини.

Висновок. Наявність у хворого на сепсис у 1-й день захворювання показників мікроядерного тесту, які свідчили про високий ризик цитогенетичних порушень, демонструє наявність вірогідних шансів того, що його батьки проживали в екологічно несприятливій обстановці. Так, відношення шансів у таких дітей становило 2,23 (95%ДІ: 1,26-3,95), при відносному ризику події – 1,47 (95%ДІ: 1,1-2,1). Слід відмітити, що попри низьку чутливість (52,7%) і специфічність даного цитогенетичного тесту, відношення правдоподібності за позитивного результату тесту становило 1,52, а за від'ємного результату – 0,71.

Список використаних джерел:

1. Калаев ВН, Артюхов ВГ, Нечаева МС. Микроядерный тест буккального эпителия ротовой полости человека: проблемы, достижения, перспективы. Цитология и генетика. 2014. 48(6):62-80. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/CLG_2014_48_6_11
2. Соболева НА, Калаев ВН, Нечаева МС, Калаева ЕА. Определение минимального количества анализируемых буккальных эпителиоцитов на препарате при проведении микроядерного теста. Вестник ВГУ, Серия: Химия, Биология, Фармация. 2016;3:80–84.
3. Гороява АИ, Климкина ИИ. Использование цитогенетического тестирования для оценки экологической ситуации и эффективности оздоровления детей и взрослых природными адаптогенами. Довкілля та здоров'я. 2002.1(20):44-50
4. Сычова ЛП. Цитогенетический мониторинг для оценки безопасности среды обитания человека. Гигиена и санитария. 2012.6:68-72
5. Сарчинська ТГ, редактор. Статистичний щорічник Чернівецької області за 2017 рік. Чернівці; 2018, с. 225-329.
6. Хамська ЛО, редактор. Статистичний щорічник Хмельницької області за 2017 рік. Хмельницький; 2018, с. 190-294.
7. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 639 від 10.12.2008р. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0048-09#Text>
8. Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 171 від 27.10.1997р. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98#Text>

Грищенко В.Г., Суховірська Л.П.

Особливості клінічної, лабораторної та інструментальної діагностики вірусу SARS-CoV-2

*Донецький національний медичний університет, м. Кропивницький, Україна
nodkanelegion@gmail.com, suhovirskaya2011@gmail.com*

SARS-Cov-2 (належить до роду Coronavirus, сімейства Coronaviridae) - це великі, РНК-вмісні віруси сферичної форми, діаметром 80-160 нм, з булавовидними відростками з глікопротеїну, які надають вірусу характерного зовнішнього вигляду на зображеннях, отриманих за допомогою електронної мікроскопії. SARS-CoV-2 є збудником коронавірусної інфекції, яка набула пандемічного характеру 11 березня 2020 року. Коронавірусна інфекція досить контагіозна, та має високу летальність серед груп ризику, завчасне виявлення збудника є запорукою успішного лікування.

Мета: освітлення особливостей клінічної та лабораторної діагностики інфекції викликану SARS-CoV-2.

Обговорення: клінічно можна запідозрити захворювання при наступних критеріях: температура тіла вище 38 °С, підвищення частоти дихання (вище 22), задишка при фізичному навантаженні, на комп'ютерній томографії (КТ) виявляється пневмонія з типовими для COVID-19 змінами, нестабільна гемодинаміка. При визначенні ступеня тяжкості враховують частоту дихання, сатурацію менше ніж 93 %, $PaO_2/FiO_2 \leq 300$ мм рт.ст, на КТ прогресування змін у легенях, збільшення виявлених змін на 25 %. Основним методом лабораторної діагностики є виявлення РНК методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Імуноферментний метод для постановки діагнозу не використовується. На загальному та біохімічному аналізах крові виявлені неспецифічні зміни, які вказують на органну патологію, розвиток ускладнень, декомпенсацію супутніх захворювань (наприклад цукрового діабету), мають прогностичне значення [1, 2]. Головним прогностичним показником є рівень С-реактивного білка, рівень якого пов'язаний з тяжкістю захворювання, розповсюдженням патологічних змін у легенях при пневмонії та прогнозом пневмонії. Пацієнтам з симптомами гострої дихальної недостатності рекомендується проведення коагулограми з визначенням протромбінового часу, фібриногену, D-димеру та активованій частковий тромбопластиновий час. Серед інструментальних методів діагностики головними є КТ легень, оглядова рентгенографія легень у двох проекціях, пульсоксиметрія – для визначення дихальної

недостатності та неінвазивного визначення оцінки гіпоксії, УЗД легень та плевральної порожнини [1, 2].

Висновки. Головними клінічними методи діагностики є КТ легень, визначення сатурації, частоти дихання та показники в динаміці, головним лабораторним методом дослідження є ПЛР. Серед інструментальних методів дослідження використовується КТ легень, УЗД легень та плевральної порожнини.

Список використаних джерел

1. Інфекційні хвороби, підручник / За ред. О.А. Голубовської. – К.: ВС В «Медицина», 2012. – 728 с.
2. Инфекционные болезни: национальное руководство / под ред. Н.Д. Ющука, Ю.Я. Венгерова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – (Серия «Национальные руководства»).

УДК 616.65-006.04-073-079.4

Зайцев В.І., Ілюк І.І., Кушнір С.В., Марчук О.А.

Сучасні методи виявлення раку передміхурової залози

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

zaitsev.valerii@bsmu.edu.ua

Анотація. Методи діагностики раку простати (РП), які натеper використовуються, не задовольняють повністю урологів. Тому натеper активно розробляються нові маркери та методи виявлення клінічно значущих форм злоякісних форм РП з метою уникнення непотрібних її біопсій, хоча ідеального допоки не винайдено. Серед них мультипараметрична магнітнорезонансна томографія з контрастуванням, антиген 3 раку простати, людський залозистий калікреїн 2 та ін.. Використання комбінації декількох з них може використовувється у новітніх тестах – як панель лабораторних досліджень 4К (4Kscore) та Індекс здоров'я простати (Prostate Health Index).

Ключові слова: діагностика раку простати, антиген 3 раку простати, панель лабораторних досліджень 4К.

Проблема ранньої діагностики РП зумовлена його розповсюдженістю та рівнем смертності – серед онкологічних захворювань вона знаходиться на 1-2 місці у більшості країн. Так, у 2020 р у світі було діагностовано близько 1,414,259 його випадків, а у США приблизно 30 000 чоловіків щороку помирають від РП з близько 200 000 чоловіків, у яких виявлене

захворювання. Це означає, що приблизно 15 % всіх чоловіків з раком простати можуть умерти від нього. Однак, це ж значить, що приблизно 85 % пацієнтів виживуть - доказ прогресу, зробленого сучасною наукою в лікуванні РП. За іншими даними приблизно в 1 з кожних 6 чоловіків у США може бути діагностований РП й ризик його збільшується драматично зі збільшенням віку [1].

Фактором, що призвів в свій час до переламу у боротьбі з РП став простатспецифічний антиген (ПСА). Його вміст чітко вказував на вірогідність існування РП ще за 5-7 років до появи симптомів захворювання. В США його запровадили в практику ще у 80-х роках 20-го ст. Це призвело спочатку до значного збільшення кількості випадків раку простати (тому що діагностувались випадки, які ще не проявлялись), а у подальшому різко зменшилась кількість таких хворих і різко збільшилась кількість хворих, що виявлялись на ранніх стадіях.

У клінічній практиці діагностику раку простати починають з найпростіших методів: пальцеве ректальне дослідження простати, трансректальне та трансабдомінальне УЗД, визначення ПСА, який на сьогодні є основним онкомаркером при РП. Для підвищення чутливості запропоновано використовувати різні варіанти ПСА (як загальний, вільний, його щільність тощо), але вони є тільки допоміжними маркерами.

Одним із нових неінвазивних методів візуалізації РП є мультипараметрична магнітнорезонансна томографія з контрастуванням та оцінка змін простати за системою PI-RADS. Для цього використовують контрастні речовини (Дотавіст, Гадовіст), які накопичуються в ураженій ділянці з різною інтенсивністю, в залежності від ступеня ураженої ділянки.

Для верифікації діагнозу проводять різні види біопсії простати (БП):

Секстантна біопсія простати – при даній маніпуляції, тканина береться з 6 точок, по 3 ділянки з кожної долі простати.

Мультифокальна біопсія простати – дана маніпуляція передбачає забір гістологічного матеріалу з 10-12 точок простати.

Ф'южен біопсія – матеріал береться від 16 до 32 точок під контролем УЗД та КТ, що дозволяє отримати 3D зображення.

У той же час, проведення БП є інвазивною маніпуляцією з можливими ускладненнями. Крім того, БП може виявити клінічно не значимий РП, який, можливо, ніколи не зпрогресує і пацієнт помре зовсім від іншого захворювання. Тому досі продовжується пошук чутливіших маркерів РП, які дозволяють не просто виявити пухлину, а виявляти саме агресивні форми РП [2, 3].

Найбільш багатообіцяючим новим маркером РП є антиген 3 раку простати (РСА3) - ген, який експресує РНК. РСА3 експресується лише в тканині простати людини і його кількість значно збільшується при РП. Перед здачею аналізу проводять масаж простати і при наявності пухлини його рівень у сечі може збільшуватись в 60-100 разів. На відміну від ПСА рівень РСА3 не залежить від об'єму передміхурової залози та від інших вторинних факторів. Деякі дослідження показують, що застосування РСА3 у повсякденній практиці може зменшити кількість «непотрібних» біопсій простати. Однак, аналіз сечі на РСА-3 проводиться тільки в акредитованих лабораторіях лише в 11 країнах світу (не в Україні) [4, 5].

Іншим маркером, який активно вивчається, є людський залозистий калікреїн 2 (hK2). Це специфічний калікреїн простати (виробляється епітелієм передміхурової залози з приблизно 80% гомологією послідовності ДНК з ПСА), який з'являється як потенційний додатковий компонент до ПСА як пухлинного маркера раку простати. На відміну від ПСА, hK2 є потужною протеазою, активність якої в 20 000 разів перевищує активність відносно слабкої протеази ПСА [6, 7].

Відкриття різних молекулярних форм ПСА підвищує діагностичну точність ПСА, особливо коли вони використовуються разом, що дозволяє краще відрізнити рак простатичної залози від доброякісних станів. За останні роки було вивчено кілька його ізоформ, які є результатом неповного видалення ланцюга пролідерного пептиду з семи амінокислот під назвою proPSA, який також зараз активно вивчається.

Натепер, однак, знайти якийсь один маркер, який був би достатньо чутливим для визначення саме агресивної форми РП не вдається. Тому активно ведеться розробка тестів, які одночасно враховують декілька маркерів та за допомогою формули вираховується ризик РП. Найбільш відомими з них є Панель лабораторних досліджень 4К (4Kscore) та Індекс здоров'я простати (Prostate Health Index (PHI)).

4Kscore заснований на основі визначення чотирьох калікреїнів сироватки крові: загальний ПСА (tPSA), вільний ПСА (fPSA), інтактний ПСА (iPSA) та hK2. Рівні цих біомаркерів об'єднуються в алгоритмі разом із віком пацієнта, результатами пальцевого ректального дослідження та будь-якими попередніми результатами біопсії для прогнозування ризику розвитку агресивного РП. Кілька досліджень також показали, що 4Kscore забезпечує вищу діагностичну точність для виявлення РП в цілому, а також агресивного РП порівняно із загальним ПСА або відсотком вільного ПСА. 4Kscore рекомендований багатьма міжнародними асоціаціями для визначення необхідності проведення БП. На даний час, тест "4Kscore" доступний лише в США [8].

Іншим варіантом є РНІ, який поєднує сироваткові концентрації ПСА, fPSA і proPSA і розраховується за формулою. РНІ отримав дозвіл Управління з контролю за продуктами і ліками (FDA) для використання як допоміжний засіб диференціації РП від доброякісних станів передміхурової залози [9].

Крім того, у клінічній практиці досліджуються інші нові маркери раку простати, зокрема мікроРНК, метильовані гени GSTP1, SFRP2, IGFBP3, IGFBP7, APC, PTGS2, але щодо них, ще не отримано достатньо інформації.

Список використаних джерел

1. <https://www.cancer.net/cancer-types/prostate-cancer/statistics>
2. <https://www.cancer.org/cancer/prostate-cancer/detection-diagnosis-staging/acs-recommendations.html>
3. <https://uroweb.org/guidelines/prostate-cancer/chapter/classification-and-staging-systems>
4. Pentylala S, Whyard T, Pentylala S, et al. Prostate cancer markers: An update. Biomed Rep. 2016;4(3):263-268. doi:10.3892/br.2016.586
5. Garrido MM, Bernardino RM, Marta JC, Holdenrieder S, Guimarães JT. Tumour markers in prostate cancer: The post-prostate-specific antigen era. Annals of Clinical Biochemistry. 2022;59(1):46-58. doi:10.1177/00045632211041890
6. Potter SR, Partin AW. Tumor markers: an update on human kallikrein 2. Rev Urol. 2000;2(4):221-222.
7. Duffy, Michael J.. "Biomarkers for prostate cancer: prostate-specific antigen and beyond" Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), vol. 58, no. 3, 2020, pp. 326-339. <https://doi.org/10.1515/cclm-2019-0693>
8. White, J, Shenoy, BV, Tutrone, RF, et al. Clinical utility of the prostate health index (phi) for biopsy decision management in a large group urology practice setting. Prostate Cancer Prostatic Dis 2018; 21: 78–84.

УДК 53.01, 535.341.08, 535.341.6

Зайцева О.В., Лукомський Д.В., Чайка О.М., Чалий К.О., Чалий О.В.

Явище ослаблення світла в розчинах як фізична основа методу пульсоксиметрії

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

dlukom.mbf@gmail.com

Анотація. Одним із найважчих проявів нової коронавірусної хвороби COVID-19 стало швидке ураження легень, яке супроводжувалося падінням насичення крові киснем. Оскільки такі травми могли протікати майже безсимптомно, вони часто призводили до пізньої госпіталізації і, як наслідок, до серйозних захворювань або смерті. На цьому тлі особливої актуальності набула задача моніторингу рівня сатурації крові киснем. Цю функцію ефективно виконує пульсоксиметр – портативний, неінвазивний, відносно недорогий прилад, який практично

миттєво визначає насичення і здатний зробити це в будь-який час і в будь-якому місці. Враховуючи актуальність теми, зупинимося на фізичних основах пульсоксиметрії, яка виявилася такою важливою під час пандемії COVID-19.

Ключові слова: пульсоксиметрія, ослаблення світла, сатурація, гемоглобін.

Вимірювання різних показників пульсації артеріальної крові базується на фотометричних методах. До їх основи покладено здатність біологічних тканин змінювати ступінь поглинання, розсіювання або відбиття світлового потоку, що проходить через неї. Відповідно до закону Бугера-Ламберта, ослаблення інтенсивності світла в об'єкті з однорідними оптичними властивостями залежить від товщини шару, через який проходить це випромінювання (див., наприклад, підручник [1]):

$$I = I_0 e^{-\alpha d} \quad (1)$$

де I – інтенсивність світлового потоку, що проходить через тканину, I_0 – інтенсивність падаючого світлового потоку, α – коефіцієнт ослаблення світла в залежності від довжини хвилі випромінювання та оптичних властивостей тканини, d – товщина тканини, що поглинає та розсіює світло.

У випадку суміші, наприклад, кисню в крові, коефіцієнт ослаблення, як показав Бер, залежить від концентрації C розчиненої речовини (кисню) наступним чином:

$$\alpha = \alpha_e C \quad (2)$$

Тут α_e – коефіцієнт екстинкції (коефіцієнт ослаблення в розчині одиничної концентрації). Обидва співвідношення (1) та (2) разом дають закон Бугера-Ламберта-Бера, використання якого лежить в основі методу пульсоксиметрії:

$$I = I_0 e^{-\alpha_e C d} \quad (3)$$

Якщо світловий потік пропустити через біологічну тканину, що містить артеріальні судини, і оцінити величину світлового потоку, пропущеного через неї, то ослаблення світлового випромінювання залежатиме від товщини біологічної тканини, її структури, розмірів кровоносних судин та спектрального складу джерела світла.

Залежність ослаблення світла від часу має дві складові: «пульсуючу» компоненту, обумовлену зміною об'єму артеріальної крові при кожному ударі серця – систолі, і «постійну» компоненту, що визначається часткою поглиненого та розсіяного світла у вимірюваному пульсовому циклі під час діастолі та оптичними характеристиками досліджуваної венозної,

капілярної крові, кісток, шкіри та інших біологічних тканин. Максимальне ослаблення інтенсивності світла відповідає моменту максимального кровопостачання судини під час систоли, а мінімальне ослаблення відбувається, відповідно, під час діастоли.

Пульсоксиметр – це прилад, призначений для неінвазивного вимірювання насичення артерій киснем у периферичних судинах та частоти серцевих скорочень. Насичення киснем SpO_2 визначається як відношення концентрації оксигемоглобіну $[HbO_2]$ до загальної концентрації гемоглобіну в крові $[HbO_2] + [Hb]$ (оксигемоглобін + відновлений гемоглобін):

$$SpO_2 = \frac{[HbO_2]}{[HbO_2] + [Hb]} \quad (4)$$

Оксиметрія – це термін, що стосується оптичного вимірювання насичення оксигемоглобіном, тоді як пульсоксиметрія описує особливу техніку, що використовує переваги пульсуючого артеріального кровотоку.

Пульсоксиметр зазвичай містить подвійне джерело світлового випромінювання і випромінює світло через напівпрозору частину тіла (зазвичай ніготь або мочку вуха). Цей пристрій використовує два світлодіоди, що генерують видиме червоне світло (з довжиною хвилі ≈ 650 нм) та інфрачервоне випромінювання (з довжиною хвилі ≈ 950 нм), а також фотодетектори (детектори світла) для визначення інтенсивності, що пройшла через цю частину тіла.

Припустимо, що пульсоксиметр випромінює електромагнітну хвилю (видиму або інфрачервону) певної довжини λ і початкової інтенсивності I_0 . Така хвиля проходить через певну частину тіла, що періодично змінює свою товщину за рахунок серцебиття, і інтенсивність цієї хвилі спадає за законом Бугера-Ламберта-Бера (3). На рис. 1 показані моменти серцевого циклу: а) коли ця товщина найменша, отже, інтенсивність I_1 пропущеної хвилі, отримана на фотодетекторі, є найбільшою; б) коли ця товщина найбільша і, відповідно, інтенсивність I_2 пропущеної хвилі, що надходить на фотодетектор, є найменшою. Підкреслимо, що вимірювання артеріальної сатурації оксигемоглобіну є неінвазивним вимірюванням.

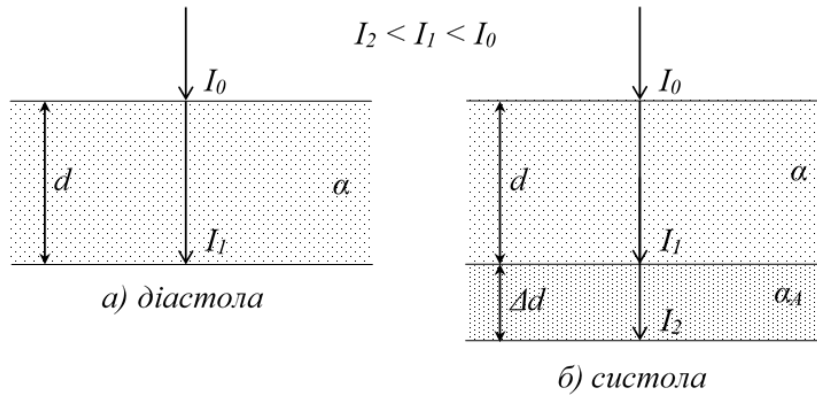


Рис. 1. Зміна інтенсивності світла після проходження через певну частину тіла (ніготь, мочку вуха) у момент: а) діастоли; б) систоли.

Тут α – коефіцієнт ослаблення «постійної» (діастолічної) складової, тобто венозної, капілярної крові, кісток, шкіри та інших досліджуваних тканин, а α_A – коефіцієнт ослаблення «пульсуючої» складової, тобто тієї частини ділянки, що утворюється внаслідок додаткового припливу збагаченої киснем артеріальної крові при кожному скороченні серця.

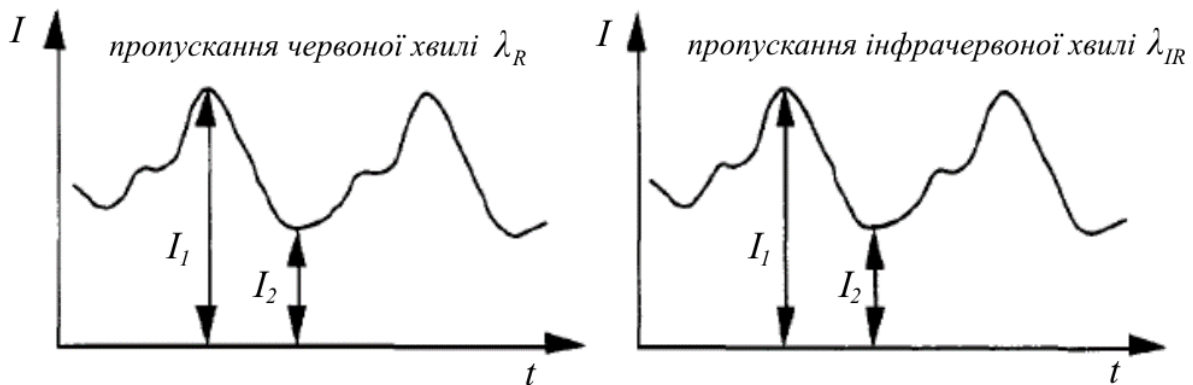


Рис. 2. Залежність інтенсивності світла, отриманої на фотодетекторі, від часу протягом пари серцевих циклів для червоної та інфрачервоної довжин хвиль [2].

На рис. 2 показано фіксацію пульсоксиметром інтенсивності I електромагнітної хвилі, що проходить через ділянку тіла на двох довжинах хвилі (λ_R та λ_{IR}), як функцію часу t . Далі протягом кількох серцевих циклів пульсоксиметр визначає максимальні значення пройденої інтенсивності I_1 та мінімальні I_2 на двох довжинах хвилі: λ_R та λ_{IR} .

Потім внутрішній процесор пульсоксиметра обчислює величину R_S як відношення логарифмів пройдених інтенсивностей I_1 та I_2 для довжини хвилі червоного випромінювання (λ_R) та довжини хвилі інфрачервоного випромінювання (λ_{IR}):

$$R_S = \frac{\ln[I_2(\lambda_R)/I_1(\lambda_R)]}{\ln[I_2(\lambda_{IR})/I_1(\lambda_{IR})]} = \frac{\alpha_A(\lambda_R)}{\alpha_A(\lambda_{IR})} \quad (5)$$

Важливість цієї формули полягає в тому, що відношення R_S логарифмів пройдених інтенсивностей не залежить ні від початкової інтенсивності I_0 , ні від товщин ділянки d і Δd , а залежить лише від інтенсивностей I_1 і I_2 , що проходять через ділянку на різних довжинах хвиль та реєструються фотодетектором.

Ідея роботи пульсоксиметра полягає в тому, щоб використати той факт, що оксигемоглобін і його деоксигенована форма мають істотно різне ослаблення інтенсивності світла на певних довжинах хвилі, і, отже, такі ослаблення світла оксигенованим гемоглобіном (HbO_2) і дезоксигенованим гемоглобіном (Hb) значно відрізняються на двох довжинах хвилі λ_R і λ_{IR} (червоній/інфрачервоній).

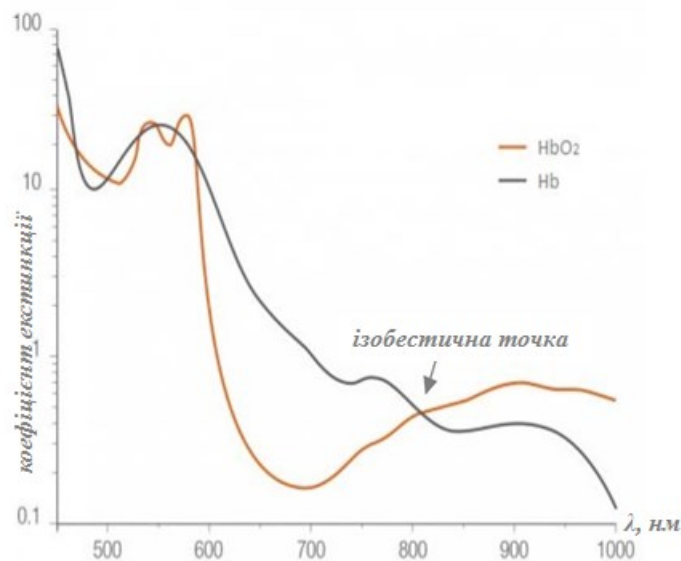


Рис. 3. Залежність коефіцієнтів екстинкції α_e для Hb і HbO_2 від довжини хвилі падаючого світла (ізобестична точка – це довжина хвилі, при якій відбувається однакове ослаблення двома різними молекулами) [2]

Дійсно, довжини хвилі червоного λ_R та інфрачервоного λ_{IR} випромінювання становлять приблизно 650 нм та 950 нм відповідно (для різних моделей пульсоксиметрів ці довжини хвиль можуть незначно відрізнятися).

На рис. 3 показано, що коефіцієнт екстинкції $\alpha_{eD}(\lambda_R)$ дезоксигенованого гемоглобіну (Hb) значно вищий за коефіцієнт екстинкції $\alpha_{eO}(\lambda_R)$ оксигенованого гемоглобіну (HbO_2) на довжині хвилі $\lambda_R \approx 650$ нм із видимого діапазону. Навпаки, коефіцієнт екстинкції $\alpha_{eO}(\lambda_{IR})$ оксигемоглобіну (HbO_2) значно вищий за коефіцієнт екстинкції $\alpha_{eD}(\lambda_{IR})$ дезоксигемоглобіну (Hb) на довжині хвилі $\lambda_{IR} \approx 950$ нм в інфрачервоному діапазоні.

Отже, враховуючи (2) для розчинів оксигемоглобіну (HbO_2) та дезоксигемоглобіну (Hb), а також означення сатурації SpO_2 (4) та зв'язок коефіцієнтів ослаблення α_A на різних довжинах хвилі (λ_R та λ_{IR}) з величиною R_S (5), можна встановити формулу зв'язку між сатурацією SpO_2 і величиною R_S :

$$SpO_2 = \frac{\alpha_{eD}(\lambda_R) - \alpha_{eD}(\lambda_{IR}) \cdot R_S}{\alpha_{eD}(\lambda_R) - \alpha_{eO}(\lambda_R) + (\alpha_{eO}(\lambda_{IR}) - \alpha_{eD}(\lambda_{IR})) \cdot R_S} \cdot 100\% \quad (6)$$

Графічно залежність SpO_2 від R_S , що випливає із закону Бугера-Ламберта-Бера, є гіперболою, як показано на рис. 4.

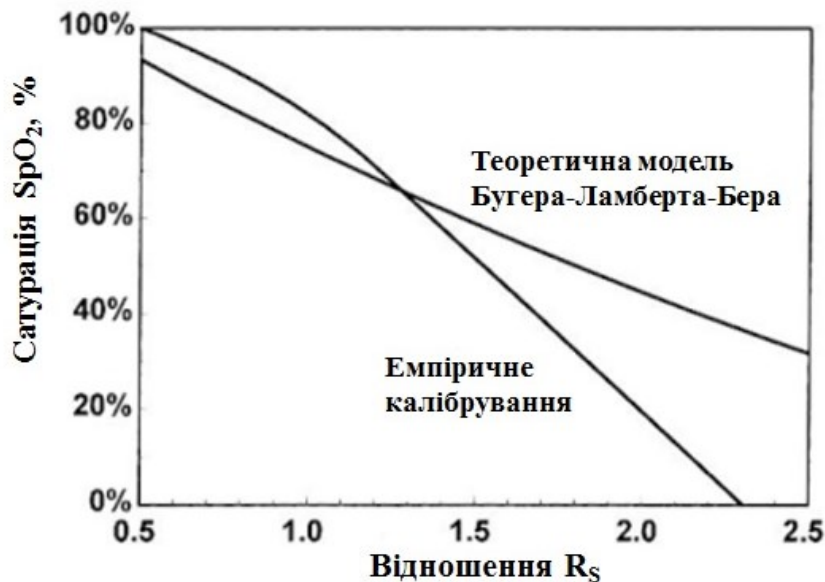


Рис. 4. Теоретичні та емпіричні залежності сатурації SpO_2 від визначеного пульсоксиметром відношення R_S [2].

Отже, після обчислення процесором пульсоксиметра коефіцієнту R_S (5) наступним процесорним розрахунком має бути підстановка R_S у теоретичну формулу (6) для розрахунку сатурації SpO_2 і відображення її значення на дисплеї. Але незалежні вимірювання сатурації показують, що теоретична формула (6) не є точною, особливо за досить низьких значень сатурації SpO_2 . У зв'язку з цим слід зазначити, що вивчення теоретичних основ закону Бугера-Ламберта-Бера [3] та практичне застосування методу пульсоксиметрії виявили, поряд з його перевагами, і деякі додаткові недоліки [4-9]. Тому замість теоретичної формули (6) для знаходження сатурації SpO_2 за відомою величиною R_S використовується емпірична калібрувальна таблиця відповідності значень SpO_2 та R_S , яка зберігається в пам'яті

пульсоксиметра. Дані для цієї таблиці отримані в результаті вдихання збіднених кисневих сумішей здоровими пацієнтами.

На рис. 4 наведено графіки залежності $SpO_2(R_S)$ на основі двох підходів: теоретичної формули (6) з використанням закону ослаблення Бугера-Ламберта-Бера та емпіричної калібрувальної таблиці. Легко помітити, що теоретичний та емпіричний графіки тісно корелюють в області високих сатурацій, що найбільш характерно для пацієнтів без тяжкого ураження легень.

Таким чином, пульсоксиметр оцінює насичення артерій киснем і надає життєво важливу інформацію про кардіо-респіраторну функцію пацієнта. Перевагами цього методу є неінвазивність та постійна доступність даних. Він забезпечує режим моніторингу насичення киснем у режимі реального часу і може використовуватися для діагностичних цілей у широкому спектрі медичних спеціальностей, таких як анестезіологія, невідкладна допомога, інтенсивна терапія і, навіть, спостереження за пацієнтами вдома.

Тема, якій присвячена ця стаття, має бути, на нашу думку, невід'ємною складовою основної дисципліни «Медична та біологічна фізика», а також відповідних вибіркової дисциплін (наприклад, в НМУ імені О.О. Богомольця вибіркової дисципліни «Медична апаратура: фізичні та біофізичні принципи»), які вивчають студенти всіх спеціальностей у вищих медичних закладах освіти України.

Список використаних джерел

1. «Медична і біологічна фізика» / За ред. О.В.Чалого. - К. : Книга плюс, 2004.
2. Christian Baumgartner, Theresa Rienmüller, Sonja Langthaler (2019). Pulse Oximetry: Laboratory Tutorial. Biomedical Sensor Systems Laboratory, 1-17.
3. Lakoza EI, Chalyi AV. (1983) Multiple light scattering near the critical point. *Sov Phys Usp (Successes in Physical Sciences)* 26: 573-603.
4. Severinghaus JW. (1994) Nomenclature of oxygen saturation. *Adv Exp Med Biol.* 345:921–923.
5. Young IH, Le Souëf PN.(1993) Clinical oximetry. *Med J Aust.* 159(1):60–62.
6. Williams AJ, Stein M. (1992) Screening for obstructive sleep apnea using pulse oximetry. *West J Med.* 157(2):175–176.
7. Mendelson Y. (1992) Pulse oximetry: theory and applications for noninvasive monitoring. *Clin Chem.* 38(9):1601–1607.
8. Mardirossian G, Schneider RE. (1992) Limitations of pulse oximetry. *Anesth Prog.* 39(6):194–196.
9. Pierson DJ. (1990) Pulse oximetry versus arterial blood gas specimens in long-term oxygen therapy. *Lung.* 168 (Suppl):782–788.

Іващук С.І., Соколенко М.О., Мишковський Ю.М.

Спосіб профілактики загострення хронічного панкреатиту

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

serge.ivash@gmail.com

Загострення хронічного панкреатиту є серйозною медичною проблемою, якою займаються гастроентерологи, хірурги і сімейні лікарі. Хронічний панкреатит – одне з поширених гастроентерологічних захворювань, яке становить близько 8-10% усіх захворювань органів травлення. У зв'язку з цим, залишаються актуальними дослідження факторів ризику виникнення даного захворювання та його загострення і, відповідно, профілактики.

У медичній практиці використовується медикоментозно-дієтична профілактика загострення хронічного панкреатиту, шляхом призначення комплексу препаратів і дієти, в осінній та весняний періоди [2]. Проте, її недоліками є те, що не враховуються коливання активності підшлункової залози впродовж року і можливість загострення у зимовий та літній періоди.

Аналіз історій хвороб 402 пацієнтів, які знаходилися на лікуванні з приводу гострого панкреатиту і загострення хронічного панкреатиту у Лікарні швидкої медичної допомоги м. Чернівці (хроноаналіз частоти реєстрації загострення хронічного панкреатиту проводили за датою виникнення загострення) виявив наявність, особливо, з урахуванням лінії тренда, 4 піків зростання захворюваності з дискретністю у 3 місяця, що збігаються з хронобіоритмами підвищення активності підшлункової залози.

Для забезпечення ефективності профілактики загострення хронічного панкреатиту нами запропоновано врахування хронобіологічних ритмів коливання активності підшлункової залози та її функціональної напруженості впродовж року. Даний підхід ґрунтується на тому, що активність підшлункової залози коливається впродовж року і, фактично, є цирканнулярним (ультраннулярним) біоритмом і, відповідно, змінюється що 3 місяця, а отже досягає свого піку 4 рази на рік: у січні, березні, червні-липні та вересні-жовтні [1]. Отже, при профілактиці загострення хронічного панкреатиту доцільним є узгодження її проведення із хронобіоритмами підвищення активності підшлункової залози, коли хворим на хронічний панкреатит проводиться профілактичне призначення лікарських засобів (інгібітори ферментів, спазмолітики, холеретики, холекінетики, гепатопротектори, інгібітори протонної помпи та ін.)

і дієти за місяць до досягнення пікової активності підшлункової залози, а саме в наступні періоди року: січень, березень, червень-липень, вересень-жовтень.

Практичне використання запропонованого способу хронобіологічно узгодженої медикаментозно-дієтичної профілактики загострення хронічного панкреатиту в період максимально можливої захворюваності та період акрофази по напруженню підшлункової залози забезпечує зменшення захворюваності, сприяє скороченню загальної непрацездатності населення та поліпшенню якості життя.

Список використаних джерел

1. Комаров О.М., Рапопорт С.И. Хронобиология и хрономедицина // М.: Триада-Х, 2000. - 488 с.
2. Христич Т. Н. Хроноритмы и особенности течения хронического панкреатита [Электронный ресурс] / Т. Н. Христич, В. П. Пишак, Т. Б. Кендзерская // Новости медицины и фармации. – 2007. – No 226. – Режим доступа : URL : <http://www.mif-ua.com/archive/article/3914>)

Кметь О.Г.

Фармакологічна модуляція ГАМК-рецепторів головного мозку щурів карбацетамом при експериментальній нейродегенерації

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

kmet.olga@bsmu.edu.ua

На сьогоднішній день відсутні ефективні методи профілактики та лікування нейродегенеративних захворювань. Тому необхідні нові патогенетичні напрямки терапії цієї патології. Згідно останніх літературних даних відомо, що плазміновий протеолітичний каскад має відношення до утворення β -амілоїдного пептиду, який може агрегуватися у фібрили та відкладатися у вигляді позаклітинних бляшок у паренхімі мозку [1]. При цьому підвищений рівень фібриногену призводить до зміни реологічних властивостей крові, реактивності судин і порушення цілісності ендотеліального шару [2]. Осадження фібриногену з перетворенням у фібрин, збільшує запалення та проникність судин у місці утворення [3]. Відкладання фібрину в центральній нервовій системі через пошкоджений гемато-енцефалічний бар'єр збільшує запалення за рахунок активації мікроглії [4]. Отже, підвищення рівня фібриногену може сприяти патології судин та дисфункції нейронів.

Хоча точної причини нейродегенерації все ще не відомо, однак більшість даних свідчать про те, що хронічне запалення є основним процесом, який ініціює прогресуючий

характер даної патології. Водночас ГАМК може зменшити запалення, або ж навпаки недостатня її функція може сприяти його неконтрольованому прогресуванню [5].

Тому метою нашого дослідження було вивчити вплив модулятора ГАМК-рецепторів, карбацетаму, на протеолітичну та фібринолітичну активність кори головного мозку та гіпокампа при моделюванні скополамін-індукованої нейродегенерації.

Експерименти проводились на лабораторних нелінійних білих щурах-самцях. Для створення моделі нейродегенерації щурам вводили внутрішньоочеревинно (в/оч) скополаміну гідрохлорид (Sigma, США) дозою 1 мг/кг маси тіла, один раз на добу впродовж 27 днів. На 28-й день експерименту групам щурів розпочинали курсове (14 днів) введення карбацетаму в/оч дозою 5 мг/кг маси тіла. Стан протеолітичної активності визначали на основі реакції з альбуміном (лізис низкомолекулярних білків), колагеном і казеїном (лізис високомолекулярних білків). Дослідження фібринолітичної активності проводили за оцінкою ступеня зафарбовування розчину внаслідок утворення плазміну в присутності ϵ -амінокапронової кислоти (неферментативна фібринолітична активність) або без неї (сумарна фібринолітична активність). Ферментативну фібринолітичну активність (ФФА) визначали за різницею між сумарною і не ферментативною активністю тканин.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили з використанням параметричного t-критерію Стьюдента.

Аналізуючи дані нашого дослідження при застосуванні карбацетаму при скополамін індукованій нейродегенерації, бачимо, що даний препарат впливає на протеолітичні та фібринолітичні процеси головного мозку. Отримані результати зумовлені модулюючим впливом карбацетаму на ГАМК-рецептори. Оскільки довготривалий дефіцит даного медіатора порушує проникність гемато-енцефалічного бар'єру, ініціює запалення судин та тканин мозку, тим самим, сприяючи нейродегенеративним процесам. Відповідно нормалізація концентрації ГАМК, через модулюючий вплив на даний тип рецепторів, зменшує запалення і, тим самим, сповільнюються протеолітичні та фібринолітичні процеси у досліджуваних структурах.

Проведене дослідження демонструє протекторний вплив карбацетаму при скополамін індукованій нейродегенерації за рахунок пригнічення протеолітичних процесів.

Список використаних джерел

1. Klohs J. An Integrated View on Vascular Dysfunction in Alzheimer's Disease. *Neurodegener Dis* 2019;19:109–127.
2. Petersen MA, Ryu JK, Akassoglou K. Fibrinogen in neurological diseases: mechanisms, imaging and therapeutics. *Nat Rev Neurosci*. 2018;19(5):283-301. doi:10.1038/nrn.2018.13

3. Davalos D, Akassoglou K. Fibrinogen as a key regulator of inflammation in disease. *Semin Immunopathol.* 2012;34(1):43-62.
4. Costantino Iadecola, M.D. The pathobiology of vascular dementia. *Neuron.* 2013;80(4):844-866. doi: 10.1016/j.neuron.2013.10.008, Sweeney, M., Sagare, A. & Zlokovic, B. Blood–brain barrier breakdown in Alzheimer disease and other neurodegenerative disorders. *Nat Rev Neurol* 14, 133–150 (2018).
5. Błaszczyk JW. Parkinson's Disease and Neurodegeneration: GABA-Collapse Hypothesis. *Front Neurosci.* 2016;10:269.

Кметь Т.І., Тимкул Д.М.

Особливості впливу двобічної каротидної ішемії-реперфузії на щільність нервових клітин кори лобової частки півкуль головного мозку в самців-шурів із цукровим діабетом

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

kmet.taras@bsmu.edu.ua

Ішемічний інсульт і такі ускладнення цукрового діабету (ЦД) як гіпоглікемічні, кетоацидотичні та гіперглікемічні коми призводять до ішемії головного мозку з подальшою його реперфузією та порушення енергетики нервових клітин. Усі ці стани призводять до посиленої генерації вільнорадикальних сполук, порушення цілісності мембран, що стає причиною відстроченої загибелі цих клітин.

Згідно даних літератури, за умов активації вільнорадикальних процесів чи зниження потужності антиоксидантного захисту однією з найбільш ранніх реакцій клітин є зниження їх кількісного складу. Тому вивчення ранніх та пізніх молекулярно-клітинних механізмів пошкодження нейронів при цукровому діабеті та ішемії є актуальним і значимим для розробки в подальшому шляхів фармакологічної корекції цих патологій.

Саме тому ми продовжили свої дослідження патогенезу ураження кори лобової частки (КЛЧ) півкуль головного мозку при ускладненні цукрового діабету гострим порушенням мозкового кровообігу вивченням динаміки змін щільністю розташування нервових клітин.

Експеримент проведений на щурах-самцях 6-ти місячного віку. Дослідних тварин було поділено на наступні групи: 1. Контрольні тварини; 2. Щури з ЦД; 3. Тварини з ЦД, яким моделювали 20-хвилинну двобічну каротидну ішемію-реперфузію (ДКІР) з одноденною реперфузією; 4. Щури з ЦД, яких виводили з експерименту на 12-ту добу після моделювання 20-хвилинної ДКІР. Для проведення морфометричних досліджень головний мозок фіксували

в розчині Буена впродовж 24 год, потім за стандартною схемою проводили гістологічну проводку і тканину заливали в парафін, готували серійні зрізи товщиною 5 мкм. Морфометричний аналіз щільності нейроцитів (кількість клітин на 1 мм² площі зрізу кори мозку) здійснювали в автоматичному режимі за допомогою програми VIDAS-2,5 (Kontron Elektronik, Німеччина).

За результатами експериментального дослідження встановлено, що ішемія-реперфузія та стрептозотоцин-індукований цукровий діабет за умов ізольованої та поєднаної дії мають неоднозначний вплив на нервові клітини КЛЧ.

Зокрема, у тварин без ЦД щільність нервових клітин після 20-хвилинної ішемії-одногородинної реперфузії (ранній постішемичний період) достовірно зменшилася на 8 % відносно показників у контрольних тварин. У пізньому постішемичному періоді (12-та доба спостереження) даний параметр зменшився в 1,6 рази відносно показника в контрольних щурів і в 1,5 рази – відносно раннього терміну спостереження відповідно.

У щурів із тримісячним стрептозотоцин-індукованим діабетом щільність нервових клітин КЛЧ великих півкуль виявилася меншою в 1,1 рази відносно показника у контрольній групі тварин, що може бути свідченням загибелі даних типів клітин.

В обидва терміни ішемічно-реперфузійного пошкодження в досліджуваній частці кори тварин із діабетом щільність розташування нейроцитів залишалася на рівні такої в щурів із неускладненим діабетом.

У ранньому ішемічно-реперфузійному періоді в щурів із тримісячним ЦД щільність нейронів у КЛЧ великих півкуль головного мозку виявилася меншою на 10 % стосовно групи щурів із 20-хвилинною ішемією/одногородинною реперфузією без порушення вуглеводного обміну. Однак, у пізньому постішемичному періоді в щурів із діабетом досліджуваний показник перевищував аналогічний параметр у групі тварин із нормоглікемією на 12-ту добу спостереження на 37 %.

Враховуючи вищевикладене можна констатувати, ЦД модифікує реакцію щільності розташування ендотеліальних клітин досліджуваної частки кори на неповну глобальну ішемію-реперфузію головного мозку як у ранньому, так і у пізньому постішемичному періоді.

Кричка Н.В., Янішен І.В.

Значимість функціональних проб при ортопедичному лікуванні хворих з повною відсутністю зубів

Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна

krichka15@ukr.net

На сьогодні, на жаль відмічається збільшення пацієнтів з повною відсутністю зубів. Ортопедичне лікування повними знімними конструкціями, в свою чергу, спрямовано на підвищення рівня функціональних та естетичних вимог пацієнтів, що поліпшує якість життя та наданої ортопедичної допомоги [10,14,16].

Проведений мета-аналіз джерел літератури свідчить, що потреба в протезуванні зубних дефектів рядів знімними протезами у пацієнтів після 50 років досягає 56%, у той же час у осіб молодшого віку (від 40 до 50 років) знімні протези застосовуються також досить часто (від 15 до 20%) [5, 7, 13].

Статистика останніх років показує, що пацієнти похилого віку складають досить великий і постійно зростаючий сегмент при наданні ортопедичної допомоги. Протиріччя між складністю та спрощеністю підходів до його вивчення основне протиріччя сучасної геронтології, науки про людей похилого віку [1, 3, 15].

Ортопедичне стоматологічне лікування не тільки є місцевим втручанням, а й діє на організм людини загалом. При цьому однією з головних проблем, що залучають пильну увагу авторів, є адаптація пацієнта до виготовленої ортопедичної конструкції [2, 6, 8, 12].

При користуванні знімними протезами часто виникають порушення запального характеру, що призводить згодом до стійких морфологічних і функціональних порушеннях тканин протезного ложа [4, 9, 11].

Саме тому ми поставили собі за мету підвищення якості протезування повними знімними протезами, а саме удосконалення функціональних проб при ортопедичному лікуванні пацієнтів з повною відсутністю зубів.

У 128 хворих (65 — чоловічої статі та 63 — жіночої) із повною відсутністю зубів, які користуються повними знімними пластинковими протезами, ми визначали місця артикуляції кінчика язика із зубами, співвідношення передніх зубів, контролюючи чіткість вимови слів, співвідношення групи передніх зубів до вертикальної площини під час функціонування (рис. 1а).

З метою вдосконалення методу нами було визначені ознаки-орієнтири функціональної розмовної проби: відносно співвідношення передніх зубів верхньої і нижньої щелеп та язика під час розмови.

- Перша ознака-орієнтир – висування верхніх зубів над нижніми, а ріжучий край різців обох щелеп здебільшого знаходяться в одній горизонтальній площині (рис.1б).

- Друга ознака-орієнтир – кінчик язика, під час розмови, своєю поверхнею контактує з піднебінною поверхнею передніх верхніх зубів і частково з альвеолярним відростком у цій ділянці, а його нижня поверхня знаходиться на рівні різцевих країв верхніх зубів (рис.1в).

- Третя ознака-орієнтир – край розімкнених передніх зубів, який розташовано в одній вертикальній площині, під час прийому їжі, приблизно до 20 мм (рис.1г).

- Четверта ознака-орієнтир – чітка та зрозуміла вимова слів.

- П'ята ознака-орієнтир – роз'єднання бокових зубів (на 2-3 мм) у положенні функціонального спокою нижньої щелепи.

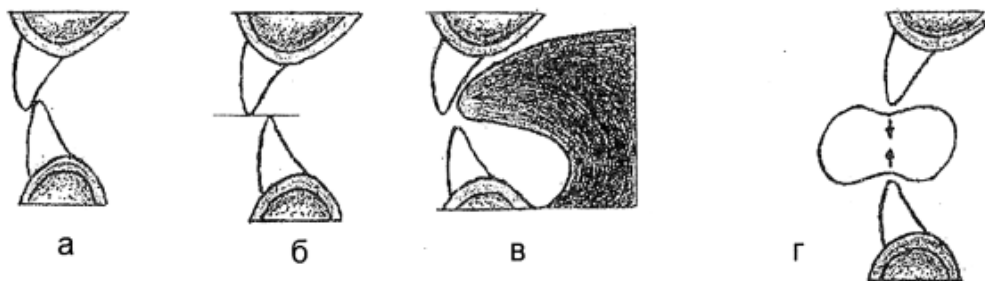


Рис. 1. Ознаки-орієнтири під час конструювання зубних рядів

Ознаки-орієнтири, які відповідають нормі співвідношення щелеп під час розмовної проби, визначали на таких клінічних етапах:

- визначення центрального співвідношення беззубих щелеп;
- перевірка конструкції протезів;
- накладення готових протезів на протезні ложа щелеп;
- контрольна перевірка якості знімних протезів.

Дані спостережень свідчать, що 19 хворих були незадоволені користуванням ПЗПП унаслідок недостатньої їх фіксації і стабілізації. Ми користувалися робочою таблицею нормативних ознак функціональних проб при виготовленні ПЗПП.

Таким чином, тести-ознаки є орієнтири за допомогою яких ми конструювали повні знімні протези під час клінічних і лабораторних етапів лікування. Саме застосування ознак-орієнтирів функціональних проб дозволило усунути причинні фактори недостатньої фіксації і стабілізації, що є перспективним для практичного впровадження.

Список використаних джерел

1. Ватаманюк М.М., Беліков О.Б., Максимів О.О. Повна втрата зубів. Поширеність. Потреба в ортопедичному лікуванні. // М.М. Ватаманюк, О.Б. Беліков, О.О. Максимів та ін. / Буковинський медичний вісник № 4(64). - 2012. – С. 191-195.
2. Глазунов О.А., Рабовил М.И., Глазунов А.О. Окклюзионная плоскость прикусного валика и оценка метода ее формирования по Н.И. Ларину. // О.А. Глазунов, М.И. Рабовил, А.О. Глазунов. / Вісник стоматології №3. 2013. – С. 54-57.
3. Глазунов О.А., Рабовил М.И., Глазунов А.О. Способ формирования окклюзионной плоскости верхнего прикусного валика и черчение прикуса усовершенствованным аппаратом Н.И. Ларина. // О.А. Глазунов, М.И. Рабовил, А.О. Глазунов. / Інновації в стоматології № 2. – 2014. – С. 46-52.
4. Дорошенко С.І., Махницький М.В., Махницький Д.М. Удосконалений прилад і методика вимірювання міжальвеолярних співвідношень беззубих щелеп. // С.І. Дорошенко, М.В. Махницький, Д.М. Махницький. /Український стоматологічний альманах № 6. - 2011. - С. 53-56.
5. Заблоцький Я.В., Дидик Н.М., Заблоцька О.Я. Вивчення рівня задоволеності повними знімними зубними протезами літніх беззубих людей. // Я.В. Заблоцький, Н.М. Дидик, О.Я. Заблоцька. / Современная стоматология № 4. - 2010. – С. 140-143..
6. Краснов В.Ю. Вплив оклюзійної схеми на структуру жування при лікуванні пацієнтів із повною відсутністю зубів знімними зубними протезами. //В.Ю. Краснов. / Український стоматологічний альманах № 1. - 2009. - С. 28-31.
7. Леонтович Ю., Король Д.М., Оджубейська О.Д. Профілактичні заходи при користуванні знімними пластинковими протезами. // Ю. Леонтович, Д.М. Король, О.Д. Оджубейська та ін. / Український стоматологічний альманах № 2. – 2013. – С. 90-93.
8. Мартиненко І.М. Клінічне розв'язання проблеми фіксації повних знімних протезів. // І.М. Мартиненко. / Український стоматологічний альманах № 1. – 2013. – С. 65-67.
9. Мартиненко І.М. Характер клінічних помилок на етапах виготовлення повних знімних протезів. // І.М. Мартиненко. / Український стоматологічний альманах № 4. – 2010. - С. 55-56.
10. Наумов В.В., Чулак Ю.Л. Сучасні розробки та рекомендації кафедри ортопедичної стоматології ОДМУ до виготовлення повних знімних протезів. // В.В. Наумов, Ю.Л. Чулак. / Вісник стоматології № 3. – 2009. С. 129-132.
11. Неспрядько В.П., Краснов В.Ю. Вплив оклюзійної схеми на рухомість повних знімних протезів під час жування. / Современная стоматология № 2. – 2009. – С. 128-131.
12. Неспрядько В.П., Барановський А.В., Кисель З.Ф. Особенности ортопедического лечения пациентов с полным отсутствием зубов на одной из челюстей. // В.П. Неспрядько, А.В. Барановський, З.Ф. Кисель. / Современная стоматология № 1. – 2014. – С. 81-83.
13. Пастухова О.А., Котвіцька А.А. Особливості старіння населення України та його соціально-економічні наслідки. // О.А. Пастухова., А.А. Котвіцька. / Матеріали Всеукраїнської науковопрактичної інтернет-конференції за участю міжнародних спеціалістів «Соціальна фармація в Україні: стан, проблеми, перспективи». – Харків. - 3 квітня 2013. – С. 197-199.

14. Сарапук В.І. Аналіз адаптаційних можливостей до початку ортопедичного лікування. // В.І. Сарапук. / Звітна науково-практична конференція лікарів-інтернів за 2013-2014 навчальний рік. - Івано-Франківськ. – 2014. – С. 75-76.
15. Сарапук В.І. Вивчення рівня адаптаційних можливостей у пацієнтів із повною відсутністю зубів. // В.І. Сарапук. / Звітна науково-практична конференція лікарів-інтернів за 2012-2013 навчальний рік. - Івано-Франківськ. – 2013. С. 53-54.
16. Сарапук В.І. Обґрунтування удосконаленої методики формування протетичної площини у разі виготовлення повних знімних пластинкових протезів. // В.І. Сарапук. / Звітна науково-практична конференція лікарів(провізорів)-інтернів за 2017-2018 навчальний рік. Івано-Франківськ. – 2018. – С. 86-87.

УДК 539.12-164; 539.3

Кузик О.В., Даньків О.О., Столярчук І.Д., Кіт І.І., Гуняк М.І.

Деформаційні ефекти в квантових точках при їх біомедичних застосуваннях

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, м. Дрогобич

olehkuzyk74@gmail.com

Анотація. Побудовано модель квантової точки виду ядро/багатошарова оболонка (CdSe/ZnS/CdS/ZnS), яка зазнає механічної деформації при її біомедичних застосуваннях, обумовленої напруженими гетеромежами, кривизною поверхні, наявністю адсорбованих атомів на поверхні КТ, імплантованих домішок, гідростатичним тиском за рахунок перебування КТ у рідині, лікарськими препаратами, та лігандами, які “обволікають” квантову точку. Досліджено вплив адсорбованого кисню, зумовлений деформаційними ефектами, на спектральні закономірності інтенсивності фотолюмінесценції квантових точок із багатошаровою оболонкою залежно від її структури.

Ключові слова: квантова точка із багатошаровою оболонкою, деформація, ліганди, кисень.

Вступ

Напівпровідникові квантові точки (КТ) володіють широким спектром поглинання, вузьким спектром випромінювання, великим стоксівським зсувом, високим квантовим виходом та фотостійкістю, значною чутливістю та біосумісністю. Тому КТ мають перспективи використання у нанобіології та наномедицині, зокрема, можуть використовуватися в якості флуоресцентних міток для контролю адресної доставки лікарських препаратів у режимі реального часу чи моніторингу лікування злоякісних пухлин [1-3]. Широко в цьому напрямку використовують КТ CdSe. Але КТ мають високу щільність поверхневих дефектів (завдяки

високому співвідношенню площі поверхні до об'єму), які діють як центри безвипромінювальної рекомбінації носіїв у КТ. Це призводить до пониження інтенсивності фотолюмінесценції за рахунок переносу електричного заряду з КТ до молекули протипухлинного препарату. Одним із методів вирішення цієї проблеми є створення квантових точок із захисною оболонкою, яка містить один або декілька шарів [4, 5]. Тому КТ CdSe, які мають багатокомпонентну структуру оболонки ZnS/CdS/ZnS, при незначній товщині, набагато краще пасивують зниження квантового виходу фотолюмінесценції КТ, порівняно як з тонкими, так і товстими оболонками ZnS. Такі КТ можуть стати оптимальними флуоресцентними мітками при створенні систем діагностики і лікування раку. Важливим чинником, який впливає на оптичні та електричні властивості КТ з багат шаровою оболонкою є механічна деформація [6-8]. Окрім внутрішніх чинників (невідповідність параметрів ґраток контактуючих матеріалів; тиск, обумовлений кривизною поверхні), механічна напруга в КТ може виникати за рахунок наявності адсорбованих атомів на поверхні КТ, легованих домішок чи гідростатичного тиску за рахунок перебування КТ у рідині. Ліганди, які “обволікають” КТ, також чинять додатковий тиск. Ракові клітини поглинають КТ активніше, ніж здорові клітини. Це пов'язано зі зміною пружності оточуючого середовища, а саме, зі зміною пружних сталей. Все це повинно відобразитися на зміні механічної напруги та деформації КТ, а встановлені закономірності зміни спектрального складу випромінювання флуоресцентної мітки на основі КТ дозволять оцінити стадію захворювання. Деформація КТ призводить до локального зсуву країв дозволених зон, а це, в свою чергу, призводить до зміни енергетичного спектру електронів та дірок і, відповідно, оптичних властивостей КТ. Таким чином, дослідження впливу деформаційних ефектів на енергетичний спектр носіїв заряду в КТ CdSe з багатокомпонентною оболонкою є актуальною задачею у контексті їх використання в медицині. Один із актуальних напрямків використання КТ у медицині стосується зменшення їх токсичності. Тому дослідження умов локалізації атомів Cd у КТ CdSe/ZnS/CdS/ZnS для зменшення її токсичності за допомогою індукування деформаційно-дифузійних потоків є актуальною задачею.

У даній роботі побудовано модель КТ виду ядро/багат шарова оболонка, яка зазнає механічної деформації при її біомедичних застосуваннях.

Модель

Розглядається сферична КТ з багат шаровою оболонкою з радіусом ядра R_0 та товщинами i -ого шару оболонки $d_i = R_i - R_{i-1}$ ($i = 1, 2, \dots, n$), яка не взаємодіє з іншими КТ та взаємодіє з лігандами, які її обволікають та / чи адсорбованими атомами кисню на її поверхні.

Для знаходження деформації $\varepsilon^{(i)}(r)$ матеріалів квантової точки з багатошаровою оболонкою, концентрації електронів провідності $n^{(i)}(r)$, напруженості електричного поля та електростатичного потенціалу $\varphi^{(i)}(r)$ розв'язувалась самоузгоджена система наступних рівнянь:

1) рівняння для визначення зміщень атомів $u_r^{(i)}$ у матеріалах ядра КТ та шарів оболонки

$$\vec{\nabla} \operatorname{div} \vec{u} = 0 \quad (1)$$

з відповідними граничними умовами [9]. Тиск на поверхні КТ визначається формулою

$$P = \theta N, \quad (2)$$

де θ та N – деформаційний потенціал та концентрація біля поверхні КТ атомів кисню чи молекул лігандів;

2) рівняння Пуассона, з якого визначається електростатичний потенціал $\varphi^{(i)}(r)$

$$\Delta \varphi^{(i)} = \frac{e}{\varepsilon_d^{(i)} \varepsilon_0} \Delta n^{(i)}(r), \quad (3)$$

де $\varepsilon_d^{(i)}$ – діелектрична проникність відповідного матеріалу гетеросистеми,

$$\Delta n^{(i)}(r) = R_S^{(i)} (e \varphi^{(i)}(r) - a_c^{(i)} \varepsilon^{(i)}(r)), \quad (4)$$

де $a_c^{(i)}$ – константа деформаційного потенціалу зони провідності, $R_S^{(i)}$ – деяка стала величина [8], яка залежить від пружних сталих та ступеня заповнення електронами зони провідності.

Результати розрахунків

Розрахунки деформації багатошарової сферичної КТ проводились для структур ядро- CdSe / оболонка- ZnS та ядро- CdSe / оболонка- $\text{ZnS}/\text{CdS}/\text{ZnS}$ із відповідними значеннями параметрів [10, 11].

На рис. 1, 2 приведено залежність деформації матеріалів КТ CdSe/ZnS та $\text{CdSe} / \text{ZnS}/\text{CdS}/\text{ZnS}$, яка зумовлена тиском з боку адатомів кисню від їх поверхневої концентрації за різних радіусів ядра КТ. Така залежність пояснюється створенням тиску адатомами кисню на поверхні КТ. Причому найбільшій деформації зазнає ядро КТ, що пояснюється його меншим радіусом, а найменшій деформації – внутрішній шар оболонки CdS (рис. 1). Зміна радіуса ядра від 2 нм (рис. 1а) до 6 нм (рис. 1б) практично не змінює величини деформації. Це пояснюється тим, що для таких геометричних розмірів КТ за будь-яких значень концентрації адатомів кисню тиск відрізняється дуже мало.

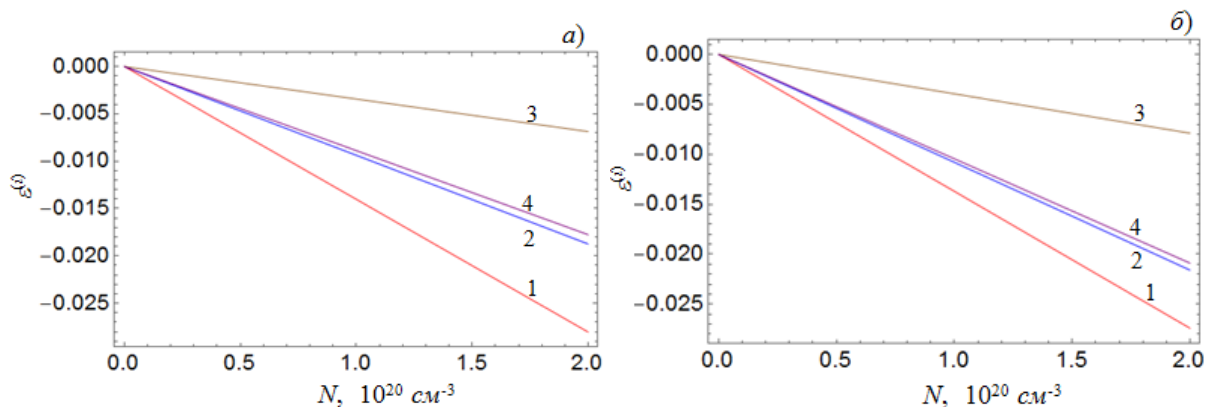


Рис. 1. Залежність деформації ядра КТ (1) та шарів оболонки (2 – ZnS, 3 – CdS, 4 – ZnS-зовнішня оболонка)) в КТ ядро-CdSe / оболонка-ZnS/CdS/ ZnS від концентрації адатомів кисню за різних радіусів ядра КТ: $R_0 = 2$ нм (а); $R_0 = 6$ нм (б)

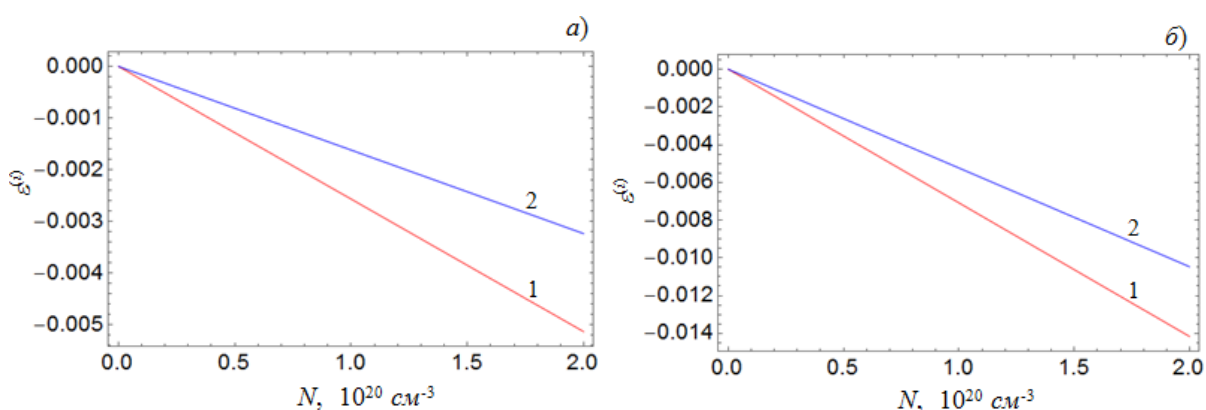


Рис. 2. Залежність деформації ядра КТ (1) та оболонки (2) в КТ ядро-CdSe / оболонка-ZnS від поверхневої концентрації альбуміну за різних радіусів ядра КТ: $R_0 = 2$ нм (а); $R_0 = 6$ нм (б)

Для встановлення закономірностей впливу кількості шарів оболонки на деформацію матеріалів КТ при її взаємодії із адсорбованими атомами кисню було розраховано деформацію в КТ ядро-CdSe / оболонка-ZnS за різних концентрацій кисню та різних радіусів ядра КТ (рис. 2). Характер залежності деформації у випадку одношарової оболонки аналогічний до відповідної залежності для КТ з тришаровою оболонкою. Але зменшення кількості шарів призводить до суттєвого зменшення деформації за рахунок тиску, зумовленого впливом кисню. Так, для КТ CdSe/ZnS з радіусом ядра 2 нм (рис. 2а) деформація матеріалу CdSe є меншою майже в 5,4 разів, ніж у КТ CdSe / ZnS/CdS/ZnS (рис 1а) при концентрації молекул кисню $N = 2 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$.

Отримані результати є важливими для прогнозованого керування оптичними характеристиками КТ, які взаємодіють з біологічними об'єктами. При зміні геометричних

розмірів окремих шарів оболонки або їх кількості, при різній концентрації КТ чи адатомів кисню величина деформації може змінюватися в широкому діапазоні і, відповідно, змінювати зонну структуру КТ.

На рис. 3 приведено залежність енергетичного зсуву дна зони провідності в матеріалах ядра КТ та шарів оболонки для КТ ядро-CdSe / оболонка-ZnS/CdS/ZnS (рис. 3а) та КТ ядро-CdSe / оболонка-ZnS (рис. 3б) від концентрації кисню. Пружна взаємодія біологічних об'єктів, які містять значну концентрацією кисню, з КТ призводить до короткохвильового зсуву максимуму інтенсивності фотолюмінесценції на 80 *meV* для КТ із тришаровою оболонкою та 30 *meV* для КТ з одношаровою оболонкою.

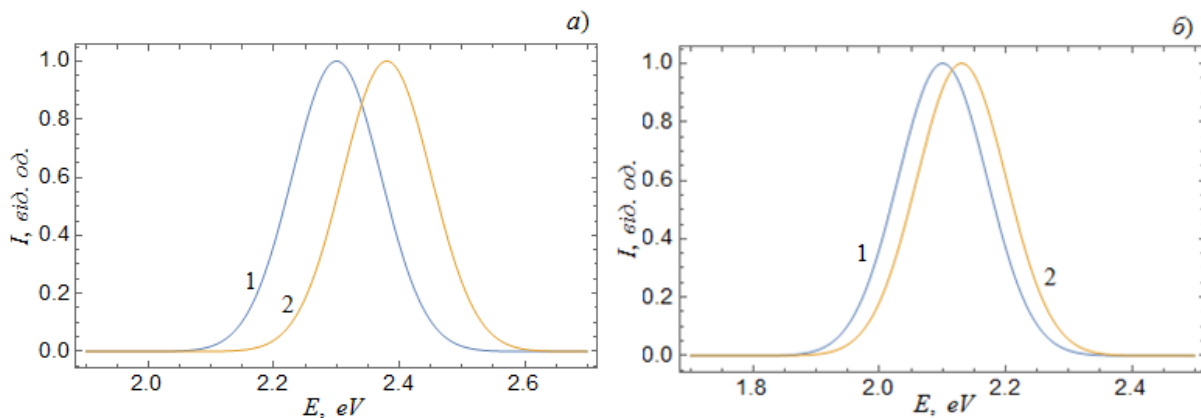


Рис. 3. Інтенсивність фотолюмінесценції КТ CdSe / ZnS/CdS/ZnS (а) та CdSe/ZnS (б) за наявності атомів кисню на поверхні КТ (2) та за їхньої відсутності (1)

Таким чином, встановлено, що КТ CdSe / ZnS/CdS/ZnS є більш чутливими до механічної деформації при їх біомедичних застосуваннях, ніж КТ CdSe/ZnS.

Список використаних джерел

1. Stock E., Dachner M.-R. Acoustic and optical phonon scattering in a single In(Ga)As quantum dot. *Physical Review*. 2011. V.83. P. 041304. URL: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.83.041304>.
2. Nadtochiy A.M., Blokhin S.A. Dynamic properties of AlGaAs vertical cavity surface emitting lasers with active region based on submonolayer InAs insertions. *Semiconductors*. 2011. V.45. P. 679. URL: <https://doi.org/10.1134/S1063782611050216>.
3. Sadeghi E. Optical nutation in multilayered ellipsoidal quantum dots. *Phys. E: Low-dimen. syst. and nanostr.* 2015. V.73. P. 1. URL: <https://doi.org/10.1016/j.physe.2015.05.015>.
4. Li B., Liu W., Zhu X. Pressure-dependent photoluminescence of CdSe/ZnS quantum dots: Critical point of different pressure regimes. *Physics Letters A*. 2019. V. 383. № 13. P. 1483-1486. URL: <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2019.01.059>.

5. Fan H.M., Ni Z.H., Feng Y.P., Fan X.F. High pressure photoluminescence and Raman investigations of CdSe/ZnS core/shell quantum dots. *Appl. Phys. Lett.* 2007. V. 90 P. 021921. URL: <https://doi.org/10.1063/1.2430772>.
6. Peleshchak R.M., Kuzyk O.V., Dan'kiv O.O. The conditions of formation of the uniform-sized quantum dots in the field of an ultrasonic wave. *Journal of Nano Research.* 2019. V. 57. P. 40. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JNanoR.57.40>.
7. Peleshchak R.M., Kuzyk O.V., Dan'kiv O.O. Influence of deformation effects on electrical properties of metal–semiconductor–doped semiconductor structure. *Ukr. J. Phys.* 2010. V. 55. P. 434–439. URL: <http://archive.ujp.bitp.kiev.ua/files/journals/55/4/550411p.pdf>.
8. Kuzyk O., Dan'kiv O., Peleshchak R., Stolyarchuk I. The Deformation of Spherical CdSe Quantum Dot with a Multilayer Shell. *Rom. J. Phys.* 2022. V.67 P. 607. URL: <https://rjp.nipne.ro/accpaps/9A041FF115318A99B2115B8B1710011B6C6F13CC.pdf>.
9. Peleshchak R.M., Kuzyk O.V., Dan'kiv O.O. The influence of the electrically inactive impurity on the energy spectrum of electron and hole in InAs/GaAs heterostructure with InAs quantum dots. *Rom. J. Phys.* 2020. V. 65. P. 610. URL: https://rjp.nipne.ro/2020_65_7-8/RomJPhys.65.610.pdf.
10. Vollath D., Fischer F.D., Holec D., Surface energy of nanoparticles – influence of particle size and structure. *Beilstein J. Nanotechnol.* 2018. V. 9. P. 2265. URL: <https://doi.org/10.3762/bjnano.9.211>.
11. Xu F., Zhou W., Navrotsky A. Cadmium selenide: Surface and nanoparticle energetic. *Journal of Materials Research.* 2011. V. 26. P. 720. URL: <https://doi.org/10.1557/jmr.2011.20>.

УДК 615.837+616-073.432.19

Олар О.І.

Новітні напрямки і перспективи використання ультразвуку у медицині

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

olena.olar@bsmu.edu.ua

Анотація. Розглянуто основні напрямки і перспективи використання ультразвуку у діагностичних, терапевтичних, хірургічних методиках. Проаналізовано основні досягнення в розвитку ультразвукового обладнання, що дозволило розширення спектру медичних послуг в останнє десятиліття.

Ключові слова: УЗД, ехоконтраст, неінвазивна хірургія, штучний інтелект, доставка ліків.

Ультразвукові медичні технології значно покращилися за останнє десятиліття. Завдяки здобуткам у галузях технологій візуалізації, автоматизації, мобільності та інформаційних технологій і появі інноваційних спеціалізованих ультразвукових систем значно розширився увесь спектр медичних послуг.

Наведемо деякі з них.

Діапазони робочих частот сучасних датчиків знаходяться в межах 3-15 МГц і дозволяють досліджувати практично всі внутрішні органи та поверхнево розташовані анатомічні утворення та тканини з роздільною здатністю до 500 мкм. Останнім часом широкого застосування набули датчики для напівінвазивних досліджень та інтраопераційного застосування. Використання частоти до 30 МГц дозволило досягти роздільної здатності 150 мкм і значно підвищити діагностичні можливості щодо структур, які залягають близько.

У даний час розроблені та проходять випробування датчики для візуалізації, які працюють на частотах 50-100 МГц. Ці технології отримали назву «ультразвукової біомікроскопії». Більш низькочастотні датчики забезпечують більшу глибину проникнення, проте меншу роздільну здатність.

Більшість ультразвукових мікроскопів, які використовуються сьогодні, мають частоту сканування 35–50 МГц, що дає осьову роздільну здатність 42 мкм на глибині сканування 4–5 мм.

Методика вже активно використовується в офтальмології для візуалізації практично всіх структур переднього сегмента ока, включаючи рогівку, передню камеру, райдужну оболонку, циліарне тіло та кришталик, а також периферичні відділи сітківки, судинної оболонки та склоподібного тіла. Є дані про використання даного методу при вивченні патогенетичних аспектів розвитку глаукоми, різних видах катаракти, посттравматичних ушкодженнях переднього відрізка ока та іншої офтальмопатології [1-4]. Можливості методу можуть зробити його актуальним при дослідженні сітківки недоношених новонароджених дітей [5].

Ймовірно, найближчим десятиліттям, завдяки розвитку цього напрямку, стане можливим дослідження епітеліальної та ендотеліальної тканин, а також дослідження кластерів клітин, що перероджуються. Випробування показало його придатність для інтраопераційного типування пухлинних тканин при раку шлунку та нирок.

Еластографія – один з найсучасніших методів ультразвукової діагностики, що дозволяє оцінити пружність тканин. Це корисний інструмент для дослідження поверхнево розташованих органів (молочних та слинних залоз, лімфовузлів, м'яких тканин), а також дослідження внутрішніх органів та оцінки ступеня фіброзу при хронічних захворюваннях печінки [6-7].

В останні роки виробники систем УЗД збільшили частоту кадрів і роздільну здатність, покращили характеристики кольорової доплерографії.

Такі системи потрібні також для оцінки стану кардіоонкологічних пацієнтів, для більш повної оцінки та візуалізації клапанів, дефектів перегородки та ін. Особливу увагу заслуговує дослідження мозку та серця плоду. Це вкрай складна процедура, через малі розміри і високу частоту серцевих скорочень (на 18 тижні ~150 уд./хв.) плоду, але надмірно важлива, оскільки вроджені вади серця – поширена патологія (за статистикою 1 випадок на 110 новонароджених).

Ще кілька років тому сканування кровотоку в маленьких судинах було неможливим. Сьогодні його використовують як додатковий спосіб перевірки пошкоджень та наявності ознак раку чи запалення.

Сьогодні УЗД-лабораторії активно працюють із 3D-зображеннями, які є невід'ємною частиною не лише наукових досліджень, а й практичної діагностики. Все частіше можна зустріти такі терміни як "хірургія під контролем візуалізації 3D", або "комп'ютерно-інтегрована хірургія", або "віртуальна колоноскопія".

Прагнучи розширити межі ультразвукових технологій сьогодні отримано новий еволюційний виток В-режиму візуалізації - 5 D (HD Live). По факту 4D-сканування поєднує часове і об'ємне сканування, тоді як 5D-сканування автоматизує процес з максимальною ефективністю, забезпечуючи вищу роздільну здатність та чіткість зображень, наближаючи їх до реалістичних.

Останні десятиліття фармацевтичні компанії більш активно працюють над створенням ехоконтрастних речовин. Ехоконтрасти вже давно довели свою ефективність для підвищення чутливості доплерівських методик у різних клінічних умовах [8]. Враховуючи той факт, що близько 1/3 всіх пухлин при звичайному ультразвуковому дослідженні мають подібну ехогенність з ехогенністю здорових тканин, ехоконтрастне УЗД за очевидних переваг у вартості дослідження та можливості його виконання може скласти достойну конкуренцію таким методикам як РКТ і МРТ.

Поява сенсорних УЗ систем, у т.ч. портативних, впровадження елементів штучного інтелекту (ШІ) і автоматизація систем з метою пришвидшення і спрощення отримання зображень, підвищення якості зображень, що наближає її до якості сканування, яку отримують при КТ, призвело в останні роки до появи нових тенденцій у розвитку УЗ методів у галузі охорони здоров'я.

Кілька років тому з метою прискорення робочого процесу і попередження помилок, пов'язаних з людським фактором у програмне забезпечення ультразвукових систем

розпочалася інтеграція алгоритмів ШІ [9-12]. У залежності від виробника такі модулі дозволили виконання наступних функцій:

- автоматично ідентифікувати, сегментувати, проводити колірне кодування анатомічних елементів у полі сканування;
- вибрати оптимальний вид зрізу сканування для різних обстежень, витягуючи його з тривимірних наборів даних, покращуючи відтворюваність незалежно від досвіду фахівців з сонографії;
- здійснення тривимірного аналізу стану структур серця та ін.

Деякі технології ШІ використовують систему розпізнавання голосу і дають можливість лікареві лише вказавши необхідну структуру автоматично отримати всі необхідні зображення і анатомічні параметри, що може бути визначальним при проведенні інтервенцій в умовах критичної нестачі часу для прийняття рішення.

Інноваційні портативні УЗД-сканери сьогодні представлені інтегрованими можливостями трьох типових УЗД-датчиків. Тепер лікареві не потрібно перемикатися між датчиками для дослідження різних структур, а зображення отримується на портативний пристрій (планшет, смартфон). Всі зображення після отримання відправляються у хмарне сховище (електронна медична карта пацієнта). Такі сканери сьогодні можуть працювати з 13 різними додатками, включаючи діагностику опорно-рухового апарату, серцево-судинної системи та периферійних судин. Портативні УЗД-системи стали використовуватися в багатьох вузькоспеціалізованих напрямках, насамперед у відділеннях невідкладної допомоги та інтенсивної терапії, медицині внутрішніх органів та при анестезії.

Також в УЗ-системах нового покоління значно оптимізовано інтерфейс: зменшено кількість натискання клавіш, зменшено кількість випадаючих меню, зменшено час обробки даних та автоматизовано вимірювання, здійснюється автоматична сегментація патологічних змін.

Серед методів неінвазивної хірургії з використанням УЗ апробовано методику використання високоінтенсивного сфокусованого УЗ (характерно для основної маси хірургічних методик). Принцип дії: високоінтенсивне сфокусоване на тканину УЗ-випромінювання викликає її розігрів та сприяє загибелі ракових клітин. Метод розробляється як варіант стандартної онкологічної терапії. В даний час високоінтенсивний сфокусований ультразвук використовується для клінічного лікування різних злоякісних пухлин, у тому числі пухлин підшлункової залози, печінки, нирок, кісток, передміхурової залози та молочної залози, а також міоми матки та сарком м'яких тканин [13].

Системи доставки ліків на основі ультразвуку є одним з нових та неінвазивних методів, які покращують доставку терапевтичних агентів, таких як білки, невеликі хімічні агенти, генетичні матеріали та хіміотерапевтичні агенти. Терапевтичні агенти можуть бути прикріплені до наповнених газом мікробульбашок, ліпосом або інкапсульовані в мікросфері.

Ультразвукова доставка ліків з використанням різних носіїв ліків подовжує час циркуляції препарату в організмі та збільшує концентрацію препарату в бажаній тканині чи органі тіла, що підвищує ефективність медикаментозної терапії. Оскільки також забезпечується контроль над вивільненням препарату в тканині, зменшується частота введення препарату. Звичайно, все ще існують перешкоди у просуванні клінічних випробувань, проте ведуться дослідження можливості створення тераностичних молекул - перспективним способом боротьби з хворобою шляхом поєднання терапевтичної молекули з діагностичною молекулою [14].

Отже, з кожним роком технології та методики УЗ діагностики значно розширюються, надаючи спеціалістам широкий спектр нових можливостей, які помітно покращують рівень візуалізації та підвищують якість досліджень загалом, дають можливість встановити захворювання на ранніх стадіях та здійснювати їх лікування.

Список використаних джерел

1. Helms R. W., Minhaz A. T.; Wilson D. L.; Örgе Clinical F. H. 3D Imaging of the Anterior Segment with Ultrasound Biomicroscopy *Translational Vision Science & Technology*. 2021, Vol.10, 11. doi.org/10.1167/tvst.10.3.11.
2. Li M., Chen Y., Chen X., et al. Differences between fellow eyes of acute and chronic primary angle closure (glaucoma): an ultrasound biomicroscopy quantitative study. *PLoS One*. 2018; 13(2): [doi: 10.1371/journal.pone.0193006](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193006).
3. Surve A., Meel R., Pushker N., Bajaj M.S. Ultrasound biomicroscopy image patterns in normal upper eyelid and congenital ptosis in the Indian population. *Indian J Ophthalmol*. 2018. Vol. 66, No. 3. P. 383–388. [DOI: 10.4103/ijo.IJO_915_17](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_915_17).
4. Vanathi M., Kumawat D., Singh R., Chandra P. Iatrogenic Crystalline Lens Injury in Pediatric Eyes Following Intravitreal Injection for Retinopathy of Prematurity. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2019. Vol. 56, No. 3. P. 162–167. [DOI: 10.3928/01913913-20190211-02](https://doi.org/10.3928/01913913-20190211-02).
5. Терещенко А.В., Ерохина Е.В., Володин Д.П. Ультразвуковая биомикроскопия в офтальмологии *Офтальмологические ведомости*. 2021;14(1):63-73.
6. KaBuhny J., KopeT T., Szczepanek-Parulska E., Stangierski A., Gurgul E., RuchaBa M., Milecki P., and Wierzbicka M. Shear Wave Elastography: A New Noninvasive Tool to Assess the Intensity of Fibrosis of Irradiated Salivary Glands in Head and Neck Cancer Patients. *BioMed Research International* Volume 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/157809>.

7. Wei Q., Yan Y.-J., Wu G.-G., et al. Value of a New Strain Elastography Technique in Conventional Ultrasound for the Diagnosis of Breast Masses: A Prospective Multicenter Study *Front. Oncol.*, (2021). doi.org/10.3389/fonc.2021.779612.
8. Chai S.C., Tan P.J., Tong K.L. A review of the safety and clinical utility of contrast echocardiography *Singapore Med J* (2020); 61(4): 181-183. DOI: 10.11622/smedj.2019169.
9. Akkus Z., Cai J., Boonrod A., Zeinoddini A., Weston A.D., Philbrick K.A. Erickson B.J. A Survey of Deep-Learning Applications in Ultrasound: Artificial Intelligence-Powered Ultrasound for Improving Clinical Workflow. *J Am Coll Radiol* (2019) 16:1318–28. DOI:10.1016/j.jacr.2019.06.004.
10. Edwards C., Chamunyonga C., Searle B., Reddan T. The application of artificial intelligence in the sonography profession: Professional and educational considerations *Journal of the British Medical Ultrasound Society* January 21, 2022 <https://doi.org/10.1177/1742271X211072473>
11. Kudo S.E., Misawa M., Mori Y., Hotta K., Ohtsuka K., Ikematsu H., et al. Artificial Intelligence-assisted System Improves Endoscopic Identification of Colorectal Neoplasms. *Clin Gastroenterol Hepatol* (2020) 18:1874–81. e1872. DOI: 10.1016/j.cgh.2019.09.009
12. Nishida N., Kudo M. Artificial Intelligence in Medical Imaging and Its Application in Sonography for the Management of Liver Tumor *Front. Oncol.*, (2020) doi.org/10.3389/fonc.2020.594580.
13. Izadifar Z., Izadifar Z., Chapman D. and Babyn P. An Introduction to High Intensity Focused Ultrasound: Systematic Review on Principles, Devices, and Clinical Applications *J. Clin. Med.* 2020, 9(2), 460. <https://doi.org/10.3390/jcm9020460>
14. Joshi B., Joshi A. Ultrasound-based drug delivery systems *Bioelectronics and Medical Devices* 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102420-1.00014-5>.

УДК 616-073.756.8:004

Остафійчук Д.І., Бойку А.В.

Рентгенівська комп'ютерна томографія

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

ostafiychuk.d@bsmu.edu.ua, boiku.anna.med@bsmu.edu.ua

Анотація: У статті дано опис методу рентгенівської комп'ютерної томографії, як методу променевої діагностики, який базується на використанні рентгенівського випромінювання. Проаналізовано фізико-технічні основи рентгенівської комп'ютерної томографії. Визначено основні напрямки рентгенівської томографії в медицині.

Ключові слова: Рентгенівське випромінювання, рентгенівська комп'ютерна томографія, томограф, томограмма, КТ-ангіографія, контрастна речовина.

Томографія - це методика визначення розташування анатомічних структур. Як види томографії можна виділити: рентгенівська лінійна томографія, рентгенівська комп'ютерна томографія, а також радіонуклідна, ультразвукова томографічна діагностика та томографія, дія якої базується на принципі магнітного резонансу. Всі зазначені види томографії використовуються для проведення пошарового морфологічного дослідження органів (морфологічна томографія) [1]. Звичайний томографічний знімок отримують, синхронно переміщуючи випромінювач і рентгенівську плівку в протилежних напрямках таким чином, щоб зображення шару залишалось чітким. Обчислювальна рентгенівська томографія також забезпечує отримання зображення поперечного шару досліджуваного об'єкта за допомогою математичної обробки множини рентгенівських зображень одного і того ж об'єкта, зроблених під різними кутами [1,2].

Все більше у сучасній медицині для діагностики будови тіла застосовуються рентгенівські комп'ютерні томографи. Вони дають змогу оперативно отримувати високоякісні тривимірні зображення внутрішніх органів та біоткани. Отримання комп'ютерної томограми на вибраному рівні ґрунтується на виконанні таких технічних дій: формування необхідної ширини рентгенівського променя (колімація), сканування пучком рентгенівського випромінювання, здійснюваного рухом (обертальним і поступальним) навколо нерухомого пацієнта, пристрою "випромінювач - детектор"; вимірювання інтенсивності випромінювання і визначення його ослаблення з подальшим перетворенням результатів у цифрову форму; машинний (комп'ютерний) синтез томограми за сукупністю даних вимірювання, що відносяться до вибраного шару і побудова зображення досліджуваного шару на екрані відеомонітора [1,3].

Історично першим видом томографії була лінійна томографія, яку ще називають класичною томографією чи ламінографією. Класична томографія є рентгенівським знімком тривимірного об'єкта, виконаного при взаємному переміщенні джерела та касети з плівкою щодо загальної осі. При такому переміщенні зображення площини, що містить вісь обертання, виходить чітким, а зображення інших частин об'єкта зміщується. Цифрова лінійна томографія здійснюється під час реєстрації зображення цифровим приймачем як інтегрування. Цифрова лінійна томографія, як і плівкова, дозволяє отримати чітке зображення одного перерізу органу. Перевагами використання цифрового приймача при лінійній томографії є: низька доза, еквівалентна одному знімку; відмова від плівки; розширення динамічного діапазону; можливість цифрової постобробки рентгенівського зображення. Зараз найбільш використовуваними є комп'ютерний томограф (КТ). Він є принципово новим та

універсальним методом пошарового дослідження тонких шарів біотканин. Звідси назва методу томографія (від грец. tomos - шар). З її допомогою можна сканувати різні частини тіла, органи, визначати положення, форму, розміри, стан поверхні та структуру органа, досліджувати його функції, у тому числі кровообіг, а також вимірювати щільність будь-якої ділянки тканин. Сучасні томографи дають змогу одержувати зображення дуже тонких шарів - від 0,5 до 10 мм. Зображення може бути площинне (2D) і об'ємне (3D) [3,4]. Процес удосконалювання КТ триває. Медична техніка на світовому ринку модернізується з кожним роком. Стрімко інтегруються нові комп'ютерні технології, застосовуються нові принципи обстеження. Сучасний комп'ютерний томограф - це складний програмно-технічний комплекс, до виготовлення якого висуваються жорсткі вимоги. Електроніку виконують з найвищою точністю, конструкція деталей і матеріали постійно вдосконалюються, це дає змогу проводити весь спектр КТ-досліджень. З кожним новим поколінням КТ значно розширюється за допомогою вузькоспеціалізованих програм, що враховують особливості сфери застосування апаратного комплексу. Прогрес КТ прямо пов'язаний зі збільшенням кількості детекторів, тобто зі збільшенням кількості проєкцій, що збираються одночасно [5,6].

Рентгенівська комп'ютерна томографія (КТ) - метод, що базується на вимірюванні ступеня ослаблення вузького пучка рентгенівських променів на виході з тонкого шару досліджуваного об'єкта. Величина ослаблення пропорційна щільності тканин, які лежать на шляху вузького пучка рентгенівського променя і залежить від товщини об'єкта та його біологічного стану [3].

Фізико-технічні основи рентгенівської КТ. Дослідження виконують за допомогою комп'ютерного томографа, який складається з рентгенівської трубки з системою щілинних коліматорів і детекторів, які містяться в штативі Генрі, столу для сканування, консолі з установкою управління режимами апарата, монітора і комп'ютера. У комп'ютері накопичуються і обробляються сигнали, які поступають з детекторів; відбувається цифрова реконструкція зображення, зберігається інформація, яка передається на консоль діагностики і управління апаратом. Метод заснований А. Кормаком (1963), що запропонував математичну реконструкцію пошарового зображення головного мозку. Г.Хаунсфілд (1972) сконструював першу клінічну модель комп'ютерного томографа для дослідження головного мозку. За цей науковий винахід у 1979 р. їм була присуджена Нобелівська премія. З часом було сконструйовано комп'ютерний томограф для дослідження всього тіла людини. Товщину променя, а відповідно і шару, який виділяється в об'єкті, можна змінювати від 1 до 10 мм. На відміну від звичайної рентгенографії в томографії, замість плівки використовують детектори

у вигляді кристалів (натрію йодид тощо) або іонізаційні газові комірки (ксенони). Детектори сприймають різницю щільності біологічних структур менше 1 %, в той час як на рентгенівській плівці доступне розрізнення щільності в 10-15 %. Тому здатність детекторів сприймати ослаблення рентгенівського випромінювання перевищує діагностичні можливості рентгенографії в 100 разів. Рентгенівська трубка і детектори томографів утворюють систему, яка рухається по колу або по спіралі щодо досліджуваного об'єкта. Пучок рентгенівських променів у результаті обертання трубки на 180 або 360 градусів кожного разу потрапляє на нові ділянки досліджуваного шару і досягаючи детекторів, викликає електричний сигнал. Чим більшої інтенсивності кванти рентгенівського випромінювання потрапляють на детектори, тим потужніший електричний сигнал вони посилають у комп'ютер. Для ідентифікації ділянок досліджуваного об'єкта шар, який виділяється під час томографії, розглядають як суму однакових об'ємів (вокселів). Кожен воксель має певну проекцію на матриці комп'ютера, на якій фіксуються числові величини ступеня ослаблення рентгенівського випромінювання (КТ-число, розраховане за силою електричних сигналів). Площинна проекція вокселів називається пікселями, сума яких формує візуальне зображення. Як і на рентгенограмі, ділянки, що значною мірою ослабили рентгенівське випромінювання, будуть світлими (кістки, ділянки звапнення), а ті ділянки, які незначно поглинули рентгенівське випромінювання (повітря, жирова тканина) будуть темними. На рентгенограмі людське око розрізняє лише 16 градацій сірого кольору, на КТ їх розрізняють понад 1000. Величину ослаблення, яка відповідає щільності тканин, розраховують за шкалою Хаунсфілда. Градація шкали залежить від покоління томографа. Щільність води прийнята за нульову (0) величину, повітря-1000, а кістки +1000 одиниць Хаунсфілда (HU).

Жирова тканина має щільність біля -100 HU, а паренхіматозні органи і м'які тканини від +40 до +80 HU [8]. Кількість зрізів і їх товщину вибирають залежно від діагностичного завдання. Тонші зрізи дають вищу роздільну просторову здатність і, відповідно, дозволяють провести детальніший аналіз і реконструкцію зображення в інших проекціях [4,8]. Разом з тим, дослідження певної ділянки тіла за допомогою тонких зрізів (1-2 мм) вимагає більше часу, ніж за допомогою товстих (8-10 мм), що зумовлює велике променеве навантаження. У розрахунку на один зріз променеве навантаження складає 0,013 Гр. Тому у кожному конкретному випадку обирають компромісне рішення. У ряді випадків для отримання необхідної інформації про характер патологічного процесу застосовують внутрішньовенне контрастування, яке дає посилення зображення. Це зумовлено тим, що деякі патологічні утворення мають таку ж щільність, як і нормальні тканини, тобто є ізоденсивними. Під час внутрішньовенного

контрастування вони накопичують більшу кількість контрастної речовини ніж сусідні тканини і стають гіперденсивними [4,7,8] .

Спіральна КТ. Спіральне сканування полягає в одночасному безперервному обертанні рентгенівської трубки навколо тіла пацієнта та безперервному поступальному русі стола з пацієнтом вздовж осі сканування через апертуру Генрі. Таким чином, шлях руху рентгенівської трубки відносно напрямку руху стола з пацієнтом має форму спіралі [9].

Мультидетекторна КТ відрізняється від спіральної комп'ютерної томографії наявністю двох та більше (4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 320, 640) рядів детекторів, деякі моделі апаратів мають 2 рентгенівські трубки. Під час сканування рентгенівське випромінювання сприймається одночасно всіма детекторами. Використовуючи КТ 256-зрізові і більше, отримують зображення практично в режимі реального часу з одночасним скануванням значної ділянки тіла [4,9] .

Переваги КТ - відсутність суперпозиції структур, розташованих на різній глибині: забезпечує отримання зображення в аксіальній площині та дозволяє виконувати 3D-реконструкцію і віртуальну ендоскопію й ангіографію; забезпечує вищий ступінь тканинного контрасту порівняно з рентгенодіагностикою: дозволяє отримати кількісну інформацію про розміри, щільність окремих органів і тканин та патологічних утворень, а також дозволяє визначити взаємовідношення патологічного утворення з навколишніми тканинами: можливість виконувати полюсне посилення дозволяє отримати трьохфазне посилене зображення паренхіматозних органів в артеріальній, венозній та паренхіматозній фазах [4,10]

Недоліки КТ - при виконанні комп'ютерної томографії ефективна доза опромінення приблизно в 10 разів перевищує дозу, отриману пацієнтом при виконанні рутинної рентгенографії, що обмежує проведення дослідження вагітним та дітям; наявність артефактів від сторонніх тіл з високою щільністю (метал, барію сульфат); наявність артефактів, обумовлених рухом пацієнта, дихальними рухами, перистальтикою, пульсацією серця та судин [4,11].

Показання до КТ. Рентгенівська комп'ютерна томографія, вважається відносно безпечним методом при дотриманні санітарних норм [18]. Доза рентгенівського опромінення відносно велика, але сучасні технології дозволяють знизити дозу опромінення до мінімуму. За променевим навантаженням її можна порівняти з навантаженням при разовому польоті на літаку. Доза опромінення залежить від розміру ділянки, що сканується. Відповідно при скануванні черевної порожнини доза опромінення вища ніж при скануванні стопи. Є дуже невеликий ризик, якщо потрібне введення заспокійливих препаратів та контрастних речовин,

враховується також алергія на ліки, йод, морепродукти та наявність певних хвороб (діабет, астма, захворювання серця, щитоподібної залози). Основне протипоказання для проведення КТ – вагітність і вага пацієнта понад 150 кг. Якщо дослідження проводиться з контрастом, необхідно враховувати наявність у пацієнта алергії на водовмісні контрастні засоби. При нирковій або печінковій недостатності перед дослідженням необхідна обов'язкова консультація лікаря-спеціаліста. Суворих обмежень за кількістю процедур КТ за певний період немає, проте бажано враховувати сумарне променеве навантаження від досліджень, проведених впродовж року [4,7,9] .

КТ голови – найбільш інформативний метод. Показаннями до проведення є крововиливи та інсульти, переломи основи черепа, травми і гематоми, пухлини і кісти, аневризми, аномалії розвитку.

Низькодозова КТ легенів – це метод КТ-обстежень легенів із застосуванням спеціального проколу сканування для зменшення дози опромінення пацієнта. При цьому доза рентгенівського випромінювання, яку отримає пацієнт буде співрозмірна з разовою дозою при рентгенографії, в той же час інформативність обстеження буде в кілька разів вищою, оскільки, комп'ютерна томографія надає інформацію у тривимірному вигляді, в той же час як звичайний рентген - це площинне зображення органу. Низька доза опромінення та висока інформативність обстеження дозволяє використовувати цей новітній метод обстеження для профілактичного огляду (скрінінгу) або як альтернативне обстеження при діагностиці вірусного ураження легенів [12].

КТ колоноскопія – метод рентгенівського обстеження товстого кишківника за допомогою комп'ютерного томографа. Під час проведення обстеження через пряму кишку за допомогою тонкого повітропроводу заповнюється повітрям уся товста кишка (сліпа, висхідна, поперечна, низхідна частина ободової, сигмоподібна та пряма), завдяки чому лікар-рентгенолог може виявити новоутворення в просвіті кишки та поліпи. Ця медична процедура є безболісна та інформативна, вона не потребує внутрішньовенного введення будь-яких медичних препаратів, тому вона може використовуватись як скрінінгова. Згідно результатів клінічних досліджень КТ колоноскопія є інформативнішою ніж колоноскопія з застосуванням барію[13].

За допомогою КТ можна швидко і точно діагностувати складні захворювання ЛОР-органів, які важко виявити іншим довільним шляхом. Важливо зрозуміти, що ЛОР-органи – одні з найскладніших за будовою і фізіологічними особливостями. При проведенні КТ найчастіше використовують внутрішньовенне контрастування. В організм надходить йодний

розчин, який забарвлює судини в яскравий колір, так їх простіше помітити під час комп'ютерної томографії. Йодний розчин абсолютно безпечний для людини і він швидко виводиться. КТ ЛОР-органів призначають при патологіях у придаткових пазухах носа, скронях або основи черепа, при ракових патологіях, гайморитах, синуситах і т.ін. Протипоказаний такий метод при вагітності, в період лактації, при м'язових судомах, при алергії на йод, дітям до 14 років[14]. Комп'ютерну томографію черевної порожнини проводять, коли виникають підозри, що у людини в організмі йде запальний процес або з'явилась пухлина. При даному обстеженні перевіряють органи травлення, сечостатеву систему, зачеревний простір, малий таз. Такий вид КТ проводиться з контрастуванням або без нього. Контрастування є абсолютно безпечним методом введення йодного розчину у вену і він не роз'їдає стінки судин, не забиває артерії, не залишається в організмі (виводиться впродовж 1-2 днів).

Проведення КТ грудної клітини допомагає швидко визначити наявність пухлин або інших проблем, які вимагають негайного лікування. Серед показань до КТ грудної клітини називають різноманітний біль у ділянці грудної клітини, підозри на рак, уточнення діагнозів таких, як туберкульоз, емфізема, при розшаруванні аорти серцевого м'яза, при пневмонії, при легеневій емболії і тромбозі, при відхиленнях у функціонуванні перикарда [4,15].

КТ кісток і суглобів дозволяє отримувати рентгенологічні знімки щільних кісткових утворень, суглобових поверхонь, м'язів, підшкірно-жирової клітковини. Це обстеження є єдиною можливою альтернативою методу МРТ для пацієнтів з присутністю в тілі імплантованих металоконструкцій. Воно дозволяє відобразити пошарове зображення кісток і суглобів у довільній площині. Знімки, зроблені за допомогою такої технології, відображають набряки, кісти і ущільнення м'яких тканин. Тому КТ незамінна для діагностики аномалій кістково-суглобового апарату а, отже, встановлення точного діагнозу, планування хірургічного втручання, здійснення контролю за результатами лікування.

КТ хребта дозволяє візуалізувати найдрібніші структури кісткової тканини, лімфовузли і судини, виявляти зміни структури тканин, визначити локалізацію і структурні показники пухлини. Показанням до КТ хребта є травми, переломи, зміщення хребців, міжхребцеві грижі, наявність або підозра на пухлини, метастази та патології кісткової тканини.

Завдяки комп'ютерній томографії стали можливі дослідження малого тазу людини при аномаліях їх розвитку, травмах, запальних процесах, підозрі на новоутворення, захворюваннях сечовидних шляхів, оцінці стану регіональних лімфатичних вузлів, пухлинних захворювань передміхурової залози, визначення стадії і поширення раку прямої кишки, оцінці динаміки

ефективності лікування захворювання, захворюваннях і пошкодженнях кісткових структур тазу [4,16].

КТ-ангіографія це специфічний вид комп'ютерної томографії судин з використанням контрастної речовини. На час обстеження судини стають видимими, що дозволяє виявляти патології. Таке дослідження проводиться за наявними показаннями - аневризми сонних артерій, пошкодження судин у ділянці шиї, пухлини із залученням судин, закупорка і звуження артерій, діагностика тромбів вен і артерій [17].

Сьогодні в клінічній практиці все більшого поширення набуває новий метод рентгенологічної візуалізації, який отримав назву томосинтезу. В режимі томосинтезу використовується рентгенівське низькодозове випромінювання під різними кутами. Інформація під час сканування передається в комп'ютер, який і синтезує тривимірне зображення досліджуваного органу. Таку перевагу комп'ютерної томографії, як тривимірна реконструкція об'єкта дослідження, вдалось реалізувати при томосинтезі за допомогою методу нелінійного зворотного проектування. Цей метод виявився вдалим компромісом між рентгенографією та комп'ютерною томографією. Водночас, томосинтез значно розширює можливості рентгенодіагностики без істотного збільшення дозового навантаження на пацієнтів при обстеженнях.

Отже, комп'ютерна томографія сьогодні – це метод діагностики, за допомогою якого можна вивчити тіло людини зсередини, виявити патології, захворювання. Лікар у процесі сканування отримує тривимірне зображення, він може побачити структуру того чи іншого органу, правильно сформулювати своє заключення для встановлення клінічного діагнозу. Завдяки комп'ютерній томографії лікарі безпомилково визначають чи є в людини запалення, аномалії, новоутворення, кіста, абсцес, проблеми з кровонаповненням судин і т.ін.

Список використаних джерел

1. Проективна томографія як фізичний метод медичної діагностики. М. В. Кононов, С. П. Радченко. КНУ ім. Т.Шевченка.
2. Федьків С. В. Магнітно-резонансна томографія в кардіології: інформаційно-методичний посібник / С. В. Федьків ; під ред. : В. М. Коваленка, В. М. Корнацького.— К., 2013. — 60 с. : табл., іл.
3. Злепко С. М., Коваль Л. Г., Гаврілова Н. М., Тимчик І. С. Медична апаратура спеціального призначення. Навчальний посібник. Вінниця, ВНТУ, 2010.
4. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика [Текст] : Підручник для студ. вищ. мед. навч. заклад. ІV р. акред. / О. В. Ковальський, Д. С. Мечев, В. П. Данилевич. - Вінниця : Нова Книга, 2013.
5. Журнал "Радіологічний вісник", 2016, №3-4. Мечев, Дмитро Сергійович Щербіна, Олег Володимирович Коваленко, Юрій Миколайович, 2016. <http://lib.inmeds.com.ua:8080/jspui/handle/lib/979>

6. Режим доступу: http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/118_en.pdf
7. Дьячкова С.Я., Николаевский В.А. Рентгеноконтрастные средства. – Воронеж.: Воронежский университет, 2006. – 72 с.
8. H. Benoit-Cattin, G. Collewet. Numerical implementation of the Bloch equation to simulate magnetization dynamics and imaging; International conference ISMRM'06, USA, may 2006.
9. Физика визуализаций изображений в медицине, Под ред. С. Уэбба; Москва «мир» 1991. Т2, 408 с.
10. Liu A.T. et al. Conformational equilibria of n,n-dimethylsuccinamic Acid and its lithium salt as a function of solvent. // Organic letters. 2013. Vol. 15, № 4. P. 760-763.
11. Lee J.H. et al. Filming the birth of molecules and accompanying solvent rearrangement. // Journal of the American Chemical Society. 2013. Vol. 135, № 8. P. 3255-3261.
12. Режим доступу: - <http://crystalclear.web.cern.ch/crystalclear/>
13. Режим доступу: <http://www.opengatecollaboration.org/>
14. Режим доступу: <http://photodet2012.lal.in2p3.fr/>
15. Режим доступу: http://scintillators.ru/booc/musienko_ismart_2010.pdf
16. Режим доступу: <http://www.research.philips.com/initiatives/digitalphotoncounting/>
17. R.Calandrino, del A.Vecchio, S.Todde, F.Fazio, Health Physics. Opererational Radiatio Safety. 92(5) Supplement 2:S70-S77, May 2007.
18. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97).

УДК 616-073.41(048.8)

Остафійчук Д.І., Денежко О.В., Мойсей Л.В.

Ультразвукові методи дослідження в медицині

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

ostafiychuk.d@bsmu.edu.ua, moisei.liana.mf@bsmu.edu.ua, denezhko.alona.mf@bsmu.edu.ua

Анотація. У статі проведено аналіз основних клінічних ультразвукових методів дослідження, що користуються великою популярністю і є одними з основних методів діагностики різних захворювань, враховуючи їх високу ступінь достовірності та інформативності. Охарактеризовані методи виділяються крім того своєю точністю отриманих у процесі обстеження результатів, неінвазивністю, відносною простотою та доступністю процедури, що не несе іонізуючої дії та дозволяє проводити діагностику неодноразово. Серед ультразвукових методів дослідження виділено дослідження жовчного міхура, ультразвукові дослідження новонароджених, наднирників, черевної порожнини, вилочкової залози, м'яких біотканин, головного мозку, серця та кровоносних судин, печінки. Визначено можливість

використання ультразвукових досліджень для диференціації різних патологій та лапароскопічного сканування.

Ключові слова: ультразвук, ультразвукові дослідження, ехографія, доплерографія, лапароскопічне сканування, кавітація, діагностика.

Вступ. Ультразвукові коливання - це механічні коливання з частотою вище 20 кГц, які не сприймає орган слуху людини. У 1876 році англійський вчений Ф. Галтон вперше згенерував даний сигнал. Справжнім проривом у розвитку ультразвукових технологій стало відкриття п'єзоелектричного ефекту. Щодо медичного використання ультразвуку, то його основою можна вважати систему ультразвукового сканування, розроблену в 1935 році англійським фізиком Р. Уотсон-Уоттом. Постійні спроби використання і застосування ультразвуку в медицині призвели в 1937 році до появи одномірної ехоенцефалографії. Тільки в 50-х роках вдалось отримати ультразвукове зображення органів людини. Саме з даного часу ультразвукові дослідження знайшли широке застосування в променевої діагностиці захворювань та різних ушкоджень внутрішніх органів. Цінність ультразвукового дослідження заключається в здатності представити внутрішню структуру паренхіматозних органів у візуальному образі. Ці дослідження можна вважати справжнім проривом у медицині і не дивлячись на те, що в медичній практиці з'явилися сучасніші методи дослідження (наприклад томографія), ультразвукова діагностика користується великою популярністю і залишається одним з основних методів діагностики захворювань. Даний метод, враховуючи його високий ступінь достовірності та інформативності, дозволив підняти процес діагностики захворювань на якісно новий рівень, відкриваючи зовсім нові можливості [1].

Загальновідомо, що на даний момент ультразвукове дослідження можна назвати високоінформативним методом отримання необхідної інформації і даних про органи та системи людського організму. Метод дозволяє виявити будь-які порушення роботи внутрішніх органів на ранніх стадіях, коли ще не проявились симптоми, які супроводжують ту чи іншу хворобу [2]. А це дуже важливо, так як є можливість зекономити дорогоцінний час, вжити необхідних заходів для попередження чи лікування різних захворювань. Результат, який отримується в процесі ультразвукового дослідження допомагає зробити правильний висновок і прийняти найбільш правильні рішення, а також тактику лікування хвороби. Необхідно відмітити, що при використанні ультразвукових досліджень можна контролювати ефективність призначеного лікування, адже воно є обстеженням, яке не несе руйнуючої дії на внутрішні органи пацієнта. Саме тому дане дослідження в сучасній клінічній медицині

зайняло практично провідне місце. Популярність ультразвукового дослідження визначається такими факторами, як достовірність і точність отриманих у процесі обстеження результатів, неінвазивність, відносна простота процедури і її доступність, відсутність іонізуючої радіації, що дозволяє проводити процедуру неодноразово. Ультразвукові дослідження на даний час дозволяють проводити діагностику багатьох захворювань, а також надавати необхідну інформацію в онкології, гінекології, акушерстві, хірургії, офтальмології, неврології і т.ін. [1,3]

Якщо розглянути тканини людського організму з точки зору фізики ультразвуку, вони за своїми властивостями надзвичайно близькі до рідкого середовища. Саме тому тиск ультразвукової хвилі на них можна описати як силу, що діє на рідину. В такому середовищі зміна тиску відбувається перпендикулярно в площині вібрації самого джерела ультразвуку. В цьому випадку хвиля носить назву поздовжньої. А ось у твердих тілах, металах і кістках виникають поперечні хвилі. Загальновідомо, що за своєю природою звукові хвилі вважаються механічними, їх основою є зміщення від точки рівноваги частин пружного середовища. Саме таким чином, за рахунок пружності і відбувається передача через біотканину звукової енергії. Як відомо, пружністю можна назвати здатність біооб'єкта після розтягу чи стиску знову приймати первинну форму і розмір. Тому і швидкість поширення ультразвуку має пряму залежність від густини та пружності біотканини. Відповідно можна зробити висновок, що щільний матеріал сприяє ускладненому поширенню ультразвукових хвиль у ньому. Але при проходженні через різні середовища біологічного організму, швидкість ультразвуку може бути неоднаковою [4]. Тому різні види ультразвукових хвиль застосовуються для різних типів ультразвукових досліджень [5]. Найважливішими параметрами у процесі ультразвукового дослідження є: частоти випромінювання і фокусування ультразвукового променя, вимірювання інтенсивності ультразвукового сигналу, що випромінюється та приймається, фіксація та підсилення ехосигналу [6].

Основна частина. Відомо, що ультразвук на даний момент широко використовується в медицині. Але не всі знають його дію безпосередньо на пацієнта і на медичного працівника, який проводить дане обстеження. В технічній сфері, де ультразвук застосовуються на низьких частотах, існують норми випромінювання, а в медичній сфері все значно складніше. В медичній діагностиці немає можливості проведення прямої дозиметрії випромінювання в промені, дуже важко врахувати розсіювання, поглинання, ослаблення ультразвуку біологічними тканинами, експозицію, напрямок і глибину сканування. В біологічних середовищах поширення ультразвуку супроводжується термічними, механічними і фізико-хімічними ефектами. У процесі поглинання біотканиною ультразвуку, акустична енергія хвилі

перетворюється в теплову. Кавітація, яка є одним з видів механічної дії, може призвести до розривів у місцях проходження ультразвукової хвилі. Ці явища відбуваються у випадку дії ультразвуком високої інтенсивності на біологічні тканини. Ці ефекти дають позитивний фізіотерапевтичний ефект. У процесі ж діагностики використовують ультразвук невеликої інтенсивності. В залежності від типу ультразвукового випромінювання, а також характеру відбитого ехосигналу, можливо отримати на екрані реєстрацію відбитих ехосигналів у вигляді піків кривих (ехографія). Виходячи з відстані між піками відбитих і направлених сигналів, можна зробити висновок про те, наскільки глибоко розміщена межа розподілу двох середовищ (тобто відстань до об'єкта, що досліджується). Якщо є необхідність реєстрації руху об'єкта, то проводять фіксацію коливань відбитого ехосигналу. В результаті отримується точний графік, де відображена часова залежність глибини залягання структури, що досліджується. При ультразвуковому скануванні, ультразвуковій томографії зображення органу чи біотканини формується в результаті пошарового сканування ультразвуковим променем. Зображення отримується фіксацією відбитого ехосигналу за інтенсивністю, яку визначає акустичний опір біотканини визначеної ділянки. Тому ультразвукові сигнали відбиваються інтенсивніше, якщо акустичний опір біотканини більший [1,3,6].

Ультразвукове дослідження жовчного міхура використовується для того, щоб виявити різні захворювання. В нормі даний орган має грушовидну форму і відповідає за збереження та виділення жовчі, що виробляється печінкою. Порушення даного процесу може бути спровоковане завдяки багатьом захворюванням - це і каміння, поліпи, холецистит. Найбільше зустрічається діскінезія жовчного міхура та жовчовивідних шляхів. Діагностика цього захворювання може бути проведена з використанням методу ультразвукового дослідження. Відомо, що діскінезія пов'язана безпосередньо з порушенням роботи сфінктера Одді. З різних причин він може розкриватися недостатньо, що сприяє утворенню застою жовчі. В даному випадку хворий може відчувати біль справа під ребром, тошноту, страждати на віддишку. Небезпека діскінезії заключається ще в тому, що вона може спровокувати появу й інших захворювань (холецистит і жовчекам'яну хворобу). Причиною діскінезії жовчного міхура можуть стати ендокринні захворювання, ожиріння, запальні процеси, незбалансоване харчування. Раннє діагностування даного захворювання, в чому може допомогти саме ультразвукове дослідження, зможе полегшити вирішення проблеми, що виникла [7].

Ультразвукове дослідження новонароджених. Метод ультразвукової діагностики новонароджених є найбезпечішим і простим способом діагностики. Він базується на відбиванні від біотканин ультразвукових хвиль із подальшим їх перетворенням на екрані у

вигляді зображення. Даний метод був і залишається актуальним на всіх стадіях вагітності, а останнім часом також використовується як метод діагностики різноманітних захворювань у новонароджених. Існує декілька видів ультразвукового дослідження для новонароджених, у процесі яких є можливість досліджувати мозкові структури через великий родничок на предмет аномальних ознак або родових травм. У процесі пологів можуть статись непередбачувані обставини, які згодом можуть мати значний вплив на розвиток новонародженого. Тому надзвичайно важливим є не втратити момент і провести всі необхідні дослідження для попередження розвитку будь-якого захворювання. Якщо мова йде про важкі пологи, тоді новонародженому обов'язково буде призначена діагностика аномалій органів черевної порожнини, ортопедичних захворювань, а також ехокардіографія, яка дає можливість вчасно виявити вади серця. Слід зазначити, що ультразвукове дослідження новонароджених проводиться абсолютно в будь-який період, навіть у перші дні життя дитини [8,9].

Ультразвукові дослідження наднирників. На сьогоднішній день ультразвукова діагностика наднирників є найбільш оптимальним методом надання повної і об'ємної інформації про патологічні зміни. Без наявності патологічних змін картина залоз внутрішньої секреції практично не є відмінною від ехоструктури навколишніх біотканин. Перед проведенням ультразвукових досліджень наднирників проводиться клінічний огляд у ендокринолога, також можливі методи лабораторної діагностики (включаючи аналізи на гормони). Ультразвукові дослідження можуть бути доповнені магніто-резонансною томографією. Дослідження наднирників складне через їх важкодоступність, тому сканування правого наднирника проводиться на глибокому вдосі, а лівого у вертикальному положенні хворого зі спини. Попередньої підготовки до ультразвукового дослідження наднирників проводити немає необхідності. Таким чином, ультразвукові дослідження наднирників дозволяють виявити різноманітні запальні процеси, доброякісні чи злоякісні пухлини [10,11] кисти, гематоми і гіперплазію. Своєчасно проведена діагностика значно полегшить процес лікування, тому на ранніх стадіях розвитку патологій є можливість запобігання різних порушень ендокринної, сечовивідної, нервової системи [3,9].

Ультразвукові дослідження черевної порожнини. Добре відомо, що здатність організму справлятися з багатьма вірусами, самопочуття напряму залежить від правильної роботи травної системи. Черевна порожнина включає в себе органи кишково-шлункового тракту (печінку, підшлункову залозу, селезінку, сечовивідні шляхи, наднирники), тому при певних патологіях (гострий біль під ребром справа, оперізувальний біль, відчуття важкості в шлунку, печія) тоді обов'язково буде призначена ультразвукова діагностика черевної

порожнини. Необхідно відмітити, що метод ультразвукового дослідження черевної порожнини, на відміну від інших, все ж потребує попередньої підготовки. Необхідно виключити зі свого раціону фрукти, сирі овочі, молочні продукти, газовані напої, солодке. В день проведення процедури забороняється приймати їжу, лікарські препарати, курити [12,13,14].

Ультразвукові дослідження вилочкової залози. Вилочкова залоза - складова лімфатичної системи людського організму. Вона відповідає за захист від інфекцій. Тимус бере участь у формуванні імунітету, розвитку організму в цілому і регуляції росту. Вилочкова залоза розміщена за грудиною безпосередньо по обидві сторони від трахеї. Вона має значний вплив на різні процеси. Якщо в процесі ультразвукового дослідження було виявлено збільшення вилочкової залози, то можна зробити висновок, що вона не може самостійно справлятися зі своїми основними функціями. Такі зміни властиві дітям грудного віку. Проведене ультразвукове дослідження дає можливість підібрати для дитини чітку схему імунологічних препаратів, отримати спеціальний догляд [3].

Ультразвукові дослідження м'яких тканин. Відомо, що ультразвукові дослідження м'яких тканин призначають при запальних захворюваннях, травмах, абсцесах, лімфостазі, грижах, при наявності об'ємних утворень у м'яких тканинах. Дана діагностика проводиться також за необхідності встановлення точного діагнозу, оскільки забезпечує візуалізацію і регіональних лімфатичних вузлів, що служить формуванню повної картини наявної патології [15]. Даний метод діагностики захворювань дуже популярний і ультразвукове дослідження м'яких тканин з використанням сучасних апаратів, дає можливість з високою точністю визначати локалізацію і природу фібром, ліпом, гемангіом, гематом та інших патологій [14,16].

Ультразвукове дослідження головного мозку вважається швидким, безпечним і інформативним методом діагностики, що допомагає визначити причину неврологічних симптомів. У наш час ультразвукові дослідження мозку проводять для оцінки можливих внутрішньочерепних змін, більше того, дана діагностика допомагає виявити кісти, пухлини, гематоми та ділянки патологічного процесу в мозкових структурах. До того ж ультразвукові дослідження дають можливість визначити напрямок їх росту та розміри. Відносно ультразвукового дослідження голови, то основними показами до них є травми, судоми, патології розвитку нервової системи, різні захворювання головного мозку. Рання діагностика дозволяє вчасно призначити терапію, уникнути ускладнень та можливість підібрати індивідуальну дозу лікарських препаратів. Проведення ультразвукового обстеження

головного мозку обов'язкове при гіпоксично-ішемічних ураження центральної нервової системи. Суть заключається в тому, що дана діагностика здатна показати ступінь вираження хвороби. Одним з видів ультразвукового дослідження голови вважається дослідження судин головного мозку, як важливої частини системи кровопостачання [9,17].

Ультразвукові дослідження серця та судин використовуються в медичній практиці для виявлення патологій серця. В даний час дуже широко використовується для точної діагностики ішемічної хвороби серця, наприклад, інфаркт міокарда, стенокардія, стани після перенесеного інфаркта міокарда, хвороби оболонки серця (перикардити, кардіоміопатії), а також при захворюваннях периферичних артерій (головного мозку, нирок, нижніх кінцівок) [18]. Відмітимо, що ультразвукове дослідження серця та судин використовують у процесі проведення профілактичних оглядів, що дозволяє виявити розлади діяльності серця на ранніх стадіях. Метод ультразвукового дослідження в кардіології є пріоритетним. Високу діагностичну значимість має ехокардіографія, а доплерографія вже стала невід'ємною частиною дослідження серця. Вона дає можливість у режимі дійсного часу оцінити кровоток у серці та судинах [12,13,16].

Ультразвукове дослідження можна використати як метод диференціації різних патологій (судинних). У нормальному стані артеріальні судини у поперечному перерізі мають вигляд округлих чітко визначених пульсуючих ехонегативних утворень, а венозні - витягнуту еліптичну форму. Пульсація при цьому відмічається тільки в полах вен. Судини на сканограмах мають вигляд двох паралельних полос з підвищеною ехогенністю. При підозрі тромбозу чи тромбоемболії артеріальної судини, на ультразвуковій діагностиці буде виявлено утворення низької ехогенності, де відмічається різке зниження пульсації судини. У випадку тромбозу венозної судини, вена до того місця отримує округлу форму в поперечному перерізі, а при тромбозі полая вена спостерігається зникнення пульсації. При ультразвукових дослідженнях аневризми артерій визначають за пульсуючими ехонегативними утвореннями або варіантами з пониженою ехогенністю. Всередині аневризми, наявні тромби, які відмічаються як ділянки з високою ехогенністю. У процесі використання апаратури з високою роздільною здатністю можуть бути (zareєстровані) відмічені турбулентні струми крові, як ділянки з підвищеною ехогенністю. Для диференціальної діагностики захворювань серця використовують сонографію, ехографію і доплерографію. До того ж ультразвукові дослідження допомагають визначити систолічний об'єм серця, товщину міокарда і гемодинамічні показники [1,7].

Лапароскопічне ультразвукове сканування - прийнято називати методику, яка об'єднує принципи лапароскопії та інтраопераційної контактної ультрасонографії і використовується в клініці різних хірургічних ситуацій. Інтраопераційна лапароскопія має ряд переваг, внаслідок того, що ультразвуковий датчик та досліджувана біотканина мають безпосередній контакт. Тому високочастотні ультразвукові сигнали не інтерферують і акустично не нашаровуються (останній ефект можливий при скануванні біотканин різної густини). Отримане двохвимірне ультразвукове зображення в режимі дійсного часу має відмінну роздільну здатність і досить високу якість. Для проведення інтраопераційного ультразвукового сканування використовують сучасні ультразвукові прилади, що мають компактні, які піддаються стерилізації, ультразвукові зонди-датчики, а також інші сучасні засоби, що дають можливість отримати зображення високої якості [1,19].

Ультразвукове дослідження печінки варте особливої уваги. Печінка синтезує біологічно активні речовини, нейтралізує токсичні речовини, виділяє жовч, контролює енергетичний баланс організму в цілому. Для того щоб отримати достовірну інформацію про стан печінки і дати оцінку її роботи, виявити в ній локальні зміни чи каміння в жовчному міхурі, необхідно провести ультразвукове дослідження [20,21,22]. У процесі дослідження можливо визначити діаметр і розміри судин печінки і жовчного міхура, виявити і дати аналіз відхилень від норми цих параметрів, визначити зміни в структурі органу, а при необхідності, встановити місце для пункційної біопсії [23]. Застосування діагностики печінки в режимі реального часу з використання ультразвуку значно полегшує проведення абдомінальної ультрасонографії. Саме доступність методу та висока роздільна здатність, що підвищує ступінь діагностичних можливостей при оцінці різних уражень печінки, сприяє все більшій популярності ультразвукових досліджень. Відмічено, що печінка є найбільш простим органом для ультразвукового дослідження, а використання ехографії відіграє важливішу роль при діагностиці її захворювань [1,24, 25].

У процесі проведення лікування різноманітних захворювань кістки обов'язково призначається ультразвукове дослідження тазобедрених суглобів. Ця процедура може бути проведена в тому випадку, коли необхідно точно і чітко діагностувати чи здійснити контроль при лікуванні артрозів, артритів, при розриві зв'язок і сухожилків, крововиливів у суглоби [3,26].

Відомо, що на даний момент ультразвукові діагностичні методи можуть дозволити досліджувати судини шиї та м'яких тканин, отримуючи при цьому надзвичайно точний діагноз. У число симптомів, внаслідок яких призначають ультразвукове дослідження шиї,

входять пухлини і потовщення, несиметричність у ділянці шиї, поганий мозковий кровообіг, шум при прослуховуванні судин шиї, підозри на розвиток атеросклерозу. Ультразвукові дослідження вважаються ефективними засобами при виявленні аномального стану судин, наявності пухлин [27], локалізації тромбів. Ультразвукові дослідження шиї здатні показати ступінь звуження судин і стан кровотоку, виявити атеросклеротичні бляшки, ознаки остеохондрозу в шийному відділі [1,7,24].

Висновок. Отже, ультразвукові дослідження на сьогодні зайняли визначене місце серед діагностичних методів, що використовуються в медицині. У поєднанні з іншими інструментальними методами ультразвукові дослідження сприяють комплексному обстеженню, правильному і точному діагнозу, дають можливість врахувати локалізацію та розповсюдження патологічного процесу, спостерігати динаміку захворювання та виявляти можливі ускладнення. У комплексі з клінічними, нейрофізіологічними, біологічними дослідженнями, ультразвукові дослідження є досить цінним методом діагностики при розпізнанні механізмів різних захворювань.

Список використаних джерел

1. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. Под редакцией Митькова В.В. ВИДАР, 2019. 356 с.
2. Сенча А.Н., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н., Пеняева Э.И., Кашманова А.В., Сенча Е.А. Ультразвуковое исследование с использованием контрастных препаратов. М.: Видар-М, 2015. 144с.
3. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике. Т.3. Под редакцией Митькова В.В., Медведева М.В. М.ВИДАР. 1997. 320 с.
4. Сенча А.Н., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н., Пеняева Э.И., Кашманова А.В., Сенча Е.А. Ультразвуковое исследование с использованием контрастных препаратов. М.: Видар-М, 2015. 144 с.
5. Ветшева Н.Н., Фисенко Е.П., Степанова Ю.А., Камалов Ю.Р., Тимина И.Е., Киселева Т.Н., Жестовская С.И. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением: терминология, технические и методологические аспекты // Медицинская визуализация. 2016. №4. С.132-140.
6. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. Биофизика. Учебник для студентов высших учебных заведений. М. ВЛАДОС, 1999. 288 с.
7. Сандриков В.А., Фисенко Е.П., Кулагина Т.Ю. Ультразвуковые и лучевые технологии в клинической практике. М. Стром, 2012. 15-53 с.
8. Аллан Л.Д. Эхокардиография плода: практическое руководство. Логосфера, 2018. 344 с.
9. Пыков М.И., Ватолин К.В. Детская ультразвуковая диагностика. М: ВИДАР. 2001. 680 с.
10. Аллахвердиева Г.Ф., Синюкова Г.Т., Кропотов М.А., Мудунов А.М., Яковлева Л.П., Саприна О.А., Танеева А.Ш., Шолохов В.Н., Данзанова Т.Ю., Лепэдату П.И., Костякова Л.А., Гудилина Е.А., Бердников С.Н., Махотина М.С. Ультразвуковая диагностика рака языка. Определение глубины инвазии опухоли // Злокачественные опухоли. 2015. № 4. Спецвыпуск 2. С. 49-52. Doi:10.18027/2224-5057-2015-4s2-49-52.

11. Агева З.А., Авхадов Т.С., Горбов Л.В., Каранадзе Е.Н. Опыт применения контрастной сонографии в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени // Медицинская визуализация. 2017. № 1. С. 13-19.
12. Алехин М.Н. Чреспищеводная эхокардиография. ВИДАР. 2014. 256 с.
13. Глазун Л.О. Ультразвуковая диагностика приобретенных пороков сердца. ВИДАР. 2019. 288 с.
14. Медведев М.В. Пренатальная эхография. Дифференциальный диагноз и прогноз. М. Реальное время. 2009. 450 с.
15. Сенча Е.А., Сенча А.Н., Пеняева Э.И., Патрунов Ю.Н., Митькова М.Д., Митьков В.В. Применение количественного анализа ультра звукового исследования с контрастным усилением в дифференциальной диагностике очаговых изменений щитовидной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2018. № 2. С. 12-26.
16. Зубарев А.В., Фёдорова А.А., Чернышов В.В., Варламов Г.В., Соколова А.А. Применение эхоконтрастных препаратов в клинике и перспективы синхронизации УЗИ, КТ и МРТ – изображений (собственный опыт и обзор литературы). Медицинская визуализация. 2015. №1. 94-114 с.
17. Тринотель М.И., Погорелова О.А. Количественная оценка эхогенности атеросклеротических бляшек сонных артерий и её значение в клинической практике. Ультразвуковая функциональная диагностика. 2017. №1. 54-65 с.
18. Pei X.Q., Liu L.Z., Zheng W., Cai M.Y., Han F., He J.H., Li A.H., Chen M.S. Contrast-enhanced ultrasonography of hepatocellular carcinoma: correlation between quantitative parameters and arteries in neoangiogenesis or sinusoidal capillarization // Eur. J. Radiol. 2012. V. 81. No. 3. P. e182-e188. Doi: 10.1016/j.ejrad.2011.01.083.
19. Хатчимон С.Д., Холмс К.К. Ультразвуковая диагностика в ангиологии и сосудистой хирургии. Пер. с англ. под ред. Кириенко А.И., Чурикова Д.А. ГЕОТАР-Медиа. 2019. 400с.
20. Агеев А.С., Чекалова М.А., Патютко Ю.И., Поляков А.Н., Маргарян А.Г. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением в диагностике метастатического поражения печени // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2016. № 2. С. 9-16.
21. Пеняева Э.И., Камалов Ю.Р., Сенча А.Н., Патрунов Ю.Н., Сенча Е.А. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени // Медицинская визуализация. 2017. № 2. С. 36-52. Doi: 10.24835/1607-0763-2017-2-36-52.
22. Пеняева Э.И., Камалов Ю.Р., Сенча А.Н., Патрунов Ю.Н. Применение количественного анализа ультразвукового исследования с контрастным усилением в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2018. № 1. С. 13-29.
23. Степанов С.О., Митина Л.А., Казакевич В.И., Каприн А.Д., Алексеев Б.Я., Костин А.А., Скрепцова Н.С., Гуц О.В., Прозорова Э.В. Ультразвуковая диагностика очаговых образований в печени с использованием контрастного препарата Соновью. Методические рекомендации. М.: МНИОИ им П.А. Герцена - филиал ФГБУ "НМИРЦ" Минздрава России, 2015. С.3-6.
24. Пеняева Э.И., Камалов Ю.Р., Сенча А.Н., Патрунов Ю.Н. Применение количественного анализа ультразвукового исследования с контрастным усилением в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2018 №1. 13-32 с.
25. Пеняева Э.И., Камалов Ю.Р., Сенча А.Н., Патрунов Ю.Н., Сенча Е.А. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени // Медицинская визуализация. 2017. № 2. С. 36-52.

26. Сенча А.А., Беляев Д.В. Ультразвуковая диагностика. Тазобедренный сустав. ВИДАР. 2016. 152 с.

27. Li C.X., Lu Q., Huang B.J., Xue L.Y., Yan L.X., Zheng F.Y., Wen J.X., Wang W.P. Quantitative evaluation of contrast-enhanced ultrasound for differentiation of renal cell carcinoma subtypes and angiomyolipoma // Eur. J. Radiol. 2016. V. 85. No. 4. P. 795-802. Doi:10.1016/j.ejrad.2016.01.009.

УДК 611.127.018.28-053.31

Пентелейчук Н.П., Малик Ю.Ю., Семенюк Т.О.

Світлооптичні та поляризаційні властивості сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця людини в нормі

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

pentelejchuk.nataliia@bsmu.edu.ua

Анотація. У роботі вивчалася світлооптична будова та поляризаційні властивості тканин сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця людини у нормі на основі гістологічних зрізів. Мікроскопічне дослідження показало, що сухожилкові струни людини за морфологічною будовою належать до фіброзно-м'язового та фіброзного типів. Дослідження проведені методом лазерної поляриметрії показали свою ефективність у визначенні оптичних шарів сухожилкових струн клапанів серця та у диференціації їх тканинної організації.

Ключові слова: сухожилкові струни, клапани серця, поляриметрія.

Вступ. Незважаючи на велику кількість наукових робіт присвячених дослідженням структур серця, до цього часу на думку, як вітчизняних так і зарубіжних авторів [2, 3, 4, 6] існує ще багато суперечливих питань, які пов'язані з мікроскопічними особливостями будови клапанного апарату серця та його окремих структурних компонентів: стулок, сухожилкових струн (СС), соскоподібних м'язів (СМ) та фіброзного кільця [2, 4].

На даний момент перспективними є фізичні методи дослідження з використанням методик кореляційної оптики, які вивчаючи явища світлорозсіяння, дозволяють отримувати об'єктивні дані досліджуваних тканин організму та точніше визначати їх морфологічну будову [1, 5].

Мета дослідження. Вивчення гістологічних препаратів за допомогою світлової мікроскопії та за допомогою методу лазерної поляриметрії.

Матеріал і методи. Дослідження СС мітрального клапана (МК) та тристулкового клапана (ТК) були проведені на 84 зразках передсердно-шлуночкових клапанів (ПШК) серця,

взятих із 42 сердець людей, які померли від причин, не пов'язаних із патологією серцево-судинної системи.

Одержаний матеріал фіксували у 10 % розчині нейтрального формаліну. Після фіксації матеріал зневоднювали та заливали в парафін і виготовляли серійні зрізи товщиною 10 мкм. Для вивчення сполучнотканинних і м'язових елементів СС виготовляли серійні зрізи та проводили їх фарбування за стандартними методиками і методами ван-Гізон-Вейгерт, Слінченко.

Оптичні властивості СС ПШК вивчали за допомогою методики стоке-поляриметричного дослідження. В якості об'єктів дослідження використані оптично тонкі поздовжні заморожені зрізи СС ПШК серця товщиною 20-40 мкм.

Результати дослідження та їх обговорення.

Проведені світлооптичні дослідження показали, що поверхня СС ПШК серця вкрита одним шаром ендотеліальних клітин, що лежать на базальній мембрані. Під шаром ендотелію СС розташовується підендотеліальний шар утворений пухкою волокнистою сполучною тканиною у якій візуалізуються еластичні волокна у проміжках між якими визначаються поодинокі та хаотично розташовані колагенові волокна, оточені аморфним компонентом міжклітинної речовини (рис. 1).

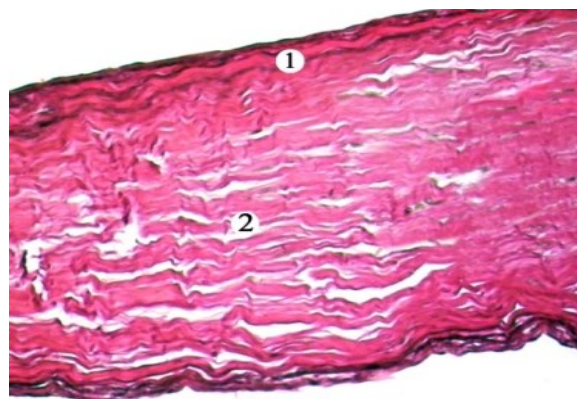


Рис. 1. Поздовжній зріз СС ТКС людини. Забарвлення за методом ван-Гізон-Вейгерт. Мікрофотографія. Зб.: 150^x: 1 – еластичні волокна; 2 – товща сухожилкової струни.

У більшості СС ПШК серця основа утворена щільним колагеновим стрижнем, який формують паралельні, прямолінійно спрямовані пучки колагенових волокон, між якими залягають клітини фібробластичного ряду.

Однак, у невеликій кількості СС клапанів серця у товщі зустрічаються пучки кардіоміоцитів, об'єднані в тяжі неправильної форми.

При проведенні досліджень СС ПШК серця з використанням методу лазерної поляриметрії в якості об'єктів дослідження використовувалися оптично тонкі (коефіцієнт ослаблення $\tau \leq 0.1$) гістологічні зрізи СС.

Аналіз поляризаційних мап, представлений на (рис. 2) поляризаційних зображень у різних станах азимутів та еліптичностей поляризації опромінюючого та аналізуючого каналів, показує наступні особливості проявів анізотропної архітектоніки наявних пучків колагенових, еластичних і м'язових волокон.

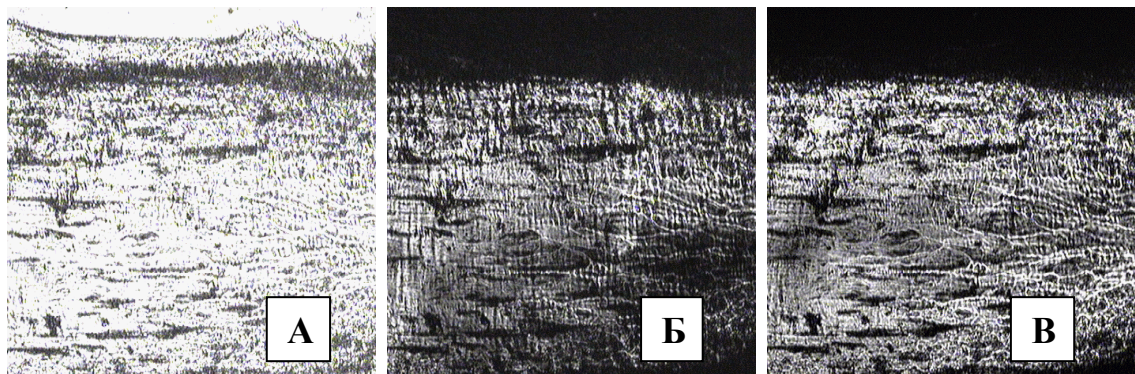


Рис. 2. Поляризаційні мапи зрізів СС ПШК людини (орієнтація азимутів аналізатор-поляризатор 0–0 (А), 0–90 (Б), 45–135 (В)).

Поляризаційні проекції чітко візуалізують тканинну будову СС ПШК серця із симетричною структурою поздовжньої проекції поверхневого ендотеліального та підендотеліального шарів. В ортогональних проекціях відфільтровується будова волокнистих структур міжклітинної речовини, одночасна ідентифікація яких не візуалізується на картинах. Спостерігається накладання двох поляризаційних топологій в ортогональних проекціях, пов'язаних із наявними пучками колагену, еластину та актиново-міозинових філаментів.

На (рис.3) представлені розподіли інтенсивності в поляризаційних проекціях зі структурованою гістограмою, на якій виділяються дві характерні ділянки – з низькою інтенсивністю сигналу, пов'язаною з наявними розупорядкованими актиново-міозиновими філаментами та рівномірною ділянкою середньої інтенсивності, яка ілюстрована з структурованою топологією фіброзного типу, що проявляється анізотропністю структури колагенових волокон.

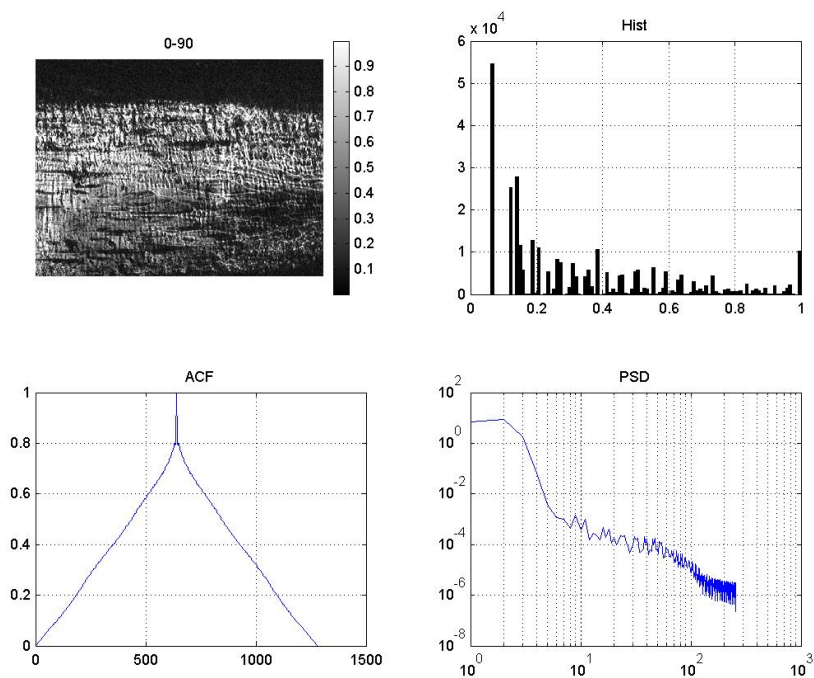


Рис. 3. Структура поляризаційної проекції (0–90) зрізів сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця людини та гістограми розподілу інтенсивностей, кореляційна характеристика та спектр потужності сигналу.

Проведені експериментальні візуальні поляризаційні дослідження процесів перетворення амплітудно-фазових параметрів лазерного випромінювання полікристалічними шарами різних типів підтверджують їх оптичну анізотропію.

Висновки. Таким чином, результати дослідження показали, що СС ПШК серця людини, за мікроскопічною будовою належать до фіброзно-м'язового та фіброзного типів.

Використання методу лазерної поляриметрії цілком підтверджує дані світлооптичних досліджень щодо морфологічної будови СС ПШК серця. Оптичні властивості СС МК та ТК серця дають можливість диференціювати у їх складі колагенові, еластичні та м'язові волокна, підтверджуючи типоналежність СС.

Список використаних джерел

1. Бачинський В.Т., Ванчуляк О.Я., Сивокоровська А-В.С., Гараздюк М.С., Паливода О.Г. Перспективи використання лазерних поляриметричних методів дослідження біотканин та середовищ організму людини. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української стоматологічної академії. 2015. Т 15, №3(51), час. 2. С. 193–198.
2. Лобко П.И., Ромбальская А.Р. Микроскопическая анатомия мясистых трабекул, сосочковых мышц и сухожильных хорд желудочков сердца человека. Клінічна анатомія та оперативна хірургія. 2010. Т. 9, № 1. С. 60–63.

3. Симівська Р. Морфологічні особливості клапанних апаратів серця людини й експериментальних тварин у нормі та за умов впливу патогенних чинників. Праці НТШ Медичні науки. 2018. Т. 54, № 2. С. 26–32.
4. Степанчук А.П. Морфометрические исследования передсердно-желудочковых клапанов в норме. Вісник проблем біології і медицини. 2012. Т. 1 (94), № 3. С. 162–165.
5. Ушенко О.Г., Пішак В.П., Пересунько О.П., Ушенко Ю.О. Полярizzaційна корелометрія біологічних тканин людини. Чернівці: Рута. 2007. 606 с.
6. Harsha B.R., Chandrashekar K.T., Dakshayani K.R. Morphometric study on posterior papillary muscles of human tricuspid valve IAIM. 2015. Vol. 2, №2. P. 34–38.

УДК 611.127.018.28-053.3

Пентелейчук Н.П., Семенюк Т.О., Малик Ю.Ю.

**Морфологічні особливості тривимірної будови клапанного апарату серця плодів
людини**

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

pentelejchuk.nataliia@bsmu.edu.ua

Анотація. Метою дослідження було вивчити морфологічну будову сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця плодів з використанням реконструкційних методів дослідження. У результаті проведеного мікроскопічного дослідження встановлено, що первинні сухожилкові струни плодів мають вигляд м'язових тяжі, які в подальшому перетворюються на сухожилкові струни у складі яких домінує щільна оформлена волокниста сполучна тканина. У результаті проведення 3D-моделювання клапанного апарату серця плода підтверджено, що сухожилкові струни відходять від верхівок сосочкоподібних м'язів і ділянкою їх прикріплення є стулки передсердно-шлуночкових клапанів серця.

Ключові слова: плоди, сухожилкові струни, клапани серця.

Вступ. Вивчаючи наукові дані літератури, що присвячені розвитку та структурній організації серця в пренатальному періоді онтогенезу, а також морфологічним змінам структур клапанного апарату серця [1, 2, 3], ми зіткнулися з фактом дефіциту інформації щодо джерел утворення та механізму перебудови структурних компонентів сухожилкових струн (СС) передсердно-шлуночкових клапанів (ПШК) серця плодів. Однак, сучасні методи морфології вже неможливо уявити без використання цифрових технологій, одним з яких є 3D-реконструкція за серійними гістологічними зрізами [4, 5], що дозволяє проводити дослідження

тієї або іншої структури на площині зрізу та отримати повне уявлення про будову і тканинну організацію досліджуваного об'єкта.

Мета дослідження. Вивчення морфологічної будову сухожилкових струн передсердно-шлуночкових клапанів серця плодів з використанням реконструкційних методів дослідження.

Матеріал і методи Дослідження СС мітрального клапана (МК) та тристулкового клапана (ТК) були проведені на 80 передсердно-шлуночкових клапанах (ПШК) серця, взятих із сердець 40 плодів, які померли від причин, не пов'язаних із патологією серцево-судинної системи. Одержаний матеріал фіксували в 10 % розчині нейтрального формаліну. Для вивчення сполучнотканинних і м'язових елементів сухожилкових струн, виготовляли серійні зрізи, проводили їх забарвлення за стандартними методиками та методами ван-Гізон-Вейгерт, Слінченко та пікро-Маллорі. Для створення реконструкційних моделей СС ПШК серця плодів використовували комплекс програм Microsoft Office Picture Manager, та 3ds max 8.0. Серійні зрізи СС фотографували, а отримані цифрові зображення обробляли за допомогою Microsoft Office Picture Manager.

Результати дослідження та їх обговорення.

Світлооптичне дослідження сердець плодів людини 81,0-120,0 мм ТКД показало, що до шлуночкової поверхні стулок ПШК прикріплюються сосочкоподібні м'язи (СМ), міокард яких переходить у мезенхіму стулки. Стулка на даному періоді розвитку плода являє собою щільну мезенхімну тканину з невеликою кількістю м'язових елементів, розташованих ближче до шлуночкової поверхні стулки.

3D-модельовання клапанного апарату серця плода 90,0 мм ТКД показало, що СМ безпосередньо переходять у стулки лівого ПШК (рис.1).

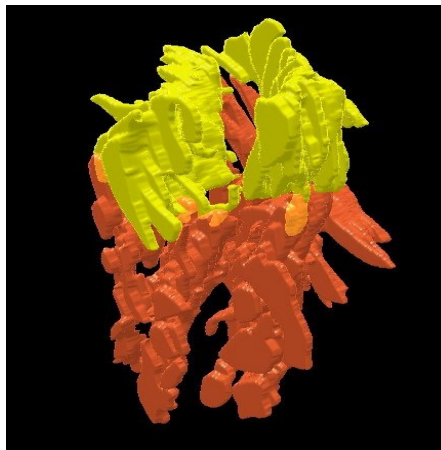


Рис. 1. Тривимірна модель мітрального клапана серця плода 90,0 мм ТКД. Червоний колір – сосочкоподібні м'язи лівого шлуночка; жовтий колір – стулки клапана.

Між СМ та стулками ПШК серця у плодів 125,0 мм ТКД спостерігаються первинні СС у вигляді тонких тяжів (рис. 2).

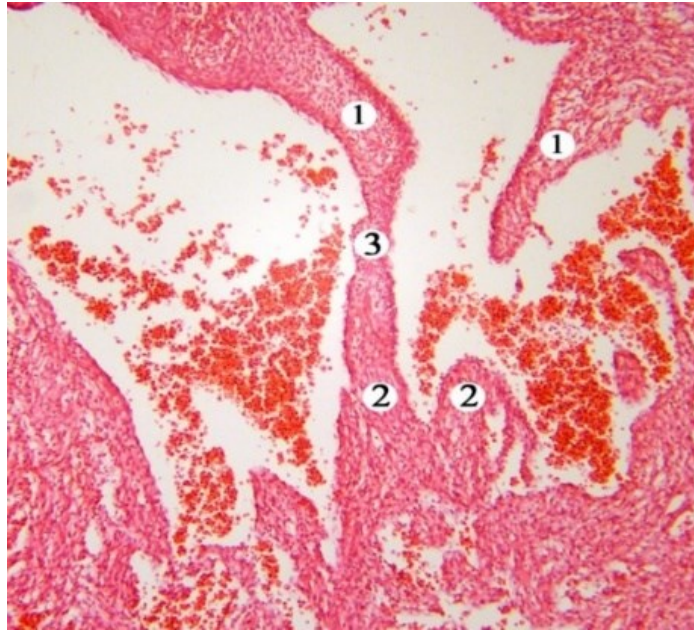


Рис. 2. Перехід первинної сухожилкової струни від верхівки сосочкоподібного м'яза до стулки лівого передсердно-шлуночкового клапана серця плода 125,0 мм ТКД. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Мікрофотографія. Зб.: 150^x: 1 – стулка передсердно-шлуночкового клапана; 2 – сосочкоподібні м'язи; 3 – первинна сухожилкова струна.

Первинні СС, як МК так і ТК побудовані з щільного пласту кардіоміоцитів із невеликою кількістю мезенхімних клітин, які розташовуються у товщі СС. Мезенхімні клітини мають тонкі довгі відростки, якими контактують між собою утворюючи сітку. Навколо клітин спостерігається досить неорганізований міжклітинний матрикс. Волокна сполучної тканини, не визначаються. Із збільшенням віку плода стулки ПШК зміщуються краніально, і це призводить до віддалення СМ від клапанів при цьому збільшується довжина первинних СС. СС плодів 130,0-135,0 мм ТКД мають вигляд м'язових тяжів, які в подальшому перетворюються на СС у складі яких домінує щільна оформлена волокниста сполучна тканина.

Тривимірна реконструкція клапанного апарата серця плода 135,0 мм ТДК показала, що СМ з'єднуються із стулками правого ПШК за допомогою новоутворених СС (рис. 3).

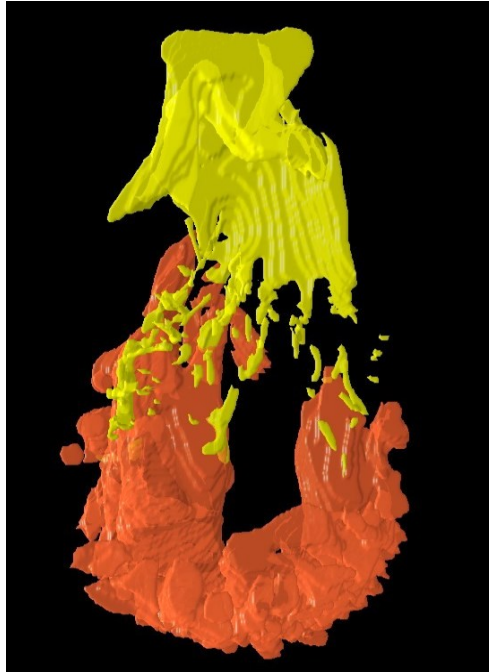


Рис. 3. Тривимірна модель тристулкового клапана серця плода 135,0 мм ТКД.

Червоний колір – сосочкоподібні м'язи правого шлуночка; жовтий колір – стулки та сухожилкові струни клапана.

СС ПШК серця у плодів 140,0-170,0 мм ТКД утворені м'язовою та сполучною тканиною, в якій колагенові волокна формуються єдиним пластом, що з'єднує міокард, стулку та СМ.

Поверхня СС МК та ТК клапанів серця плодів 180,0-375,0 мм ТКД рівна, та вкрита одним шаром плоских клітин – ендотеліоцитів. Під ендотелієм у складі СС локалізується підендотеліальний шар, в якому виявляються еластичні волокна у вигляді тоненької смужки. У складі міжклітинної речовини сполучної тканини товщі СС виявляються щільно розташовані пучки колагенових волокон, між якими знаходяться клітини фібробластичного ряду. Розміщення клітин відносно поверхні СС є досить щільним. Волокнисті структури міжклітинної речовини переважають над клітинними елементами, кількість аморфного компонента міжклітинної речовини, зменшується. При мікроскопічному дослідженні СС ПШК серця плодів 180,0-375,0 мм ТКД встановлено, що у товщі СС є волокна, які у вигляді тяжів пронизують всю товщу СС. На гістологічних препаратах, забарвлених за методом пікро-Маллорі тяжі забарвлюються в яскраво червоний колір, що свідчить про їх належність до м'язової тканини (рис. 4). Поперечно-посмуговані серцеві м'язові волокна утворені окремими клітинами прямокутної форми, які з'єднуючись між собою, утворюють ланцюжок.

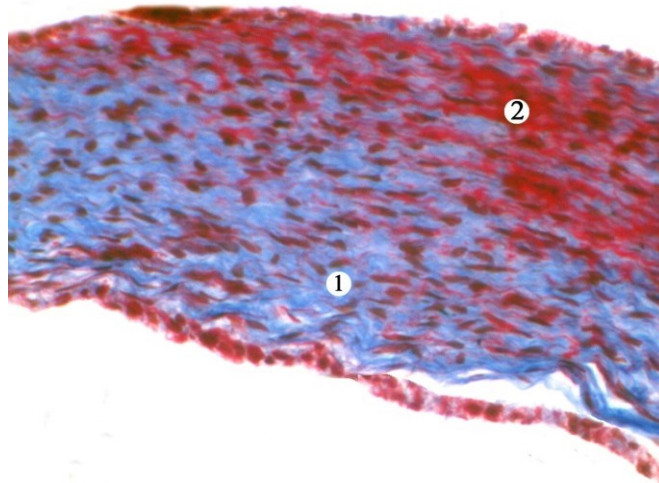


Рис. 4. Поздовжній зріз сухожилкової струни мітрального клапана серця плода 270,0 мм ТКД. Забарвлення за методом пікро-Маллорі. Мікрофотографія. Зб.: 150^x:

1 – пучки колагенових волокон; 2 – поперечно-посмуговані серцеві м'язові волокна.

Висновки. Отже, результати морфологічного дослідження СС ПШК серця плодів людини з використанням реконструкційних методів дослідження показали, що первинні СС з'являються на 15-му тижні внутрішньоутробного розвитку плода 125,0 мм ТКД. Вони відходять від верхівок сосочкоподібних м'язів і ділянкою їх прикріплення є стулки передсердно-шлуночкових клапанів серця. Первинні СС мають вигляд м'язових тяжів, які в подальшому перетворюються на СС у складі яких домінує щільна оформлена волокниста сполучна тканина. Таким чином можна стверджувати, що СС ПШК серця плодів людини належать до СС м'язового та фіброзно-м'язового типів.

Список використаних джерел

1. Абдул-Оглы Л. В. Морфогенетические особенности развития сердца в эмбриогенезе. *Вісник проблем біології і медицини*. 2010. №1. С. 223–233.
2. Козлов В. О. Савенкова О. Формування внутрішнього рельєфу серця людини на етапах кардіогенезу. *Таврический медико-биологический вестник*. 2008. Т. 11, № 3., ч. III. С. 78–80.
3. Ромбальская А. Р. Формирование и строение внутрижелудочковых образований сердца человека во внутриутробном периоде развития *Оригинальные исследования*. 2010. Т. 137, № 1. С. 21–27.
4. Олійник І.Ю., Корнійчук О.В., Лаврів Л.П. Бернік Н.Б. Спосіб тривимірного реконструювання органів та структур. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. Т. 10, №1. 2011. С.97–100.
5. Твердохліб І.В. Просторова реконструкція біологічних об'єктів за допомогою комп'юторного моделювання. *Морфологія*. 2007. №1. С. 135–139.

Ризничук М.О.¹, Большова О.В.², Кваченюк Д.А.²

Ідіопатична низькорослість у дітей: особливості обміну вітаміну d залежно від поліморфізму гена VDR рецептора вітаміну D

¹Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

²ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин імені В.П. Комісаренка НАМН України»,
м. Київ, Україна

rysnichuk.mariana@gmail.com

Вступ. На низький ріст дитини впливають безліч чинників, серед яких дефіцит гормону росту, нейросекреторний розлад гормональної вісі соматотропного гормону, затримка внутрішньоутробного розвитку, низький ідіопатичний ріст, гіпотиреоз і недостатність харчування [1]. Серед усіх вищеперерахованих причин, ідіопатично низький зріст є найпоширенішим діагнозом, на його частку припадає 60-80% дітей із затримкою зросту. Причини ідіопатично низького зросту різноманітні та мультифакторні, включають мутацію гена рецептора СТГ, коротку делецію гена гомеобоксу, дисфункцію секреції СТГ та структурні його аномалії. Дана патологія не тільки впливає на зріст дітей, але також призводить до аномального розвитку кісток, дисфункції нервової системи та збільшення частоти хронічних серцево-легеневих захворювань, що в цілому впливає на якість життя дітей [2].

Ключові слова: поліморфізм гена VDR рецептора вітаміну D, діти, ідіопатична низькорослість, вітамін D.

Метою нашого дослідження стало вивчення обміну вітаміну D у дітей із ідіопатичною низькорослістю залежно від поліморфізму гена VDR рецептора вітаміну D.

Матеріали та методи. Обстежено 18 дітей з діагнозом ідіопатична низькорослість, які перебували на лікуванні ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України». Були враховані: стать та вік пацієнта, антропометричні дані, рівень вітаміну D у крові (виключені літні місяці набору хворих), кістковий вік, рівень СТГ базальний та після стимуляційних тестів (клонідином, інсуліном), рівні ІФР-1, рівень у крові загального та іонізованого кальцію та поліморфізм гену VDR рецептора вітаміну D.

Результати дослідження. У досліджуваній групі (18 пацієнтів) середні значення зросту, ваги, SDS зросту, 25ОНVitD у сироватці, відповідно становили 123,49 ± 19,62 см, 26,96 ± 11,11 кг, -2,25 ± 0,85, 48,86 ± 16,71 нмоль/л, рівень загального кальцію 2,40 ± 0,12 ммоль/л, фосфору сироватки 1,43 ± 0,11 ммоль/л.

У всіх дітей із ідіопатичною низькорослістю незалежно від поліморфного локусу rs1544410 BsmI гена рецептора вітаміну D виявлено низький рівень вітаміну D. У дітей із

поліморфним варіантом G/G BsmI VDR було виявлено дефіцит вітаміну D ($43,83 \pm 6,47$ нмоль/л), а в дітей із поліморфними варіантами G/A і A/A BsmI VDR виявлено недостатність вітаміну D ($58,14 \pm 20,05$ та $51,58 \pm 22,84$ нмоль/л відповідно).

Базальний рівень СТГ був нормальним у всіх пацієнтів. Рівень СТГ після стимуляційної проби із клонідином був у межах норми.

SDS (Standard Deviation Score) зросту достовірно нижчий у групі дітей із поліморфним варіантом A/A $-2,61 \pm 0,38$ порівняно із варіантами поліморфного локусу rs1544410 BsmI гена VDR рецептора вітаміну D G/A $(-1,92 \pm 0,45)$ та G/G $(-2,39 \pm 0,02)$.

ІФР-1 у всіх обстежених був в межах норми, однак найнижчий показник траплявся у пацієнтів із поліморфним варіантом G/G BsmI VDR ($108,50 \pm 12,02$ нг/мл). Виявлено нормальний рівень загального та іонізованого кальцію і фосфору в сироватці крові у всіх пацієнтів.

Висновки. У дітей за наявності генотипу G/A ризик ідіопатичної низькорослості достовірно високий OR=9,33 (95%CI 3,09-28,16; $p < 0,05$).

У дітей із поліморфним варіантом G/G BsmI VDR було виявлено дефіцит вітаміну D ($43,83 \pm 6,47$ нмоль/л), а в дітей із поліморфними варіантами G/A і A/A BsmI VDR виявлено недостатність вітаміну D ($58,14 \pm 20,05$ та $51,58 \pm 22,84$ нмоль/л відповідно).

Список використаних джерел

1. Inzaghi E., Reiter E., Cianfarani S. The challenge of defining and investigating the causes of idiopathic short stature and finding an effective therapy. *Horm Res Paediatr.* 2019; 92(2):71-83. doi:10.1159/000502901
2. Wang W, Luo XP, Cai LX, Cui ZR, Luo XY, Luo RK. Relationship between vitamin D receptor (VDR) polymorphisms and the efficacy of recombinant human growth hormone (rhGH) treatment in children with idiopathic short stature. *GenetMolRes.* 2015; 14(3):10507-14. doi:10.4238/2015.september.8.12

УДК 616-056.7:575.244]-036.1-071-053.2

Ризничук М.О.¹, Соломатін В.О.²

Клінічні особливості перебігу синдрому Прадера-Віллі у дітей

¹Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

²КНП «Центр первинної медико-санітарної допомоги Роша», Чернівці, Україна

rysnichuk.mariana@gmail.com; vs.solo81@gmail.com

Анотація. У статті описано причини розвитку синдрому Прадера-Віллі. Наведено клініко-діагностичні критерії даного синдрому. Також виокремлено групу дітей із підозрою на синдром Прадера-Віллі, які підлягають ДНК-діагностиці за міжнародними критеріями.

Ключові слова: діти, синдром Прадера-Віллі, діагностичні критерії.

Синдром Прадера-Віллі (OMIM 176270) відноситься до хвороб геномного імпринтингу, і виникає внаслідок експресії генів *SNRPN* та *NECDIN* (NDN). Близько 70% хворих, які страждають на синдром Прадера-Віллі мають мікрделеції 15q12 батьківського походження, у 28% виявляється материнська одnobатьківська дисомія по хромосомі 15, а у 2% – дефекти процесу імпринтингу або дефект в імпринтинг-центр, рідкісні хромосомні перебудови та генні мутації [1].

Запідозрити синдром Прадера-Віллі можна ще внутрішньоутробно за наявності зниженої активності рухів плода, аномального положення плода, наявності багатоводдя. Клініко-діагностичні критерії синдрому Прадера-Віллі були вперше запропоновані в 1993 Holm et al. та переглянуті та доповнені у 2015 році на основі спостереження за 300 пацієнтами з таким синдромом (табл.1).

Таблиця 1

Клініко-діагностичні критерії синдрому

(по Gunay-Aygun Meral et al., 2015) [3]

Великі критерії:	Бали
1. Центральна гіпотонія з пригніченням смоктального рефлексу в неонатальному періоді та грудному віці, поступово проходить із віком	1
2. Проблеми з вигодовуванням у періоді новонародженості із використанням спеціальних методів годування, поганий набір ваги та затримка розвитку	1
3. Надмірне або швидке збільшення ваги (більше 95 перцентиля) після 12 місяців але до 6 років; ожиріння центрального генезу	1
4. Характерні риси обличчя з доліхоцефалією в ранньому віці, вузьким обличчям або малим біфронтальним розміром, мигдалеподібними очима, маленьким ротом з тонкою верхньою губою, опущені куточки рота (> 3 ознак обов'язково)	1
5. Гіпогонадізм із наявністю наступної патології залежно від віку:	1
а. Гіпоплазія геніталій (хлопчики: гіпоплазія мошонки, крипторхізм, маленький пеніс та/або яєчка для віку (< 5-й перцентиля) дівчинки: відсутність або тяжка гіпоплазія малих статевих губ та/або клітора	
б. Пізнє або неповне статеве дозрівання, затримка пубертату за відсутності втручання після 16 років (хлопчики: маленькі яєчка, зменшення оволосіння на обличчі та тілі, відсутність зміни голосу; дівчата: аменорея/олігоменорея після 16 років)	
6. Загальна затримка розвитку у дитини <6 років; від легкої до помірної розумової відсталості чи проблеми із навчанням у дітей старшого віку	1
7. Гіперфагія /одержимість їжею/ нестримний апетит	1

8. Делеція 15q11-13 на високій роздільній здатності (>650 смуг) або інша цитогенетична молекулярна аномалія хромосомної ділянки Прадера-Віллі, у тому числі материнська дисомія	1
Малі критерії:	
1. Зниження рухів плода або гіпотонія в період новонародженості, що проходить із віком	0,5
2. Проблеми поведінки: істеричність, спалахи насильства, obsесивно-компульсивна поведінка; схильність до суперечок, опозиціонізм, жорстокість, патологічна брехливість, маніпуляція оточуючими, впертість; негативізм, схильність до крадіжки (потрібно 5 або більше симптомів)	0,5
3. Порушення сну та апное під час сну	0,5
4. Низький ріст порівняно з ровесниками старше 15 років (за відсутності лікування гормоном росту)	0,5
5. Гіпопігментація шкіри та волосся порівняно з сім'єю, дерматиломанія (skin picking)	0,5
6. Маленькі кисті (<25-й перцентилья) та/або стопи (<10-ї перцентилья) для даного віку	0,5
7. Вузькі кисті рук	0,5
8. Очні аномалії (езотропія, міопія)	0,5
9. Виділення в'язкої слини з утворенням кірочок у куточках рота	0,5
10. Дефекти мови та артикуляції	0,5
11. Стрії на шкірі	0,5
Додаткові критерії	
1. Високий больовий поріг	
2. Високий поріг до блювоти	
3. Нестабільність температури в ранньому віці або зміни температурної чутливості в дітей старшого віку та дорослих	
4. Сколіоз та/або кіфоз	
5. Раннє статеве дозрівання	
6. Остеопороз	
7. Незвичайна майстерність у складанні пазлів	
8. Нормальні показники нервово-м'язової провідності	

Для дітей до 3-х років необхідно набрати 5 балів для встановлення діагнозу (4 мають бути великими), для дітей старших 3-х років і дорослих необхідно 8 балів (5 балів мають бути великими). Додаткові критерії можуть бути присутніми і не виключають діагнозу.

Для того, щоб визначити групи дітей, яким необхідно проводити діагностику ДНК, були запропоновані групи ризику дітей у різні вікові періоди (табл. 2).

Група дітей, які підлягають ДНК діагностиці [3]

Вік	Клінічні особливості
Від народження і до 2-х років	1. Гіпотонія з порушенням смоктання
2-6 років	1. Гіпотонія з порушенням смоктання
	2. Загальна затримка розвитку
6-12 років	1. Гіпотонія з порушенням смоктання (гіпотонія часто зберігається)
	2. Загальна затримка розвитку
	3. Надмірне вживання їжі (гіперфагія; нестримний апетит) із центральним ожирінням
старше 13 років	1. Когнітивні порушення; як правило, легка розумова відсталість
	2. Надмірне вживання їжі (гіперфагія; нестримний апетит) із центральним ожирінням
	3. Гіпогонадотропний гіпогонадизм та/або типові проблеми поведінки (у тому числі істерики та obsесивно-компульсивні особливості)

Вмирають такі пацієнти від ускладнень цукрового діабету, що розвивається на тлі ожиріння та серцевої недостатності [2].

Висновки. Запідозрити синдром Прадера-Віллі можна ще внутрішньоутробно. Згідно клініко-діагностичним критеріям синдрому для дітей до 3-х років необхідно набрати 5 балів для встановлення діагнозу (із них 4 мають бути із великих критеріїв), для дітей старших 3-х років і дорослих необхідно 8 балів (5 балів мають бути із великих критеріїв).

Список використаних джерел.

1. Angulo MA, Butler MG, Cataletto ME. Prader-Willi syndrome: a review of clinical, genetic, and endocrine findings. *J Endocrinol Invest.* 2015; 38(12): 1249-63. doi: 10.1007/s40618-015-0312-9
2. Cassidy SB, Schwartz S, Miller JL, Driscoll DJ. Prader-Willi syndrome. *Genet Med.* 2012 Jan;14(1):10-26. doi: 10.1038/gim.0b013e31822bead0
3. Butler MG, Miller JL, Forster JL. Prader-Willi Syndrome - Clinical Genetics, Diagnosis and Treatment Approaches: An Update. *Curr Pediatr Rev.* 2019;15(4): 207-244. doi: 10.2174/1573396315666190716120925

Ризничук М.О.¹, Урбан О.П.²

Патологія шлунково-кишкового тракту в дітей із синдром Шерешевського-Тернера

¹ЗВО Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

²КНП «Центр первинної медико-санітарної допомоги Роша», Чернівці, Україна

rusicuk.mariana@gmail.com; olenaurban4@gmail.com

Вступ. Синдром Шерешевського-Тернера – це уроджена патологія, спричинена аномальною кількістю хромосом у дитини. Існує кілька видів цього генетичного захворювання. Всі вони пов'язані з відсутністю другої X-хромосоми у дівчаток. Поширеність даного синдрому становить за різними даними від 0,02 до 0,033‰ (один випадок на 3-5 тис. новонароджених дівчаток). Моносомія 45, X трапляється приблизно в 40-60% каріотипів хворих синдромом Тернера. Встановлено, що ризик формування синдрому Тернера не залежить від віку вагітної. На даний час не виявлено токсинів або чинників навколишнього середовища, що збільшують ризик народження дітей з синдромом Шерешевського-Тернера.

Серед проблем із шлунково-кишковим трактом у новонароджених із синдромом Шерешевського-Тернера слід відмітити порушене смоктання і як наслідок часті зригування фонтаном.

Метою нашої роботи було вивчення ураження шлунково-кишкового тракту в дітей, хворих на синдром Шерешевського-Тернера.

Матеріали і методи. Обстежено 8 хворих з синдромом Шерешевського-Тернера, з них з моносомією X-хромосоми – 5 дітей, дві дитини з мозаїчним варіантом синдрому та одна дитина з ізохромосомою X, які перебували на стаціонарному лікуванні у КНП «Обласна дитяча клінічна лікарня» м. Чернівці.

Середній вік на момент обстеження був $13,78 \pm 0,11$ років, середній ріст становив – 131,9 см, затримка зросту – $4,2 \pm 0,22$ SDS, кістковий вік $12,10 \pm 0,12$ року, різниця між хронологічним і кістковим віком становила $1,68 \pm 0,01$ року, середня вага – 34,9 кг.

Обговорення результатів дослідження.

У всіх пацієнтів виявлено низькорослість (100%). У 62,5% дітей виставлено гіпергонадотропний гіпогонадизм. Спорадичне статеве дозрівання траплялося тільки у двох дітей (25%) з мозаїчним варіантом синдрому.

З боку шлунково-кишкового тракту функціональні порушення ШКТ, а саме дисфункції жовчного міхура (44,4%), спазм сфінктера Одді (22,2%), функціональні закрепи (66,7%). У 22,2% був виявлений дисбактеріоз другого ступеня.

В уражених дівчаток виявлено супутню патологію інших органів та систем, а саме: пролапс мітрального клапана (37,5%), ДМШП (12,5%), коарктацію аорти (12,5%), сколіоз (25%), множинні пігментні невуси (25%), часті отити, особливо в дітей із моносомією X (37,5%), міопію, у дітей із мозаїчним каріотипом (25%), змішаний астигматизм (12,5%). Ожиріння або надлишок ваги (50%), дифузний нетоксичний зоб ІБ ст. (25%), автоімунний тиреоїдит із мінімальною тиреоїдною недостатністю (25%), неповне подвоєння чашково-мискової системи (25%), гіперхолестеринемію (25%), порушення толерантності до глюкози (25%), гіпертригліцеридемію (25%), ізольовану повну соматотропну недостатність (12,5%), гіпоплазію матки (75%), аплазію матки (12,5%), нормальні розміри матки (12,5%), відсутність яєчників (12,5%).

Висновок. Усім дітям із даним захворюванням рекомендовано вимірювати рівень цукру крові один раз на шість місяців, оцінювати функції печінки щорічно, скринінг на целиакію – кожні 2-5 років.

Список використаних джерел

1. Gravholt CH, Viuff MH, Brun S, Stochholm K, Andersen NH. Turner syndrome: mechanisms and management. *Nat Rev Endocrinol.* 2019; 15(10): 601-614. doi: 10.1038/s41574-019-0224-4
2. Milbrandt T, Thomas E. Turner syndrome. *Pediatr Rev.* 2013; 34(9): 420-1. doi: 10.1542/pir.34-9-420

Ризничук М.О.¹, Христенко К.В.²

Особливості цукрового діабету типу 2 у підлітків

¹Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

²КНП «Центр первинної медико-санітарної допомоги Роша», Чернівці, Україна

rysnichuk.mariana@gmail.com

Цукровий діабет типу 2 – це хронічне захворювання, яке зумовлюється зменшенням чутливості тканин організму людини до інсуліну. Основним проявом ЦД2 є порушення вуглеводного обміну з підвищенням рівня глюкози у крові. Частота цукрового діабету в середньому коливається від 1,5-3%, зростаючи в розвинених країнах світу (до 5-6%). Поширеність ЦД2 серед дітей та підлітків упродовж останніх 20 років значно зросла, і становить близько 500 тис. нових випадків на рік у США. Якщо врахувати щорічний приріст захворювання на 2,3%, то можна дійти висновку, що поширеність ЦД2 серед осіб віком <20 років зросте у чотири рази за наступні 40 років.

Дані літератури вказують на те, що ЦД2 в осіб молодого віку має унікальні особливості перебігу захворювання, такі як швидке прогресуюче зниження функції β -клітин підшлункової залози та прискорений розвиток ускладнень. ЦД 2 типу трапляється у молодому віці найчастіше впродовж другого десятиліття життя, середній вік до моменту встановлення діагнозу зазвичай становить $\sim 13,5$ років. Це співпадає з піком фізіологічної інсулінорезистентності пубертатного періоду, що може призвести до розвитку явного цукрового діабету у раніше компенсованих підлітків.

Матеріали та методи. Обстежено шестеро дітей віком 10-17 років із цукровим діабетом типу 2 (четверо дівчат та двоє хлопців пубертатного віку, які перебували на стаціонарному лікуванні в КНП «Обласна дитяча клінічна лікарня м.Чернівці у 2020-2021 роках.

Результати дослідження. Цукровий діабет типу 2 у всіх дітей виявлено за допомогою лабораторних аналізів (проведення глюкозо-толерантного тесту, рівень інсуліну у крові та індексу НОМА). Середній вік при постановці діагнозу становив $12,6 \pm 1,2$ роки. У всіх дітей анамнез життя був обтяжений, батьки страждали на ожиріння та гіпертонічну хворобу (трьох дітей), у трьох дітей бабусі та дідусі хворіли на цукровий діабет типу 2. У обстежуваних підлітків ЦД2 розвинувся на фоні аліментарно-конституційного та гіпоталамічного ожиріння (ІМТ <95 перцентиля). Рівень глюкози натще становив у середньому $6,2 \pm 0,1$ ммоль/л. У всіх обстежуваних виявлено гіперінсулінізм (рівень інсуліну у плазмі крові становив $38 \pm 0,2$ мОд/л). У всіх пацієнтів виявлено інсулінорезистентність (індекс НОМА був $10,47$ при нормі < 2.5). У всіх пацієнтів перебіг цукрового діабету був з оптимальним глікемічним контролем (рівень HbA1c у середньому становив $6,07 \pm 0,1\%$). Підвищений рівень холестерину траплявся у всіх пацієнтів і становив у середньому $6,3$ ммоль/л. Рівні бета-ліпопротеїдів, креатиніну, сечовини у всіх обстежених були в межах норми. У трьох дітей виявлено мікроальбумінурію у кількості $10 \pm 0,33$ мг/л. Хворим рекомендовано модифікацію способу життя (дотримання дієти №9), дозоване фізичне навантаження, метформін, самоконтроль рівня глюкози.

Висновок: за умови ожиріння у пацієнтів рекомендовано проведення глюкозо-толерантного тесту незалежно від наявності чи відсутності клінічних симптомів цукрового діабету. Усім пацієнтам, які мають показники рівня глюкози крові натще та інсуліну необхідно розраховувати індекс НОМА для вчасної діагностики інсулінорезистентності.

Список використаних джерел

1. Kao KT, Sabin MA. Type 2 diabetes mellitus in children and adolescents. Aust Fam Physician. 2016; 45(6): 401-6.
2. Temneanu OR, Trandafir LM, Purcarea MR. Type 2 diabetes mellitus in children and adolescents: a relatively new clinical problem within pediatric practice. J Med Life. 2016; 9(3): 235-239.

Самойленко О.С., Остафійчук Д.І.

Енергоінформаційна медицина

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

ostafiychuk.d@bsmu.edu.ua, samoilenko.oleksandra.med@bsmu.edu.ua

Анотація: У статті дано аналіз дисипативних процесів, що протікають самовільно у клітині. Визначено дисипацію енергії в клітині та її зв'язок з локальним виділенням електромагнітного випромінювання та наявністю температурного градієнта; вплив інформаційно-енергетичного поля на порушення життєдіяльності клітини.

Ключові слова: Клітина, дисипація, ентропія, термодинамічна система, різниця потенціалів, пружно-пластична деформація, мітохондрія, енерго-інформаційний обмін.

Усі процеси в природі можливо розділити на самовільні та вимушені. Їх дослідженнями займається термодинаміка. До класу самовільних можна віднести і процес старіння людського організму. Самовільні процеси супроводжуються дисипацією (розсіюванням) енергії, при цьому основні види енергії (електрична, хімічна, механічна) перетворюється в теплову.

Процеси, що відбуваються в людині можна віднести до категорії дисипативного процесу, який протікає самовільно, а теорію і математичний апарат дисипативної термодинаміки можна використати і для опису загальних закономірностей людського життя, включаючи захворювання, стреси та відповідні методи лікування чи профілактики. Необхідно нагадати, що фізичними законами можуть бути описані і всі процеси, що відбуваються в людині. І закони термодинаміки, в цілому, для людини виконуються (перший закон — закон збереження енергії, який говорить про те, що матерія (біотканина) не може виникнути сама по собі з нічого; другий закон каже про самовільний ріст ентропії (хаосу) системи, якщо порушуються загальні закони природотворення). [1]

За останні роки вчені розкрили таємницю клітини і прийшли до єдиного висновку, що це є досконала, самоорганізована, високоінформаційна структура. Морфологічний аналіз клітин дозволяє реєструвати рівень ентропії і виявити порушення чи зміни орієнтування молекулярної структури на надмолекулярному рівні та отримати інформацію про зміни внутрішньої системи.

Необхідно відмітити, що всі процеси, які відбуваються в людині, в її клітинному просторі, чи окремій клітині, є процесами єдиного енергообміну і перерозподілу

енергоінформаційних потоків. Клітина, будчи носієм інформаційної енергії, дуже чутлива до змін навколишнього середовища, що викликає в ній енергоінформаційні зміни в залежності від рівня дії полів та енергій. [1,2]

Людина та її клітини, як відкрита термодинамічна система, є не тільки приймачами зовнішнього енергоінформаційного поля, але і випромінюють енергію в середовище у вигляді вібрацій різних частотних діапазонів. Аналіз поведінки людини у зовнішніх інформаційних полях полягає в контролі дисипації всіх видів енергій, які є зворотньою реакцією людини, її організму, на зміни ритмів, а це, так звана, неінвазивна діагностика. При створенні енергоінформаційної моделі активації клітини людини було враховано, що в процесі інформаційної дії на клітину в середині у ній відбувається перерозподіл енергії і тоді при штучному руйнуванні клітини можна зафіксувати кількісні характеристики накопичуваної енергії, як результат відповідної реакції на зовнішню інформацію [2,3].

Кількісний та якісний аналіз процесу дисипації енергії можуть дати відповідь на реакцію здорової клітини на зовнішню інформаційну дію так і показати ті спотворення в клітинному просторі, які можуть стати початком захворювання або причиною клінічної смерті. При руйнуванні клітини виділяються накопичена нею енергія і відбувається процес дисипації (розсіювання) енергії у вигляді енергії електричних імпульсів, зміни енергій електричного та магнітного полів, зміни температурного градієнта, зміни акустичної емісії (пружності середовища). Активність емісійних процесів у клітині можна розглядати як результат зовнішньої дії у вигляді енергії (інформації) і ці хвильові процеси за кількісними і якісними характеристиками, відображають не тільки інтенсивність зовнішнього тиску, але і життєву активність (гетерогенність) самої клітини, як носія інформації. Доцільно також враховувати в клітині і залишкову внутрішню деформацію, яка характеризує як процеси старіння, так і процеси можливої реструктуризації та відновлення клітини чи біотканини. Саме це дозволяє сформулювати поняття енергоінформаційної медицини. Якщо уявити, що клітина перебуває в гетерогенному середовищі з визначеними характеристиками, то інтенсивність емісійних процесів у системі буде залежати від рівня внутрішньої та зовнішньої дії та від рівня гетерогенності (однорідності) середовища. З врахуванням наявності в клітині мітохондрій, які створюють кожна свою напругу, відмічається, що в процесі дисипації енергії при зовнішній інформаційній дії на клітину можна спостерігати не тільки зміну густини електричної енергії, але й її емісію. Даний емісійний процес необхідно розглядати як реакцію клітини на зовнішню дію, яка характеризується хвильовою природою і якісними та кількісними параметрами, що залежать від сили, пружності інформаційного поля. Інформаційна дія без наслідків для клітини

є пружною деформацією клітини, а інформаційна дія є наслідками для клітини, є пружно-пластичною деформацією. Інтенсивність дисипації всіх видів енергії в клітині буде залежати від рівня зовнішньої та внутрішньої дій і від гетерогенності та внутрішньої однорідності клітини, біотканини чи організму людини в цілому. У випадку формування джерела спотворення, наприклад, руйнування окремої клітини чи поширення хвороби на рівні органел відбувається спотворення відповідних осциляцій, змінюється швидкість поширення інформації в однорідному клітинному середовищі. Крім того змінюється часовий параметр при передачі інформації від клітини до клітини. Отримані залежності дають можливість визначити інтенсивність випромінювання не тільки в залежності від розміру клітини, але і інтенсивність процесу перерозподілу енергії, а це означає, можливість керування життєдіяльністю клітини (людського організму). [1,2,5,6]

Для розвитку медицини необхідний загальний підхід, який об'єднує на міждисциплінарній основі всі наукові напрямки від профілактики до лікування. Людина — відкрита термодинамічна система, яка володіє універсальними властивостями, в процесі еволюції яких відбувається обмін енергією та інформацією з оточуючим зовнішнім середовищем, ефекти самоорганізації дисипативних структур. З позиції сенергетики людина розглядається як дисипативна система, яка характеризується спонтанною перебудовою свого клітинного простору в процесі зовнішнього інформаційного впливу [1,7]. Процеси самоорганізації, стабільності та розпаду різних структур у біосистемах, далеких від рівноваги, є загальними. Рухомою силою явища самоорганізації є намагання відкритих систем при нестационарних, неперебудованих процесах до зниження ентропії. Важливо, що синергетичним системам властивий метаболізм - обмін енергією і інформацією з оточуючим середовищем. Цей феномен обумовлений намаганням біосистеми (людини) максимально використати енергію зовнішнього середовища, як метод зменшення локальної ентропії [2,7].

Уява про людину, як відкриту енерго-інформаційну систему (кластер), дозволяє визначити новий науковий напрямок медицини, біології, фізики частинок і математики. Відмітимо, що енерго-інформаційні системи у водних розчинах існують у вигляді наночастинок, до складу яких входять низькомолекулярні білки. Якщо повернутись до клітини, чи до клітинної будови організму людини, то необхідно відмітити, що вона здатна розвиватись інтелектуально. Клітини об'єднавшись збільшують свою інформативність, а функція нервової системи - сприймати та координувати роботу всіх клітин. Життєдіяльність клітини (крім білка) залежить від взаємодії позитивних і негативних електричних зарядів амінокислот. Форма білкової молекули визначається рівноважним розподілом зарядів, включаючи зовнішнє

електричне поле. Людина, як багатомірна просторова конфігурація, складається тільки при з'єднаннях між комплементарними білковими молекулами, при цьому, джерелом руху клітини є не ДНК, а зміна електричної зарядженості білків. У клітині відбуваються одночасно мільярди різних біохімічних реакцій і процесів, які підпорядковуються визначеними фізичним законам: руху рідин, механічному руху органел, хімічний синтез складних органічних речовин, створення різниці електричних потенціалів на плазматичній мембрані, транспорт речовин через мембрану. Необхідна кількість енергії отримується в мітохондріях – «електростанціях» клітин. Мембрани мітохондрій мають дуже високий електричний опір, а різниця потенціалів по обидві сторони мітохондріальної мембрани в стані спокою складає 60-90 мВ, при цьому одна сторона мембрани заряджена позитивно, друга – негативно. Напруга мітохондрій у стані збудження рівна приблизно 200 мВ [2,8]. Проведеними дослідженнями процесу дисипації всіх видів енергії в момент руйнування клітини встановлено, що дисипація (виділення) енергії тісно пов'язана з локальним виділенням електромагнітного випромінювання, наявністю температурного градієнта та пружної хвилі напруг. Згідно фізичних законів, енергія теплових флуктуацій витрачається на руйнування міжклітинних зв'язків, що, в цілому, визначає протікання процесу захворювання. Тому термін життя клітини (біосистеми) можна зв'язати з часом досягнення тепловими флуктуаціями критичної величини, яка дозволяє розірвати міжклітинні зв'язки.

Аналіз дисипативних процесів в окремій клітині дозволяє виявляти захворювання на доклінічних стадіях його розвитку та провести своєчасну корекцію стану здоров'я. Кожна амінокислота має свій електромагнітний потенціал, свою енергоінформаційну структуру. При з'єднанні амінокислот їх поля накладаються одне на одне, утворюючи стійку інтерференційну картину, що відображається накопиченням загального електропотенціалу. Рівень регуляції гомеостазу на рівні клітини і субклітинних структур обумовлені регуляцією міжатомарних, міжмолекулярних і міжклітинних зв'язків [3,4]. Клітини організму складаються з рідкокристалічних субстанцій, вибудованих із структурованої води і ліпо-, гліко-, і нуклеопротейдів, складних молекул, кожна з яких має власні електромагнітні поля. Складаючись, поля окремих клітин утворюють загальне електромагнітне поле, яке є інформаційним гомеостазом клітини. Інформаційний гомеостаз — це своєрідний “каркас”, який формують всі органели, клітинні і субклітинні структури, в тому числі й нуклеїнові кислоти, які, як вважають, є носіями генетичної інформації. При вивченні дисипативних процесів при руйнуванні клітини було виявлено, що енергія, яка виражається електричною генерацією в мітохондріях, різко зменшується при руйнуванні окремої клітини і при

порушенні міжклітинних зв'язків [3,4,10]. Структура клітин універсальна і є відкритою системою, яка постійно буру участь у процесі енергообміну. Каскад хімічних перетворень речовин у клітині має назву метаболізм і включає два нерозривно зв'язаних між собою процеси - розпад складних органічних речовин з виділенням енергії (енергетичний обмін) і синтез з простих органічних з'єднань при задіянні ферментів нових речовин, які потрібні для росту, розвитку і нормального функціонування клітини (пластичний обмін). Процеси біосинтезу (асиміляції) і розпаду (десиміляції) речовин є протилежними сторонами єдиного процесу енергоінформаційного обміну в клітині і мають бути врівноваженими. Життєздатність клітини залежить від цілісності біологічної мембрани і залежить від шару фосфоліпідів. У процесі життєдіяльності клітини, при порушенні процесів енергообміну в плівці з фосфоліпідів можуть утворюватись дефекти — ліпідні пори чи суцільні гідрофільні пори, які можуть змінювати фізико-хімічні властивості мембран клітини. Пори можуть утворюватись внаслідок механічних пошкоджень, теплових флуктацій, дії поверхнево-активних речовин, осмотичного тиску та електричного пробую. При зміні властивостей самої мембрани, накопичення спотворень всередині клітини та міжклітинній речовині, внаслідок порушень енергоінформаційного обміну, зменшується електрична надійність мембрани та зменшується потенціал пробую. Тобто мембрана буде пробиватись різницею потенціалів, яку сама і створює. Самопробій мембрани електричним полем — універсальний механізм порушення бар'єрної функції мембрани в патології та одна з головних причин біологічної смерті клітин [8,9].

Інформація, яка надходить у клітини, також буде відображатись на водній структурі мембрани, в даному випадку на структурі білків та їх розміщенні. Мозаїка, отримана при негативній інформації, може призвести до такого розміщення білків, який викличе зміну електричних властивостей мембрани (зниження напруги пробую) та ушкодження клітини [5,10].

Отже, порушення процесів інформаційно-енергетичного обміну на всіх рівнях під впливом різних, у тому числі інформаційних факторів, приводять до порушення життєдіяльності клітини, і всього організму в цілому, тобто хвороба є наслідком спотворення енергоінформаційного поля клітини, біотканини, людини в цілому.

Список використаних джерел

1. Буданов В.Г. Методология сэнэргетики изд. 3-е , доп. М.: Книжный дом ЛИБРОКОМ , 2009. 240с.
2. Антонов В.Ф., Черныш А.М.,Пасичник В.И., Козлова Е.К. Биофизика. Гуманит.изд. цэнтр ВЛАДОС . М .: 1999. 288с.
3. Биология / Под ред.. В.Н. Ярыгина. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2013. Т.1. 736с.

4. Долгушин И.И., Бухарин О.В. Нейрофилы и гомеостаз. Екатеринбург. 2001. 278с.
5. Орлов Р.С., Ноздрачев А.Д. Нормальная физиология . 2-е изд., испр.. доп. 2010. 832с.
6. Синди Дейл. Тонкое тело. Полная энциклопедия биоэнергетической медицины. М.: Эксмо . 2013 . – 73с.
7. Физические основы информационного взаимодействия. Сборник статей / Под ред. В.И. Нестерова . М.: ООО Издательство ПРОСПЕКТ . 2012. 68с.
8. Зефирова А.Л., Синдикова В.Ф. Ионные каналы возбудимой клетки (структура, функция, патология). Казань. Арт-кафе . 2010.271с.
9. Кирпичникова И.М., Деревянных Е.А., Маслов Л.И. Эквивалентная электрическая схема клетки человека. *Материалы XXII Международного конгресса Сборник трудов*. Т 22. М.: Экономика. 2015. с. 421-425.
10. Виноградов А.Д. Преобразование энергии в митохондриях. *Соровский образовательный журнал*. 1999. Вып. 9 .с.11-19.

УДК: 618.177:618.15

Сидорчук І.Й., Бліндер О.О., Сидорчук Л.І., Міхєєв А.О., Бендас В.В.

Мікробіом вульвовагінального вмісту у жінок дітородного віку із неплідністю першого типу

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці

leonidsyd@gmail.com

Анотація: У вульвовагінальному вмісті у жінок дітородного віку з неплідністю I типу спостерігається дефіцит автохтонних облигатних для даного біотопу анаеробних бактерій родів *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Propionobacterium* та контамінація вульвовагінального вмісту патогенними та умовно-патогенними бактеріями *S. aureus*, *N. gonorrhoeae*, *Peptostreptococcus* та дріжджоподібними грибами роду *Candida*. Патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми персистують у вульвовагінальному вмісті у вигляді різних за кількістю асоціацій (2-4 види). Встановлено пониження популяційного рівня найважливіших за представництвом у складі вульвовагінального мікробіому жінок дітородного віку бактерій роду *Lactobacillus* на три порядки, *Bifidobacterium* – на один порядок, *Propionobacterium* – майже на один порядок. При цьому зростає популяційний рівень, коефіцієнт домінування і значущості для *E. coli*, та дріжджоподібних грибів роду *Candida*. Також досягають високого популяційного рівня патогенні та умовнопатогенні бактерії *S. aureus*, *N. gonorrhoeae*.

Ключові слова: неплідність першого типу, вульвовагінальний вміст, мікробіом

Проблема неплідності у розвинутих країнах зайняла в останні десятиліття одне з ключових місць у медицині та в демографічній ситуації. Статистика розвинутих країн фіксує суттєвий ріст неплідності у жінок фертильного віку, що є логічним наслідком корінної зміни

способу життя і зламу динамічних стереотипів, які формувалися впродовж століть. Лавиноподібний процес урбанізації, стрімкий розвиток промисловості та пов'язане з цим забруднення навколишнього середовища, широке поширення стресових ситуацій, масове використання у виробництві та у побуті синтетичних засобів, використання у постійно зростаючих масштабах лікарських препаратів, у тому числі контрацептивів різної дії – далеко не повний перелік джерел формування набутого імунodefіцитного стану у жінок дітородного віку, який асоціюється з природним фоном [1].

У більшості жінок в основі неплідності першого типу (НПТ) лежить трубоперитонеальна форма інфертильності, якій передував інфекційно-запальний процес репродуктивних органів (матки, придатків) [2]. Еволюційний процес НПТ в кінці ХХ і на початку ХХІ століття характеризується стабільною тенденцією до змін як мікробіому людини так і мікробіоми локальних біотопів, включаючи біотоп репродуктивних органів, який формується на фоні імунodefіцитного стану у жінок, що призводить до зростання інфекційно-запальних процесів репродуктивних органів [3, 4].

Мікробіом вульвовагінального вмісту посідає третє місце і містить понад 10% мікробіому організму жінки, який відіграє суттєву роль у підтримці її здоров'я і репродуктивної функції.

Переважно підвищений інтерес до стану мікробіоти пов'язаний із зростанням кількості неплідних шлюбних пар. Все це формує одну з актуальних проблем сучасної медицини. Зростання патології жіночої статевої системи не тільки негативно відбивається на здоров'ї жінок дітородного віку, а також призводить до підвищення мертвонароджуваності, інтранатальної та постнатальної патології дітей. Нормальний вульвовагінальний мікробіом є специфічним для цього біотопу і відрізняється від мікробіомів інших біотопів жінки. Мікробіом вульвовагінального вмісту – життєвоважливий екстракорпоральний орган, який у здорової жінки виконує багаточисленні захисні, метаболічні, регуляторні та інші функції.

Таксономічний склад, популяційний рівень і мікроскопічні показники мікробіому вульвовагінального вмісту знаходяться у динамічній рівновазі мікроекологічної системи «макроорганізм-мікробіом». Будь які порушення у макроорганізмі, у тому числі неплідність можуть призвести до його порушень і навпаки, порушення видового, популяційного складу і показників екосистеми можуть сприяти формуванню неплідності. Актуальність проблеми зберігається і сьогодні, про що засвідчує велика кількість публікацій з приводу неплідності першого типу [1,2,3].

Проведено бактеріологічне і мікроскопічне обстеження вульвовагінального вмісту у жінок із неплідністю у порівняльному аспекті з практично здоровими жінками відповідного віку.

Для розкриття механізмів колонізації слизової оболонки піхви використовували екологічний метод, який дозволив здійснити характеристику співіснування представників екологічної системи «макроорганізм (хазяїн)-мікробіом» і прослідкувати спрямованість динамічних змін мікроекології вульвовагінального вмісту за дестабілізації мікробіому.

Типологію домінант проводили на підставі визначення індексу постійності. При цьому, домінуючими таксонами вважали мікроби з індексом постійності 50% і вище, додатковими – від 25 до 50% і випадковими за значенням показника менше 25%. Для характеристики різноманіття мікробіоценозу вульвовагінального вмісту вираховували індекс багатства Маргалефа і видового різноманіття Уїттекера, як своєрідних рейтингів біотопу, які характеризують просторово-харчові ресурси та умови середовища існування асоціації мікроорганізмів визначали за індексом Сімпсона і Бергера-Паркера. [5, 6].

У практично здорових жінок за індексом постійності, частотою поширення, індексом видового багатства Маргалефа, видового різноманіття Уїттекера та індексом видового домінування головна мікробіота представлена бактеріями роду *Lactobacillus*, додаткова – бактеріями роду *Bifidobacterium*. Інші мікроорганізми (*Propionobacterium*, *Peptostreptococcus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Corynebacterium* і дріжджоподібні гриби роду *Candida*) відносяться до випадкових.

У жінок із НПТ головна мікробіота вульвовагінального вмісту представлена умовно-патогенними дріжджоподібними грибами роду *Candida*, бактеріями роду *Staphylococcus* і трихомонадами. Додаткову мікробіоту у вульвовагінальному вмісті у жінок із НПТ представляють бактерії роду *Lactobacillus*, *Peptostreptococcus*. Характерною особливістю мікробіоти вульвовагінального вмісту у жінок із НПТ є зменшення в 3,8 рази виявлення бактерій роду *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* – у 2,35 рази. *Propionobacterium* – в 1,77 рази та *S.epidermidis* - в 1,55 рази. На такому фоні настає контамінація і колонізація вульвовагінального вмісту *S. aureus*, *N. gonorrhoeae*, *T. vaginalis*, *E. coli*, *C. albicans*.

Таким чином, у жінок із НПТ настає зміна таксономічного складу, яка характеризується зменшенням виявлення у вульвовагінальному вмісті облигатних автохтонних анаеробних корисних для організму лактобактерій, біфідобактерій, пропіоновокислих бактерій та епідермального стафілокока і контамінацією біотопу патогенними та умовно-патогенними

золотистим стафілококом, гонококом, пептострептококами, дріжджоподібними грибами роду *Candida* і трихомонадами.

У більшості (96,67 %) жінок із НПТ у вульвовагінальному вмісті персистують асоціації патогенних та умовнопатогенних мікроорганізмів. У більшості (84,27 %) жінок у вульвовагінальному вмісті виявлено асоціації, що склалися із двох або трьох видів мікроорганізмів, що належать до дев'яти різних таксономічних груп, які є представниками патогенних або умовно-патогенних для людини мікроорганізмів.

У патогенезі будь-якого інфекційного або неінфекційного процесу, що формується під впливом мікробної колонізації декількома мікробами, суттєве значення набуває якісна характеристика складу асоціації. Адже відомо, що кожний біотоп заселяється відповідною мікробіотою, складає локальну екосистему за будь-якого стану, який є частиною загальної мікроекологічної системи людини. Нормальний біоценоз кожного окремого біотопу є складною асоціацією мікроорганізмів, які активно впливають на життєдіяльність один одного, що знаходяться в постійному динамічному взаємозв'язку з організмом хазяїна і залежить як від стану останнього, так і від якості асоціації [6]. Крім того, кожен асоціант може лімітувати.

Монокультура патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів виявлена у вульвовагінальному вмісті лише в 3,37 % жінок, у всіх інших випадках виявлялися асоціації різних видів, що відносяться до дев'яти таксономічних груп. Найчастішою була асоціація мікроорганізмів у вульвовагінальному вмісті (19,10 %) у жінок з НПТ, яка складалася із трьох різних видів мікроорганізмів *C. albicans*, *S. aureus*, *T. vaginalis*. Інші асоціації за частотою поширення та індексом постійності у вульвовагінальному вмісті у жінок з НПТ, яка складалася з двох видів: *C. albicans* та бактерій роду *Peptostreptococcus* та *C. albicans* і *S. aureus* (у 16,85 %), та асоціація, що складалася з чотирьох видів *C. albicans*, *S. aureus*, *E. coli* та бактерій роду *Peptostreptococcus* – у 6,74 % пацієнток.

Різноманіття якісного складу асоціацій, що персистують у вульвовагінальному вмісті жінок з НПТ зумовлено, з нашої точки зору, не тільки з особливістю структури слизової оболонки, які визначають її функцію та механізми індивідуальної колонізації конкретними таксонами, а також тропністю кожного таксона до зміненої функціональної активності органа, що призводить до оптимальних умов середовища існування певних асоціацій мікроорганізмів. Гормоноактивні зміни в жінок із НПТ асоціюються зі зміною спектру імунних порушень (формується набутий імунодефіцитний стан, ферменти, що продукуються клітинами слизових оболонок і персистувальних патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів), що у кінцевому результаті, призводить до створення сприятливих умов середовища для росту та

розмноження патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів у вульвовагінальному вмісті. Популяційний рівень при цьому змінюється як контамінованих умовно-патогенних мікроорганізмів, так і в автохтонних облигатних бактерій. Ці зміни ілюструють популяційний рівень автохтонних облигатних, найважливіших за представництвом у складі вульвовагінального мікробіому жінок дітородного віку та за мультифункціональною роллю з підтримки мікробіологічного гомеостазу піхви, бактерій роду *Lactobacillus*.

У практично здорових жінок основу мікробіоценозу складають бактерії родів *Lactobacillus* значно менша (в 4,02 рази) роль у цьому біотопі відведена бактеріям роду *Bifidobacterium*.

За популяційним рівнем, коефіцієнтом кількісного домінування та значущості провідну роль у мікробіомі відіграють умовно-патогенні *S. aureus* і дріжджоподібні гриби роду *Candida*, значно менша (на 29,34% і на 28,14%) роль у мікробіомі вульвовагінального вмісту у жінок із НПТ належить бактеріям роду *Lactobacillus*.

Неплідність I типу супроводжується зниженням популяційного рівня лактобактерій на 51,69% (на три порядки), біфідобактерій – на 25,17 % (на один порядок), пропіоновокислих бактерій – на 19,75 %. Популяційний рівень умовно-патогенних пептострептококів зростає на 75,84 % (на два порядки), ешерихій – у 2,16 рази (на три порядки), дріжджоподібних грибів роду *Candida* – на 55,02 % (майже на два порядки).

Умовно-патогенні мікроорганізми (*S. aureus*, *N. gonorrhoeae*) досягають у вульвовагінальному вмісті у жінок з НПТ ($5,01 \pm 0,38$ lg КУО / мг, - $7,03 \pm 0,41$ lg КУО / мг) популяційного рівня.

Таким чином, НПТ характеризується негативними змінами таксономічного складу і популяційного рівня автохтонної облигатної і факультативної, анаеробної та аеробної грампозитивної та аеробної грампозитивної і грамнегативної мікробіоти вульвовагінального вмісту.

Висновки

1. У вульвовагінальному вмісті у жінок дітородного віку з неплідністю I типу спостерігається дефіцит автохтонних облигатних для біотопу анаеробних бактерій родів *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Propionobacterium* та контамінація вульвовагінального вмісту патогенними та умовно-патогенними бактеріями *S. aureus*, *N. gonorrhoeae*, *Peptostreptococcus* та дріжджоподібними грибами роду *Candida*.
2. Патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми персистують у вульвовагінальному вмісті у вигляді різних за кількістю (2-4 види) асоціацій у більшості пацієнток (96,63%). Асоціації,

складаються із двох видів (у 42,70% пацієнток), із трьох (у 41,57%), а в 12,36% жінок асоціації досягають чотирьох таксонів умовно-патогенних мікроорганізмів.

3. У жінок із НПТ у вульвовагінальному вмісті знижується популяційний рівень найважливіших за представництвом у складі вульвовагінального мікробіому жінок дитородного віку та за мультифункціональною роллю у підтримці мікроекологічного гомеостазу жінки бактерій роду *Lactobacillus* на три порядки, *Bifidobacterium* – на один порядок. *Propionobacterium* – майже на один порядок. На цьому фоні зростає популяційний рівень, коефіцієнт домінування і значущості в *E. coli*, та дріжджоподібних грибів роду *Candida*. Патогенні та умовнопатогенні бактерії *S. aureus*, *N. gonorrhoeae*, що контамінують біотоп, досягають високого популяційного рівня ($5,01 \pm 0,38 \lg \text{ КУО/мг}$, $- 7,03 \pm 0,41 \lg \text{ КУО/мг}$).

Список використаних джерел

1. Виноград Н.О., Ковальська О.Р., Челак О.В. Мікробіоценоз нижніх відділів генітального тракту у хворих з неплідністю. Експериментальна та клінічна фізіологія та біохімія. 2001. №3. С.92-94.
2. Кулаков В.И., Маргиани Ф.А., Назаренко Т.А. Структура женского бесплодия т прогноз восстановления репродуктивной функции при использовании современных эндоскопических методов. Акушерство и гинекология. 2001. №3. С.33-36.
3. Джораєва С.К., Гончаренко В.В., Щербакова Ю.В. Вивчення стану вагінальної мікробіоти при вульвовагінітах полімікробної етіології з визначенням домінуючих рівнів антибіотикочутливості. Дерматологія та венерологія. 2016. №2. С.25-33.
4. Медведев Б.И., Зайнетдинова Л.Ф., Теплова С.Н. Микрофлора органов репродуктивной системы у женщин с трубно-перитонеальным бесплодием. Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2008. №3. С.58-62.
5. Уиттенр Р. Сообщества и экосистемы / пер.с англ. Миркина Б.М. Москва: Прогресс 1980. 328с.
6. Ширококов В.П., Янковський Д.С., Димент Г.С. Мікробна екологія людини з кольоровим атласом: навч. посіб. Київ: ТОВ «Червона рута Турс». 2009. 321с.

Слипанюк О.В.¹, Микитюк О.Ю.²

Важливість фізичних методів дослідження для вивчення біології та фізіології людини

¹Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ,
Україна

²Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

Будь-яка науково-практична діяльність використовує особливі прийоми або їх системи – методи пізнання. Кожен прийом реалізується як сукупність дій, за особливостями яких відрізняються і систематизуються методи. У медико-біологічних дослідженнях (так склалося історично, що саме фізика була основою розвитку інших наук про природу) важливими є

фізичні методи, в основі яких фізичні закони і явища. За допомогою фізичних методів дослідження з використанням фізичної апаратури маємо можливість отримувати об'єктивні значення різноманітних характеристик і властивостей речовин. Слід відмітити, що нові наукові відкриття в галузі фізики часто тісно пов'язані з іншими природничими науками.

Фізичні методи дослідження для потреб біології і фізіології часто називають біофізичними і класифікують: 1) за характером взаємодії речовини з випромінюваннями різної природи, полями та потоками частинок – це методи оптичної і радіоспектроскопії, дифракційні, електричні, магнітні, іонізаційні, рентгеноструктурний і люмінесцентний аналізи та ін.; 2) за властивостями речовини, які визначаються - молекулярна спектроскопія, методи визначення просторової будови молекул і конформаційних змін, дипольних моментів атомів, молекул, електронних, коливальних і обертальних енергетичних рівнів та спектрів молекул, енергії іонізації і ін.

Наприклад, дослідження спектрів за допомогою ядерного магнітного резонансу (ЯМР) дає інформацію про структуру речовини і просторове розміщення атомних груп, а також про зміни їх взаємного розташування в залежності від оточення, тобто про динамічні властивості молекул. Протонний ЯМР застосовується для дослідження органічних з'єднань насичених ядрами гідрогену і отримав широке застосування в дослідженнях мікроструктур, що особливо важливо для біології та медицини.

Метод електронно-парамагнітного резонансу (ЕПР), який полягає у вимірюванні зміни певного параметра коливальної системи, що відбувається при поглинанні електромагнітної енергії у речовинах з парамагнітними частинками з магнітним моментом, обумовленим електронами, дозволяє досліджувати вільні радикали внаслідок чого стає можливим пояснити механізм утворення вільних радикалів, прослідкувати зміну первинних і вторинних продуктів при радіаційному ураженні на основі вивчення спектрів опромінених білків. Також ЕПР використовується для вивчення фотосинтезу, концентрації вільних радикалів у повітрі та дослідження канцерогенної активності речовин.

Для досліджень у біології та фізіології крім ЯМР-спектроскопії та ЕПР-спектроскопії важливими є також інші спектроскопічні методи, а саме: *інфрачервоної спектроскопії*, що базується на взаємодії речовини з інфрачервоним випромінюванням та дозволяє отримати спектри речовин у всіх агрегатних станах і є методом якісного та кількісного аналізу речовини; методом *ультрафіолетової спектроскопії* досліджуються атоми, іони, молекули, вивчаються енергетичні рівні та ймовірності переходів між ними; *флуоресцентна мікроскопія* дозволяє досліджувати структурні перебудови молекул і взаємодію між ними. Рентгеноструктурний

аналіз, що був застосований для вивчення просторової структури білкових молекул, які містять у своєму складі велику кількість атомів, сприяв становленню молекулярної біології. Цим методом було розшифровано структуру ДНК.

Вивчення біологічних об'єктів (напр., оцінка розмірів клітин) здійснюється також за допомогою лазерного випромінювання. Дія лазерного випромінювання на біологічні системи викликає в них фотобіологічні ефекти, в основі яких лежать фотохімічні реакції. Лазерне випромінювання впливає на біологічні мембрани, сприяє інтенсифікації транспорту молекул та іонів внаслідок відкриття білкових каналів, що відбувається внаслідок незначного підвищення температури при поглинанні енергії.

Для вивчення в'язкості мікрокладових живих систем, зокрема плазматичних клітин, використовують метод поляризованої люмінесценції. Дослідження проводяться методом люмінесцентної мікроскопії.

Потужним інструментом у вивченні мікросвіту і вирішення багатьох практичних завдань біології та медицини є електронна мікроскопія. Найбільш важливим для біологічних досліджень є метод атомно-силової мікроскопії (АСМ). Це перспективний метод для вивчення клітинних мембран, білкових молекул, вірусів і бактерій з високою роздільною здатністю. АСМ також використовується для вивчення фізіологічних процесів у біологічних системах у динаміці.

Оскільки фізичні та біофізичні методи дослідження знаходяться в постійному розвитку, то слід очікувати нових підходів до дослідження живої природи і нових можливостей у її пізнанні.

УДК 621.315.592

Ткачук І.Г.

Електричні властивості фоточутливих гетероструктур $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$. Використання в медичних приладах діагностики

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

tkachuk.ivan@bsmu.edu.ua

Анотація. Досліджені умови виготовлення методом спреї-піролізу тонких плівок SnS_2 на кристалічні підкладки $p\text{-InSe}$ фоточутливих анізотипних гетеропереходів $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ з подальшим застосуванням у лазерах медичних досліджень. За аналізом температурних

залежностей прямих і зворотних I - V -характеристик визначені енергетичні параметри гетеропереходу та механізми формування струмів у гетероструктурі. Запропонована модель визначення висоти енергетичного бар'єру у структурах з високим опором базової області. Встановлено профіль енергетичної діаграми гетероструктури, яка добре узгоджується із спостережуваними експериментально електрофізичними явищами. Проаналізовані процеси утворення фотоструму у гетероструктурі.

Ключові слова: фоточутливість, лазери, спреї-піроліз.

Тонкі плівки сульфідів олова (SnS , SnS_2 , Sn_2S_3) характеризуються різним фазовим складом, який визначає їх основні фізичні властивості. Плівки дисульфиду олова SnS_2 з шириною забороненої зони $E_g \approx 2,45\text{eV}$ [1] придатні для виготовлення фронтального шару фотоприймачів на основі гетеропереходів. Плівка SnS_2 містить хімічні елементи Sn і S, які широко розповсюджені, мають невисоку собівартість і малотоксичні. З використанням плівок SnS_2 виготовляються і досліджуються фоточутливі гетероструктури $n\text{-SnS}_2/p\text{-SnS}$ [2,3] і $\text{SnO}_2/\text{SnS}_2$ [4]. Також існують випрямляючі струм гетеропереходи $n\text{-SnS}_2/p\text{-Si}$ [5].

При виготовленні плівок дисульфиду олова віддають перевагу низьковартнісним невакуумним методам спреї-піролізу хімічних розчинів солей Sn і S [5,6], спін-коутінгу органічних розчинників [7], CBD-методу [8]. Дані методи забезпечують необхідні режими осадження плівок сульфідів [9,10] з потрібними фізичними властивостями.

Моно селенід індію InSe за значенням ширини забороненої зони $E_g = 1.2\text{ eV}$ відноситься до придатних матеріалів для фотоелектричного перетворення енергії в наземних умовах. Шарувата структура кристалів InSe зі слабким Ван-дер-Ваальсівським зв'язком обумовлює зручність у виготовленні підкладок для гетероструктур і позбавляє операцій різання злитків на пластини та їх механічної і хімічної обробки. З використанням селеніду індію створені фоточутливі і діодні структури різних типів: на основі бар'єру Шоттки [11], p - n -переходи [12,13] і гетеропереходи [14-17]. Відомо про створення гетероструктур $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ методом посадки на оптичний контакт [18] з виникненням інверсійного шару у $p\text{-InSe}$. При цьому необхідна наявність шаруватого кристалу SnS_2 . Властивості гетероконтакту $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ в значній мірі залежать від методу виготовлення. Застосування спреї-піролізу плівок SnS_2 позбавляє необхідності вирощування об'ємного матеріалу SnS_2 . Метод супроводжується термічними процесами розкладу хлоридних солей на поверхні $p\text{-InSe}$ із можливою зміною властивостей поверхні підкладок, що відображається на властивостях утвореного гетеропереходу $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$.

У даній роботі представлені результати дослідження електричних властивостей і спектральної фоточутливості гетеропереходу $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$, виготовленого методом спреї-піролізу тонких плівок дисульфиду олова на підкладках $p\text{-InSe}$.

Для одержання структур $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ використовували вирощені методом Бріджмена кристали селеніду індію p -типу провідності. Для діркової електропровідності здійснювалося легування домішкою Cd (0.1 % за масою). За даними дослідження ефекту Холла концентрація носіїв заряду становила $p \approx 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ і їх рухливість перпендикулярно до вісі симетрії C в InSe при температурі 295 К дорівнювала $\mu_{pH} \approx 50 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$. Гетероструктури $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ виготовлялися нанесенням плівок SnS_2 товщиною $\sim 0.3 - 0.4 \text{ }\mu\text{m}$ на поверхню нагрітих до температури $T_S = 350 \text{ }^\circ\text{C}$ підкладок $p\text{-InSe}$ методом спреї-піролізу за атмосферного тиску 0.1 М водних розчинів солей tin(IV) chloride pentahydrate $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ і thiourea $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$. При піролізі формується бінарна сполука дисульфиду олова SnS_2 n -типу з електропровідністю $\sigma \approx 3 \cdot 10^{-1} \text{ }\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ та шириною забороненої зони $E_g = 2.4 \text{ eV}$ [3]. З врахуванням невисокої рухливості електронів у полікристалічних плівках $\mu = 2.43 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ [6] концентрація вільних носіїв заряду у плівках SnS_2 становить $n \approx 2.7 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Контакти до базового матеріалу $p\text{-InSe}$ і до плівки $n\text{-SnS}_2$ створювали за допомогою струмопровідної пасти на основі срібла. I - V -характеристики гетероструктур $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ досліджувалися на вимірному комплексі SOLARTRON SI 1286, SI 1255 в температурному діапазоні $243 < T < 333 \text{ K}$. Спектри фоточутливості гетеропереходів вимірювалися при кімнатній температурі на монохроматорі МДР-3 з розрізною здатністю 2.6 нм/мм. Для спектрів здійснювалося нормування відносно потоку фотонів.

Дослідження I - V -характеристик в інтервалі напруг $-3 \text{ V} < V < 3 \text{ V}$ при температурах від $T = 243 \text{ K}$ до $T = 333 \text{ K}$ вказували на здатність гетероструктури $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ випрямляти струм (рис.1). Пряме зміщення гетеропереходу відповідало прикладанню позитивного потенціалу до базової області $p\text{-InSe}$, зворотне зміщення – позитивному потенціалу на плівці $n\text{-SnS}_2$.

Струм у базовій області $p\text{-InSe}$ гетероструктури $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ протікає у перпендикулярному напрямку відносно площини шарів кристалу. Це зумовлює виникнення у структурі значного послідовного опору R_s . При прямому зміщенні, внаслідок зменшення опору електричного переходу вся зовнішня напруга, починаючи з певного значення, прикладається до високоомної базової області $p\text{-InSe}$. У цьому випадку виникає обмеження струму областю просторового заряду (SCL – space charge limit). Струм через space charge limit (квадратичний закон) визначається виразом [19]:

$$I_{SCL} = \frac{9\epsilon_S\epsilon_0V^2}{8L^3}, \quad (1)$$

де L – товщина space charge limit області, ϵ_S – діелектрична проникність напівпровідника.

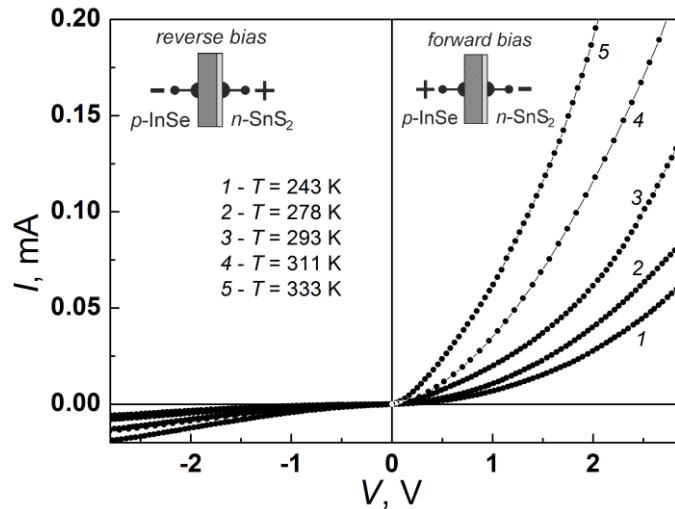


Рис.1. I - V -характеристики гетероструктури n - SnS_2/p - InSe в температурному діапазоні від $T=243$ К до $T=333$ К

У випадку існування у структурі space charge limit згідно (1) I - V -характеристика при прямих зміщеннях у координатах $\ln I = f(\ln V)$ є лінійною з кутом нахилу $\text{tg}\beta = m = 2$. У досліджуваній гетероструктурі n - SnS_2/p - InSe space charge limit область проявляється за прямих напруг $V > 0.6$ В при $T = 243$ К (рис.2).

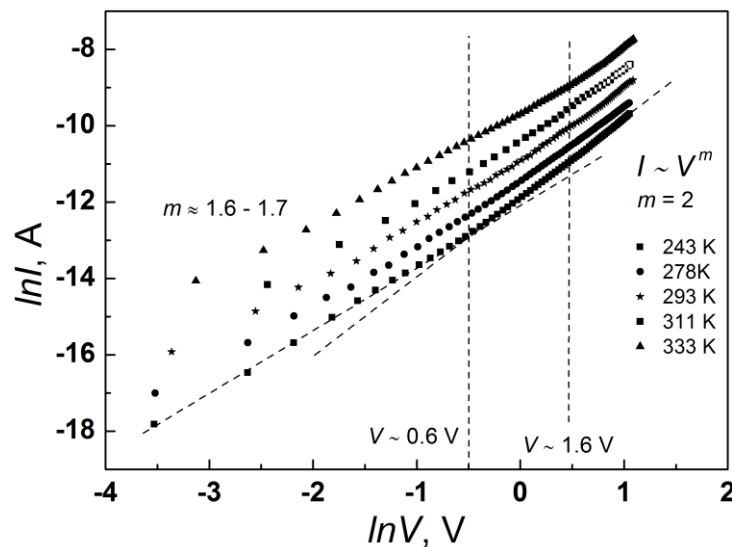


Рис.2. Space charge limit механізм утворення прямого струму гетероструктури n - SnS_2/p - InSe при напругах $V > 0.6$ В ($T = 243$ К) та при $V > 1.6$ В ($T = 333$ К)

При збільшенні температури зменшується опір базової області p -InSe і для виникнення достатньої напруженості електричного поля space charge limit області необхідна більша пряма напруга. На I - V -характеристиках гетероструктури n -SnS₂/ p -InSe при $T=333$ К space charge limit спостерігається при більшому прямому зміщенні $V>1.6$ В (рис.2). У області менших прямих напруг, при яких у координатах $\ln I = f(\ln V)$ значення $m=1.6-1.7$, механізми формування прямого струму визначаються енергетичним бар'єром на гетеропереході n -SnS₂/ p -InSe.

Для з'ясування механізму утворення прямого струму крізь енергетичний бар'єр гетеропереходу n -SnS₂/ p -InSe проводився аналіз I - V -характеристики у координатах $\ln I = f(V)$ у діапазоні напруг $3kT/q < V < 1.6$ В (рис.3). У температурному інтервалі $T = 243-333$ К залежності $\ln I = f(V)$ характеризуються незалежним від температури нахилом $d(\ln I)/dV$. При використанні для опису I - V -характеристик виразу:

$$I(V) = I_s \exp\left(\frac{qV}{AkT}\right), \quad (2)$$

коефіцієнт неідеальності змінюється в межах $3.5 < A < 20$. Високі значення A у подібних до досліджуваних структур гетеропереходах p -Ge/ n -Si ($A = 24.9 - 29.4$) [20] є результатом тунельного або тунельно-рекомбінаційного механізмів протікання носіїв заряду крізь бар'єр висотою ϕ_B , які описуються виразом:

$$I(V) = BN_i \exp[-A_0 (\phi_B - V)], \quad (3)$$

де B – постійна, N_i – концентрація пасток в забороненій зоні, A_0 – величина, яка залежить від концентрації домішок N у напівпровіднику, з якого здійснюється тунелювання:

$$A_0 = \frac{4}{3\hbar} \left(\frac{m_0 \epsilon_S}{N} \right)^{1/2}. \quad (4)$$

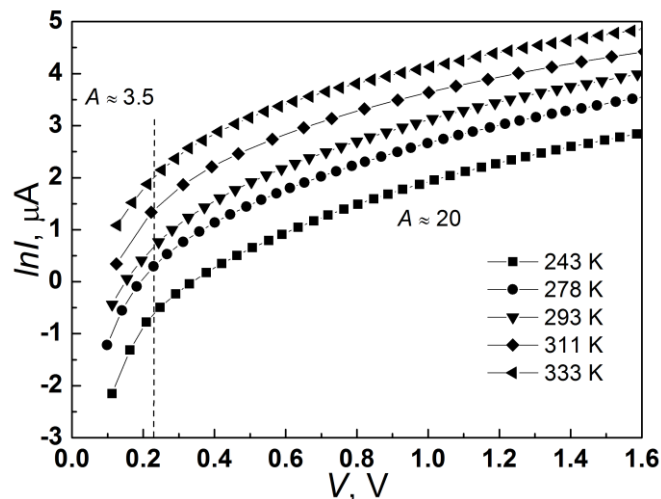


Рис.3. Прямі гілки I - V -характеристик гетероструктури n -SnS₂/ p -InSe в координатах $\ln(I) = f(V)$

З урахуванням спаду напруги на послідовному опорі базової області напруга на електричному переході дорівнює $V - IR_S$ і вираз (3) набуває вигляду:

$$I(V) = BN_t \exp[-A_0(\varphi_B - V + IR_S)]. \quad (5)$$

Логарифмування виразу (5) і диференціювання за напругою дає формулу для аналізу механізмів формування прямого струму:

$$\frac{d(\ln I)}{dV} = -A_0 \left(\frac{d(\varphi_B - V)}{dV} + \frac{dI \cdot R_S}{dV} \right). \quad (6)$$

У випадку, коли спад напруги на електричному переході більший за спад напруги на послідовному опорі $(\varphi_B - V) \gg IR_S$, зовнішня напруга прикладена до електричного переходу і формулу (6) можна записати у вигляді:

$$\frac{d(\ln I)}{dV} = -A_0 \left(\frac{d(\varphi_B - V)}{dV} \right). \quad (7)$$

У випадку зменшення опору електричного переходу $(\varphi_B - V) \rightarrow 0$ залежність (6) $d(\ln I)/dV = f(dI/dV)$ є лінійною з нахилом до осі абсцис $A_0 \cdot R_S$.

На рис.6. показаний графік залежності $d(\ln I)/dV = f(dI/dV)$ для прямих гілок I - V -характеристики гетероструктури n -SnS₂/ p -InSe. Дана залежність характеризується двома лінійними ділянками. При малих швидкостях зміни струму від напруги dI/dV величина $d(\ln I)/dV$ стрімко зменшується внаслідок зниження опору електричного переходу. Коли опір переходу стає меншим за послідовний опір, то динаміка зміни величини $d(\ln I)/dV$ уповільнюється і визначається послідовним опором.

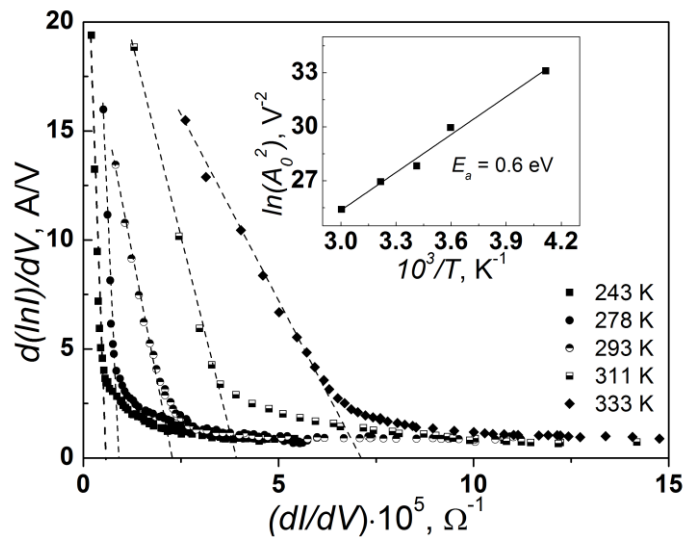


Рис.4. Прямі гілки I - V -характеристик гетероструктури n -SnS₂/ p -InSe в координатах $d(\ln I)/dV = f(dI/dV)$ і визначення енергії активації E_a у плівці SnS₂ (вставка)

Згідно (7) екстраполяцією лінійних ділянок $d(\ln(I))/dV \rightarrow 0$ можна знайти значення dI/dV при якому $(\phi_B - V) = 0$, тобто $\phi_B = V$. Значення напруги на гетеропереході, яке відповідає даним dI/dV екстраполяції при різних температурах, не залежало від температури і дорівнювало $V = \phi_B = 0.5$ V. Це вказує що при малих прямих зміщеннях (до 0.5 V) струм у гетероструктурі $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ утворюється шляхом тунелювання крізь енергетичний бар'єр висотою $q\phi_B \approx 0.5$ eV, величина якого не залежить від температури.

Для детальнішого аналізу електричних властивостей гетеропереходу $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ використовувалася енергетична діаграма (рис.5), яка передбачає існування на межі поділу напівпровідників енергетичного бар'єру із незалежною від температури висотою. Для побудови енергетичної діаграми використовувалися значення спорідненості до електрона $\chi(\text{SnS}_2) = 4.9$ eV [21] і $\chi(\text{InSe}) = 4.55 - 4.6$ eV [22-25] та ширини забороненої зони $E_g(\text{SnS}_2) = 2.4$ eV [26] і $E_g(\text{InSe}) = 1.2$ eV [27]. Використана величина $E_g(\text{SnS}_2)$ відповідає експериментальному значенню, яке властиве плівкам отриманим при спреї-піролізі за температур $T_S = 350$ °C, при яких виготовлялися гетеропереходи $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$. При виготовленні гетероструктур методом спреї-піролізу у ряді випадків внаслідок нагрівання спостерігається зміна фазового складу поверхні підкладок [14,28]. У роботі [14] аналізується вплив тунельно-тонкого шару In_2Se_3 на властивості гетеропереходу на основі $p\text{-InSe}$. Енергетичні параметри In_2Se_3 $E_g \approx 1.7$ eV [29,30] і $\chi = 4.44$ eV [31] добре узгоджуються із виникненням енергетичного бар'єра висотою $q\phi_B \approx 0.5$ eV, який експериментально спостерігається на межі гетероконтакту $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$.

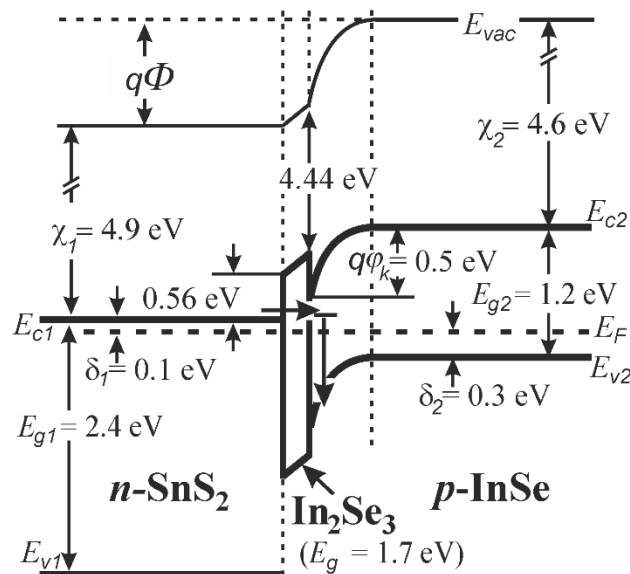


Рис.5. Енергетична діаграма гетеропереходу $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ ($T = 300$ K) з енергетичним бар'єром $q\phi_B = 0.56$ eV, висота якого не залежить від температури

Розташування рівня Фермі в заборонених зонах відносно дна зони провідності для n -SnS₂ ($\delta_1 = 0.1$ eV) і стелі валентної зони p -InSe ($\delta_2 = 0.3$ eV) визначалися з виразів для концентрації рівноважних носіїв заряду невироджених напівпровідників [32]. При формуванні гетеропереходу n -SnS₂/ p -InSe внаслідок різниці робіт виходу електронів $(\chi_2 + E_{g2} - \delta_2) - (\chi_1 + E_{g1}) = 0.5$ eV утворюється контактна різниця потенціалів $\varphi_k = 0.5$ V, яка, згідно розрахунків [33], зосереджена у приконтактній області p -InSe.

Механізм тунелювання електронів з дна зони провідності n -SnS₂ крізь бар'єр висотою $q\varphi_B = 0.56$ eV (рис.5) на рівні у забороненій зоні p -InSe, які розташовані на віддалі 0.3 eV 0.4 eV від дна зони провідності добре узгоджується з природою виникнення даних рівнів. Згідно роботи [34] вони пов'язані із вакансіями аніонів у InSe, які при застосуванні методу спреї-піролізу виникають внаслідок нагрівання підкладки. Альтернативні до тунельно-рекомбінаційного механізми утворення струму, зображеного на рис.5, погано узгоджуються з експериментальними даними. За відсутності шару In₂Se₃ захоплення електронів станами на межі поділу і тунелювання у валентну зону передбачає залежність висоти бар'єру $q\varphi_k$ від температури, що не спостерігається. Незалежна від температури висота бар'єру на межі гетеропереходу n -SnS₂/ p -InSe може існувати внаслідок розриву зони провідності, але вона значно менша $\chi_1 - \chi_2 = 0.3$ eV за експериментально спостережувану.

Тунельна прозорість W бар'єра висотою $q\varphi_B = 0.56$ eV, яка розрахована згідно співвідношення [35]:

$$W = \exp\left(-\frac{2}{\hbar} \cdot d \cdot \sqrt{2m^* \varphi_B}\right), \quad (8)$$

змінюється від $W \approx 1$ при товщині плівки In₂Se₃ $d = 0.3$ nm до $W \approx 0.05$ при $d = 0.6$ nm. Тобто, експериментально спостережувана здатність тунелювання відбуватиметься при товщині плівки In₂Se₃ $d = 0.3 - 0.6$ nm.

Залежність від температури кута нахилу лінійних ділянок на рис.4, які використовувалися для визначення висоти енергетичного бар'єра $q\varphi_B \approx 0.5$ eV на гетеропереході n -SnS₂/ p -InSe, пов'язана із збільшенням концентрації електронів у n -SnS₂ (4). Побудова залежності $\ln(A^2) = f(10^3/T)$ дозволяє визначити енергію активації електропровідності E_a у плівці (рис.4, вставка). Отримане значення $E_a = 0.6$ eV добре узгоджується відомими даними як для об'ємного [36], так і для тонкоплівкового [37] напівпровідника SnS₂.

Зворотні гілки I - V -характеристик гетеропереходу n -SnS₂/ p -InSe при температурах $T = 243 - 333$ К у досліджуваному діапазоні зворотних напруг $-3 \text{ V} < V < 0 \text{ V}$ описується виразом для тунельного струму [20]:

$$I = a_0 \exp\left(-b_0(\varphi_B - V)^{-1/2}\right), \quad (9)$$

де a_0 – параметр, який визначається ймовірністю заповнення електронами енергетичних рівнів з яких відбувається тунелювання, b_0 – визначає швидкість зміни струму від напруги.

Згідно (9) в координатах $\ln I = f(\varphi_B - V)^{-1/2}$ I - V -характеристика є лінійною (рис.6). При напругах $-3 \text{ V} < V < 0 \text{ V}$ зворотний струм у гетероструктурі n -SnS₂/ p -InSe формується тунелюванням електронів з дна зони провідності і енергетичних станів забороненої зони $E_{C2} - E_F = 0.3 - 0.4 \text{ eV}$ p -InSe у зону провідності n -SnS₂ крізь енергетичний бар'єр утворений In₂Se₃.

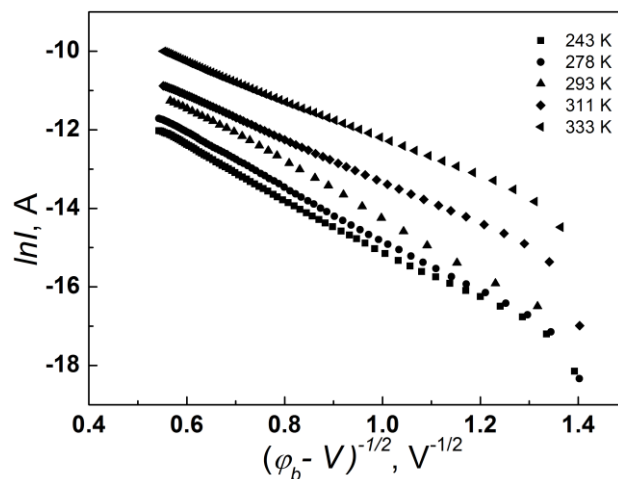


Рис.6. I - V -характеристики гетеропереходу n -SnS₂/ p -InSe при зворотному зміщенні при різних температурах T

Спектральна залежність квантової ефективності опроміненої зі сторони плівки SnS₂ гетероструктури n -SnS₂/ p -InSe знаходиться в інтервалі енергій фотонів $1.2 - 3.2 \text{ eV}$ з максимумом при 1.7 eV (рис.7). Довгохвильовий край fotocутливості при $h\nu = 1.2 \text{ eV}$ обумовлений краєм фундаментального поглинання в p -InSe. Розділення фотогенерованих у p -InSe електронів відбувається крізь тунельно-тонкий бар'єр In₂Se₃ (I на вставці рис.7). Тонкі плівки n -SnS₂ є полікристалічними, внаслідок чого край власного поглинання розмитий через часткове поглинання на границях зерен порівняно з монокристалічними матеріалами [26]. При енергіях $h\nu < E_g = 2.4 \text{ eV}$ частина випромінювання поглинається на границях зерен. При цьому, світло яке здатне поглинатися у p -InSe не проникає у базову область через поглинання у n -SnS₂ без утворення неосновних носіїв заряду – дірок, які формують фотострум (2 на вставці рис.7). На спектральній характеристиці спостерігається зниження fotocутливості (область 2, рис.7). При енергії квантів $h\nu > 2.4 \text{ eV}$ у плівці n -SnS₂ генеруються вільні неосновні носії

заряду, які дифундують до гетеропереходу і формують струм. Фоточутливість при цьому збільшується (область 3, рис.7). Повна ширина спектру відносної квантової ефективності на напіввисоті $\delta_{1/2}$ дорівнює ~ 1.8 .

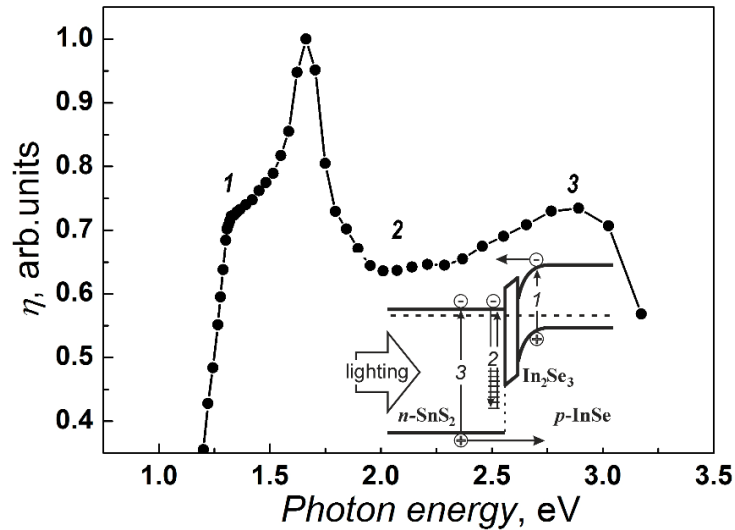


Рис.7. Спектральна залежність відносної квантової ефективності гетеропереходу $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$

Методом спреї-піролізу плівок SnS_2 на поверхні $p\text{-InSe}$ отримані фоточутливі гетероструктури $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$. Діодні властивості структур визначаються різницею енергетичних параметрів $n\text{-SnS}_2$ і $p\text{-InSe}$ та енергетичним бар'єром тунельно-тонкого шару In_2Se_3 із незалежною від температури висотою $q\phi_B \approx 0.5$ eV. При прямих зміщеннях $V < 0.6$ V ($T \approx 290$ K) основним механізмом проходження струму є тунелювання електронів з дна зони провідності $n\text{-SnS}_2$ крізь бар'єр на стани у забороненій області $p\text{-InSe}$ з наступною рекомбінацією з дірками валентної зони. Швидкість наростання з тунельного струму від напруги при підвищенні температури збільшується через зростання концентрації електронів у зоні провідності $n\text{-SnS}_2$. При прямих напругах $V > 0.6$ V ($T \approx 290$ K) спад зовнішньої напруги зосереджується на високоомній базовій області $p\text{-InSe}$ і реалізується механізм space charge limit. При підвищенні температури напруга прояву space charge limit збільшується до $V = 1.6$ V ($T \approx 330$ K). Зворотний струм у діапазоні досліджуваних напруг -3 V $< V < 0$ V у гетероструктурі $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ формується тунелюванням електронів з дна зони провідності і енергетичних станів забороненої зони $E_{C2} - E_F = 0.3 - 0.4$ eV $p\text{-InSe}$ у зону провідності $n\text{-SnS}_2$ крізь енергетичний бар'єр утворений In_2Se_3 .

Широкий спектр квантової ефективності гетероструктур $n\text{-SnS}_2/p\text{-InSe}$ 1.2 – 3.2 eV сприяє перспективі їх використання як фотоприймачів за умови зниження нефотоактивного поглинання світла у плівці $n\text{-SnS}_2$.

Список використаних джерел

1. Y. Huang, E. Sutter, J.T. Sadowski, M. Cotlet, O.L.A. Monti, D.A. Racke, M.R. Neupane, D. Wickramaratne, R.K. Lake, B.A. Parkinson, P. Sutter, Tin Disulfide—An Emerging Layered Metal Dichalcogenide Semiconductor: Materials Properties and Device Characteristics, *ACS Nano*. 8 (2014) 10743–10755. doi:10.1021/nn504481r.
2. Sánchez-Juárez, A. Tiburcio-Silver, A. Ortiz, Fabrication of SnS₂/SnS heterojunction thin film diodes by plasma-enhanced chemical vapor deposition, *Thin Solid Films*. 480–481 (2005) 452–456. doi: 10.1016/j.tsf.2004.11.012.
3. Degrauw, R. Armstrong, A.A. Rahman, J. Ogle, L. Whittaker-Brooks, Catalytic growth of vertically aligned SnS/SnS₂ p–n heterojunctions, *Materials Research Express*. 4 (2017) 094002. doi:10.1088/2053-1591/aa8a37.
4. H. Chen, M. Gu, X. Pu, J. Zhu, L. Cheng, Fabrication of SnO₂@SnS₂ heterostructure with enhanced visible light photocatalytic activity, *Materials Research Express*. 3 (2016) 065002. doi:10.1088/2053-1591/3/6/065002.
5. G.M. Kumar, F. Xiao, P. Ilanchezhian, S. Yuldashev, T.W. Kang, Enhanced photoelectrical performance of chemically processed SnS₂ nanoplates, *RSC Advances*. 6 (2016) 99631–99637. doi:10.1039/C6RA20491K.
6. M.R. Fadavieslam, A study of the structural, optical, and electrical properties of SnS₂:Cu optical semiconductor thin films deposited by the spray pyrolysis technique, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 28 (2017) 2392–2400. doi:10.1007/s10854-016-5809-2.
7. T. Řičica, L. Stržik, L. Dostál, M. Bouška, M. Vlček, L. Beneš, T. Wágner, R. Jambor, SnS and SnS₂ thin films deposited using a spin-coating technique from intramolecularly coordinated organotin sulfides: Spin-coating deposition from organotin sulfides, *Applied Organometallic Chemistry*. 29 (2015) 176–180. doi:10.1002/aoc.3267.
8. S. Gedi, V.R. Minnam Reddy, B. Pejjai, C. Park, C.-W. Jeon, T.R.R. Kotte, Studies on chemical bath deposited SnS₂ films for Cd-free thin film solar cells, *Ceramics International*. 43 (2017) 3713–3719.
9. G. Orletskii, P. D. Mar'yanchuk, E. V. Maistruk, M. N. Solovan, V. V. Brus, Low-temperature spray-pyrolysis of FeS₂ films and their electrical and optical properties // *Physics of the Solid State* – 2016. – V.58, №1. – P. 37 – 41.
10. I.G. Orletskii, M.N. Solovan, F. Pinna, G. Cicero, P.D. Mar'yanchuk, E.V. Maistruk, E. Tresso, Structural, optical, and electrical properties of Cu₂SnS₃ thin films produced by sol gel method, *Physics of the Solid State*. 59(4), 2017, 801–807.
11. Segura, J.P. Guesdon, J.M. Besson, A. Chevy, Photovoltaic effect in InSe - Application to Solar Energy Conversion, *Rev. Phys. Appl. (Paris)*. 14 (1979) 253–257. <https://doi.org/10.1051/rphysap:01979001401025300>.
12. V.A. Khandozhko, Z.R. Kudrynskyi, Z.D. Kovalyuk, Effect of low-temperature annealing on the quality of InSe layered single crystals and the characteristics of n-InSe/p-InSe heterojunctions, *Semiconductors*. 48 (2014) 545–550. <https://doi.org/10.1134/S1063782614040149>.
13. Segura, J.P. Guesdon, J.M. Besson, A. Chevy, Photoconductivity and photovoltaic effect in indium selenide, *Journal of Applied Physics*. 54 (1983) 876–888. <https://doi.org/10.1063/1.332050>.
14. G. Orletsky, M. I. Ilashchuk, V. V. Brus, P. D. Mar'ianchuk, M. M. Solovan, Z. D. Kovalyuk. Electrical and Photoelectric Properties of the TiN/p-InSe Heterojunction // *Semiconductors* – 2016. – V.50, №3. – P. 334 – 338.
15. Z.R. Kudrynskyi, Z.D. Kovalyuk, V.M. Katerynchuk, V.V. Khomyak, I.G. Orletsky, V.V. Netyaga, Fabrication and Characterization of Photosensitive n-CdO/p-InSe Heterojunctions, *Acta Physica Polonica A*. 124 (2013) 720–723.
16. V.N. Katerynchuk, Z.R. Kudrynskyi, V.V. Khomyak, I.G. Orletsky, V.V. Netyaga, Electrical and photoelectric properties of n-CdO-p-InSe anisotype heterojunctions, *Semiconductors*. 47 (2013) 943–946. <https://doi.org/10.1134/S1063782613070099>.

17. Tkachuk, I.G., Orletsky, I.G., Kovalyuk, Z.D., Marianchuk, P.D., Electrical properties of photosensitive heterostructures n-FeS₂/p-InSe, *Functional Materials*, 25, №3, (2018). P.463-470.
18. Katerinchuk V.N., Kovalyuk M.Z. Photoelectric properties of n-SnS₂-p-InSe heterojunction // *J. Adv. Mater.* - 1997. - Vol. 4, № 1. - P. 40-43.
19. M.A. Lampert, P. Mark. *Current injection in solids* (Academic Press, 1970) [ISBN: 9780124353503].
20. A.G. Milnes, D.L. Feucht. *Heterojunctions and metal-semiconductor junctions* (Academic Press, 1972) [ISBN:0124980503].
21. L.A. Burton, D. Colombara, R.D. Abellon, F.C. Grozema, L.M. Peter, T.J. Savenije, G. Dennler, A. Walsh, *Synthesis, Characterization, and Electronic Structure of Single-Crystal SnS, Sn₂S₃ and SnS₂*, *Chemistry of Materials*. 25 (2013) 4908–4916.
22. G.W. Mudd, S.A. Svatek, L. Hague, O. Makarovskiy, Z.R. Kudrynskiy, C.J. Mellor, P.H. Beton, L. Eaves, K.S. Novoselov, Z.D. Kovalyuk, E.E. Vdovin, A.J. Marsden, N.R. Wilson, A. Patané, *High Broad-Band Photoresponsivity of Mechanically Formed InSe-Graphene van der Waals Heterostructures*, *Advanced Materials*. 27 (2015) 3760–3766.
23. F. Yan, L. Zhao, A. Patané, P. Hu, X. Wei, W. Luo, D. Zhang, Q. Lv, Q. Feng, C. Shen, others, *Fast multicolor photodetectors based on graphene-contacted p-GaSe/n-InSe van der Waals heterostructures*, *Nanotechnology*, 28(27) (2017) 02534.
24. M.K.L. Man, A. Margiolakis, S. Deckoff-Jones, T. Harada, E.L. Wong, M.B.M. Krishna, J. Madéo, A. Winchester, S. Lei, R. Vajtai, P.M. Ajayan, K.M. Dani, *Imaging the motion of electrons across semiconductor heterojunctions*, *Nature Nanotechnology*. 12 (2016) 36–40.
25. S.E. Al Garni, O.A. Omareye, A.F. Qasrawi, *Growth and characterization of InSe/Ge/InSe interfaces*, *Optik - International Journal for Light and Electron Optics*. 144 (2017) 340–347.
26. G. Orletskii, P. D. Maryanchuk, E. V. Mastruk, M. N. Solovan, D. P. Koziarskiy, V. V. Brus, *Modification of the properties of tin sulfide films grown by spray pyrolysis* // *Inorganic Materials* – 2016. – V.52, №8. – P. 851 – 857.
27. Z.D. Kovalyuk, O.N. Sydor, V.N. Katerinchuk, V.V. Netyaga, *A study of isotype photosensitive heterostructures (intrinsic oxide)-n-InSe prepared by long-term thermal oxidation*, *Semiconductors*. 41 (2007) 1056–1059. <https://doi.org/10.1134/S1063782607090096>.
28. I.G. Orletskiy, M.I. Ilashchuk, E.V. Mastruk, M.M. Solovan, P.D. Maryanchuk, S.V. Nichiyi, *Electrical Properties of SIS Heterostructures n-SnS₂/CdTeO₃/p-CdZnTe*, *Ukrainian Journal of Physics*. 64 (2019) 164. <https://doi.org/10.15407/ujpe64.2.164>.
29. R. Vaidyanathan, J.L. Stickney, S.M. Cox, S.P. Compton, U. Happek, *Formation of In₂Se₃ thin films and nanostructures using electrochemical atomic layer epitaxy*, *Journal of Electroanalytical Chemistry*. 559 (2003) 55–61. [https://doi.org/10.1016/S0022-0728\(03\)00053-6](https://doi.org/10.1016/S0022-0728(03)00053-6).
30. S.B. Bansode, R.S. Kapadnis, A.S. Ansari, V.G. Wagh, A.N. Kulkarni, S.S. Kale, H.M. Pathan, *Indium selenide microrod films: chemical bath deposition from acidic bath*, *J Mater Sci: Mater Electron*. 27 (2016) 12351–12356. <https://doi.org/10.1007/s10854-016-5145-6>.
31. Z. Zheng, J. Yao, G. Yang, *Self-Assembly of the Lateral In₂Se₃/CuInSe₂ Heterojunction for Enhanced Photodetection*, *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 9 (2017) 7288–7296. <https://doi.org/10.1021/acsami.6b16323>.
32. S.M. Sze, K.N. Kwok. *Physics of semiconductor devices* (Wiley, 2006) [ISBN: 9780471143239].
33. B.L. Sharma, R.K. Purohit. *Semiconductor heterojunctions* (Pergamon Press, 1974) [ISBN:9781483280868].

34. M.A. Mehrabova, R.S. Madatov, Calculation of the electron structure of vacancies and their compensated states in III-VI semiconductors, *Semiconductors*. 45 (2011) 998–1005. <https://doi.org/10.1134/S1063782611080136>.
35. I.G. Orletskyi, M.M. Solovan, V.V. Brus, F. Pinna, G. Cicero, P.D. Maryanchuk, E.V. Maistruk, M.I. Ilashchuk, T.I. Boichuk, E. Tresso, Structural, optical and electrical properties of Cu₂ZnSnS₄ films prepared from a non-toxic DMSO-based sol-gel and synthesized in low vacuum, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 100 (2017) 154–160. <https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2016.09.015>.
36. S.G. Patil, R.H. Tredgold, Electrical and photoconductive properties of SnS₂ crystals, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 4 (1971) 718–722. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/4/5/312>.
37. Voznyi, V. Kosyak, A. Opanasyuk, N. Tirkusova, L. Grase, A. Medvids, G. Mezinskis, Structural and electrical properties of SnS₂ thin films, *Materials Chemistry and Physics*. 173 (2016) 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2016.01.036>.

УДК 537.623

Ткачук І.Г.

Екситонна фотопровідність гетероструктур на основі селену галію і селену індію

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

tkachuk.ivan@bsmu.edu.ua

Анотація. У даній роботі представлені спектри фоточутливості різних типів гетеропереходів (ГП) на основі шаруватих кристалів $A^{III}B^{VI}$, виготовлених як з ван-дер-ваальсівським зв'язком пар на гетеромежі, так і з ковалентним, і обговорюються особливості їх екситонних смуг. Прикладами першого типу гетеропереходу послужили пари $n\text{-InSe-p-InSe}$, $p\text{-GaSe-n-InSe}$, $p\text{-GaSe-n-In}_4\text{Se}_3$, $n\text{-SnS}_2\text{-p-InSe}$. В якості гетеропереходу з ковалентним зв'язком виявилися інші системи: $\text{In}_2\text{O}_3\text{-InSe}$, $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaSe}$, $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaTe}$. Зазначені гетеропереходи, сформовані за участю власних оксидів різної хімічної природи. У випадку, де оксид володіє провідними властивостями він відігравав безпосередню активну роль у формуванні гетеропереходу. Водночас, формування гетеропереходу з допомогою високотемпературного нагріву підкладок на повітрі, невимушено приводило до неконтрольованого росту власних оксидів на $p\text{-GaSe}$ і $p\text{-GaTe}$, які проявили діелектричні властивості.

Ключові слова: гетероструктура, поглинання, фоточутливість.

У ГП міжфазна границя є перехідною областю від однієї кристалічної ґратки до іншої. Трансляційна симетрія атомів у цій зоні порушується і їх теплові коливання можуть відрізнитись від аналогічних об'ємних коливань. Зазвичай, енергія зв'язку екситонів у ШК менша в порівнянні із тепловою енергією kT при кімнатній температурі і, тому, для їх

спостереження в спектрах поглинання кристалів, необхідні низькі температури [1]. Водночас, спостереження екситонної фоточутливості в спектрах ГП при високих температурах дозволяє припускати, чи не має взаємозв'язку між ступенню неузгодженості в параметрах кристалічних ґраток пар, що утворюють ГП, і різною інтенсивністю екситонних піків. Оскільки поглинання світла в ГП відбувається на границі, де енергія фононних коливань може бути перерозподілена таким чином, що її сумарна величина залишається сталою, то слід очікувати змін у досліджуваних екситонних спектрах тим більших, чим більша ґраткова неузгодженість [2]. Для перевірки такої гіпотези було зроблено порівняльний аналіз ГП з різною ґратковою неузгодженістю.

Нижче представлені спектри фоточутливості різних типів ГП на основі шаруватих кристалів $A^{III}B^{VI}$, виготовлених як з ван-дер-ваальсівським зв'язком пар на гетеромежі, так і з ковалентним, і обговорюються особливості їх екситонних смуг. Прикладами першого типу ГП послужили пари $n\text{-InSe-p-InSe}$, $p\text{-GaSe-n-InSe}$, $p\text{-GaSe-n-In}_4\text{Se}_3$, $n\text{-SnS}_2\text{-p-InSe}$. В якості ГП з ковалентним зв'язком виявилися інші системи: $\text{In}_2\text{O}_3\text{-InSe}$, $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaSe}$, $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Ga}_2\text{O}_3\text{-GaTe}$. Зазначені ГП, сформовані за участю власних оксидів різної хімічної природи. В тому випадку, де оксид володіє провідними властивостями він відігравав безпосередню активну роль у формуванні ГП. Водночас, формування ГП з допомогою високотемпературного нагріву підкладок на повітрі, невимушено приводило до неконтрольованого росту власних оксидів на $p\text{-GaSe}$ і $p\text{-GaTe}$, які виявляли діелектричні властивості. Особливістю ГП з участю власних оксидів є зсув міжфазної границі від поверхні в глибину кристала. Аналогічно системі $\text{SiO}_2\text{-Si}$, цей зсув може приводити до зменшення густини поверхневих електронних станів і покращувати умови роботи ГП.

Спектри фоточутливості двох груп ГП представлені на рис. 1 (масштаб осі енергій на рис 1,а і 1,б однаковий). Як видно із представлених спектрів, на їх довгохвильовому краю спостерігається незначний пік різної інтенсивності в залежності від типу ГП. Його появу зв'язують з утворенням екситонів. Якщо порівняти довгохвильовий край спектрів поглинання кристалів InSe , GaTe , GaSe , то при кімнатній температурі аналогічні екситонні піки не спостерігаються.

Це пов'язано з тим, що енергія зв'язку екситонів в шаруватих матеріалах не перевищує теплову енергію kT при кімнатній температурі. Деякі екситонні параметри та параметри кристалічних ґраток напівпровідників представлені в табл.: a , b , c – періоди ґратки; R_0 – постійна Рідберга; r_B – борівський радіус екситона. Як видно з табл. для всіх гетерогенних переходів $\delta_a \gg 1$ %. Проте особливості формування ГП на основі ШК дозволяють отримувати

їх високі фотоелектричні параметри, незважаючи на значну величину δ_a . Зв'язок між ступінню неузгодженості ґраток та інтенсивністю екситонної смуги в спектрах fotocутливості не простежується. На рис. 1, б - криві 1, 3 сильно відрізняються щодо інтенсивності екситонного піка, водночас величина δ_a для відповідних ГП практично є однаковою. Особливо подібне порівняння стосується ГП, спектри fotocутливості яких представлені кривими 1, 4 на рис. 1а. Для відповідних ГП неузгодженість δ_a відрізняється майже в 20 раз, а інтенсивність екситонних ліній практично залишається однаковою. Поява екситонних смуг fotocутливості в спектрах ГП на відміну від їх відсутності в спектрах поглинання при кімнатній температурі не може бути пояснена зміною енергетичного спектра фононних коливань на гетеро межі[3,4], тобто в областях, де поглинається світло. Водночас тип хімічного зв'язку на гетеромежі істотно не впливає на характер екситонних смуг. І в першій, і в другій групах ГП спостерігаються екситонні піки fotocутливості різної інтенсивності, які не можуть пов'язуватись із типом ГП або параметром δ_a .

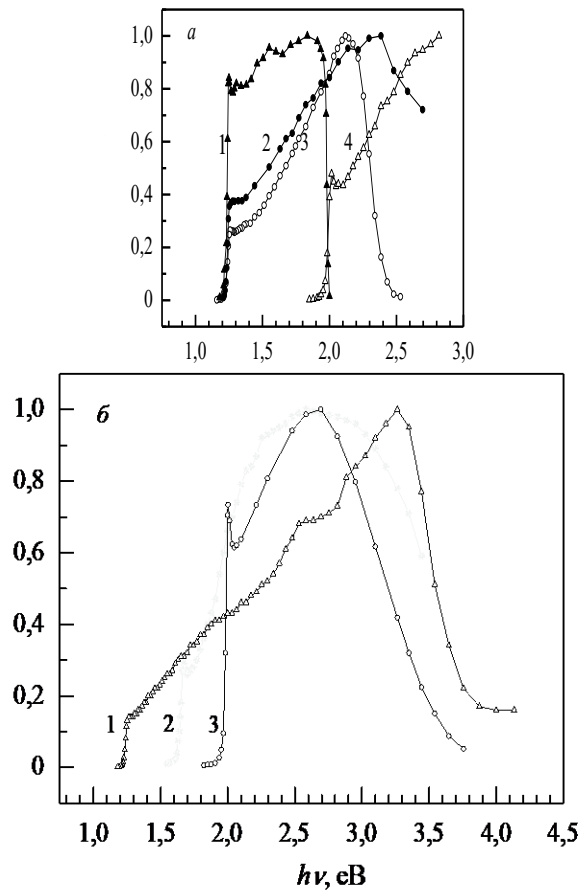


Рис.1 Спектри відносної квантової ефективності фотоструму різних ГП при кімнатній температурі.

а: 1- $GaSe-InSe$; 2- $n-InSe-p-InSe$; 3- SnS_2-InSe ; 4- In_4Se_3-GaSe .

б: 1- In_2O_3-InSe ; 2- $In_2O_3-Ga_2O_3-GaTe$; 3- $In_2O_3-Ga_2O_3-GaSe$.

Зазначимо, що наявність екситонних ліній в спектрах фоточутливості ГП при кімнатній температурі, дозволяє виявляти серіальну залежність екситонних смуг вже при азотній температурі[5,6]. Аналогічна залежність в спектрах поглинання кристалів спостерігалась лише при температурах рідкого гелію. Тому дослідження екситонної фоточутливості в ГП, перед аналогічними дослідженнями спектрів екситонного поглинання, має свої переваги.

Таблиця 1

Параметри кристалічних ґраток, екситонів в ШК
та неузгодженість постійних ґраток напівпровідникових пар ГП

Матеріал	γ -InSe	β -GaTe	ε -GaSe	SnS ₂	In ₄ Se ₃	In ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃
<i>a</i> (Å)	4,002	17,404	3,755	3,648	15,296	10,11	10,00
<i>b</i> (Å)	-	4,077	-	-	12,308	-	-
<i>c</i> (Å)	24,946	10,456	15,95	5,899	4,0806	-	-
<i>R_o</i> (меВ)	14,5	18,9	20	-	-	-	-
<i>r_B</i> (Å)	50	31,1	41,5	-	-	-	-
Неузгодженість параметрів ґраток, δ_a (%)							
<i>n</i> -InSe- <i>p</i> -InSe	SnS ₂ -InSe	GaSe- InSe	In ₄ Se ₃ -GaSe	In ₂ O ₃ - InSe	Ga ₂ O ₃ - GaTe	Ga ₂ O ₃ -GaSe	
0	9,25	6,37	121,16	86,56	54,04	90,80	

Список використаних джерел

1. Abay B., Guder H.S., Yogurtcu Y.K Urbach – Martienssen’s tails in layered semiconductor GaSe // Sol. St. Com.-1999. – Vol. 112, №9.-P. 489-494.
2. Camassel J., Merle P., Mathieu H., Chevy A. Excitonic absorption edge of indium selenide // Phys. Rev. B: Solid State - 1978. – Vol. 17, №12.-P. 4718-4725.
3. Schwarz U., Hillebrecht H., Deiseroth H.J., Walther R. In₄Te₃ and In₄Se₃ : new determination of crystal structures, pressure-induced behaviors and a remark on the non existence of In₄Se₃ // Z. Kristallogr. -1995. – Vol. 210, №5.-P. 342-347.
4. Ikari T., Shigetomi S., Nashimoto K. Crystal structure and Raman spectra of InSe // Phys. St. sol. B. -1982. – Vol.111, №2.-P. 477-481.
5. Julien C.M., Balkanski M. Lithium reactivity with III-VI layered compounds // Mater. Sci. Engin. B. -2003. – Vol.100, №3.-P. 263-270.
6. Landolt-Bornstein. Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology. New Ser. Group III: Crystal and Solid State Physics. Vol. 17, sv.f / Ed. By O. Madelung .- Berlin e.a.: Springer, 1983. – 562p.

Троян В.І., Заяць М.М.

Вплив мутацій коронавірусу на розвиток постковідного синдрому

Львівський Національний Медичний Університет імені Данила Галицького, м. Львів

nicoleblackrose666@gmail.com

Збудником коронавірусної інфекції COVID-19 є вірус SARS-CoV-2, новий коронавірус, який був вперше виявлений у місті Ухань (Китай) у грудні 2019 р. Результати генетичного секвенування вірусу свідчать про те, що це бетакоронавірус, тісно пов'язаний з вірусом SARS [1]. Варіанти вірусу, такі як варіант «Альфа» (B.1.1.7), «Бета» (B.1.351), «Гамма» (P.1) і «Дельта» (B.1.617) виникли на основі початкового варіанта Covid-19. Після мутації у спайковому білку ці варіанти є більш вірулентними, ніж початковий, і можуть викликати важчі симптоми. У порівняльному дослідженні смертності від інфекцій, спричинених альфа-варіантом і початковим штамом, виявлено, що ризик смерті від інфекцій, спричинених варіантом «Альфа» протягом 28 днів, на 64% вищий [2].

Згідно проведеного аналізу даних наукової літератури нами наведено найбільш значущі мутації на білку S RBD. З огляду на це можна зробити висновок, що мутації мають високу швидкість росту, також це посилює зв'язування між білками S та ACE2, що впливає на подальшу розробку вакцин [5].

Таблиця 1.

Значущі мутації на білку S RBD з великими даними секвенування

Країна	Найбільш значущі мутації	Країна	Найбільш значущі мутації
Велика Британія	N439K, S477N, S494P, N501Y	Швейцарія	N439K, S477N, N501Y, Q414K, N450K
США	A520S, N501Y, S494P, E484K, S477N	Австралія	S477N, N501Y, L452R, L455F, N439K і N501T
Данія	S477N, Y453F, S477R	Франція	S477N, N439K, L452R, A522S, E484K
Німеччина	N439K, S477N і N501Y	Бельгія	N501Y, S477N, E484K, N450K, K417N і K417T[5]

Проведений аналіз наукових джерел засвідчив, що із цими мутаціями тісно пов'язане виникнення постковідного синдрому, оскільки в крові пацієнтів з довгостроковими симптомами коронавірусу виявляють аутоантитіла, які часто зустрічаються при аутоімунних захворюваннях і, згідно з останніми дослідженнями, було встановлено, що Covid-19 здатний запускати аутоімунні процеси в організмі. Також ймовірним є те, що у деяких пацієнтів вірус

може зберігатися в організмі тривалий час, викликаючи різні порушення імунної системи. [3] Особливістю нових штамів є те, що у 52-67% пацієнтів розвивається постковідний синдром, який може тривати від 3 до 6 місяців. Він являє собою комплекс симптомів, таких як втома, проблеми з пам'яттю, біль у грудях, задишка, пальпітація та психічні розлади. Важливо зазначити, що синдром чинить вплив на декілька систем організму. Діагностика проводиться на основі симптомів та методом виключення інших захворювань. Крім того, використовують і лабораторні методи, такі як ШОЕ, СРБ, загальний аналіз крові, креатинін, креатинкіназа, ТТГ, глюкоза, лужна фосфатаза, АЛАТ, кортизол, антинуклеарні антитіла та ЕКГ. [2]

Оскільки повноцінні протоколи лікування ще не розроблені, пацієнтів лікують симптоматично, наприклад, при пальпітації призначають бета-блокатори, при ендотеліальній дисфункції – інгібітори АПФ та статини, при астеничному синдромі – дексаметазон тощо. [4] Постковідний синдром має мультифакторний характер, тому корисним є мультипрофільний підхід. Фізіотерапевт може навчати фізичних вправ, фахівець з психічного здоров'я – допомагати із ментальними проблемами. Пацієнт може потребувати переходу на працю в режимі неповного робочого дня. Також їм часто може знадобитися допомога соціальних служб для подання заявки на страхові виплати. Зменшити ризик появи постковідного синдрому може вакцинація. Завдяки новітнім досягненням вдалося розробити дієві вакцини. Встановлено, що є ефективним щеплення двома різними типами, наприклад, аденовірусна та мРНК-вакцина. В країнах ЄС на комерційну реалізацію отримали дозвіл вакцини на платформі мРНК, розроблені Pfizer і BioNTech, а також Moderna, і аденовірусні вакцини, розроблені AstraZeneca і Johnson&Johnson. [2] Багато країн, при наявності ресурсів, почали надавати третю дозу вакцини проти COVID-19. Їх, у першу чергу, призначають людям з імунодефіцитом, соціальним і медичним працівникам, а також тим, хто отримав дві перші дози через короткий проміжок часу. [2] Потреба у вакцинах проти COVID-19 прискорила час, необхідний для їх розробки, і наявність потужних технологій. Проаналізувавши дані наукових джерел, можна зробити висновки, що еволюція нових технологій (РНК-вакцини, вірусні вектори та вакцини на основі білка з потужними ад'ювантами) у поєднанні з навчанням, отриманим від імунотерапії, стануть відповіддю на деякі з нових проблем сучасного суспільства. Наприклад, РНК-вакцини та вірусні вектори можуть бути розроблені для кодування не тільки антигенів, але й молекул, здатних реактивувати сплячу імунну систему.

Список використаних джерел

1. Жива клінічна настанова «Клінічне ведення пацієнтів з COVID-19» електронний ресурс.- Режим доступу: https://www.dec.gov.ua/wp-content/uploads/2022/04/2022_04_28_kn_covid-19.pdf

2. Клінічні настанови на засадах доказової медицини від 12.10.2021 «Коронавірусна хвороба COVID-19» та «Довгострокові симптоми коронавірусної інфекції», Duodecim Publishing Company Ltd; ідентифікатори статей ebm00960 (001.056) та ebm01188 (001.058)
3. Борисенко Т. «Постковідний синдром: тривожні та депресивні стани», 2022 р.
4. Голубовська О. А. «Постковідний синдром: патогенез та основні напрями реабілітації», 2021 р.
5. Rui Wang, Jiahui Chen, Kaifu Gao and Guo-Wei Weia «Vaccine-escape and fast-growing mutations in the United Kingdom, the United States, Singapore, Spain, India, and other COVID-19-devastated countries», 2021.

УДК 577.11; 577.12; 615.1

Ференчук Є.О.

Перспективи та роль біохімії у розвитку біомедицини

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ferenchuck.elena@bsmu.edu.ua

Анотація. Біохімія завдяки своїм ідеям, дослідженням та досягненням є ключовою природничою дисципліною на шляху створення нових знань та методів, необхідних для успішного та стрімкого розвитку біомедицини. Експерименти в галузі біохімії залишаються важливими для становлення сучасної біомедичної системи, біотехнологічного виробництва ліків, контролю якості у фармацевтичному секторі та вдосконалення медичного обслуговування.

Ключові слова: біомедицина, біохімічні дослідження.

Ще на початку ХХ століття біомедицину розглядали як невелику сферу діяльності в медицині, а сьогодні біомедичні дослідження, засновані на вивченні біологічних механізмів та клінічних показників, є важливим інструментом для розуміння процесів здоров'я та діагностики хвороб, а також ідентифікації та кількісної оцінки ризиків захворювання.

Зв'язок між лабораторними та клінічними дослідженнями є ключовою ознакою біомедицини. Кембриджський словник визначає біомедицину як «медицину, засновану на застосуванні принципів біології та біохімії», що підкреслює потенційне значення для медицини усіх експериментальних досліджень основних біологічних механізмів.

Ми живемо в епоху прогресу біомедицини: зараз більше, ніж будь-коли раніше, лікарі розуміють симптоми хвороб, знаходять їхні причини, методи лікування, ліки; вчені розробляють нанотехнології для діагностики захворювань та створення лікарських засобів, вивчають механізми їх дії при різноманітних патологічних станах тощо. Науковці ведуть

активні дискусії про медичне застосування різних біологічних макромолекул, зокрема для антиоксидантного та антимікробного захисту організму, проводять оцінку цитотоксичності макромолекул проти ракових клітин, вивчають доцільність їх застосування у ролі імуномодуляторів [1-4], та, незважаючи на успіх розвитку сучасної медицини, окремі питання (СНІД, онкологія, COVID-19) досі залишаються відкритими.

Біомедичні дослідження охоплюють широкий спектр дисциплін, спеціалісти яких проводять експерименти на багатьох рівнях організації: від атомного рівня (наприклад, структура ключових біологічних молекул), молекулярного та клітинного рівнів (біохімія, клітинна біологія) до рівня організму (наприклад, фізіологія та патофізіологія), а також на популяційному рівні (генетика, епідеміологія, охорона здоров'я). Дедалі частіше біомедичні дослідження охоплюють багато або навіть усі ці рівні експериментального дослідження на стику різних природничих наук.

Біохімія є наріжним каменем сучасної медицини та лабораторного скринінгу. Базовим етапом діагностики стану здоров'я є проведення біохімічного аналізу крові. Без наукового здобутку біохімії не було б точних знань для методів лікування та діагностичних засобів, створення життєво важливих ліків, розуміння ускладнень та причин розвитку патологій. Це стосується широкого кола науково-технологічних підходів: від ензимодіагностування і інгібування ензимної активності, виявлення молекулярних механізмів ряду хвороб до динаміки популяцій вірусу ВІЛ, від розуміння біомолекулярних взаємодій до вивчення канцерогенезу та боротьби з ним, розробки ПЛР та генної терапії. Біохімія є чи не єдиною галуззю, яка точно описує функцію і роль вітамінів у організмі, що стало основою для визначення параметрів оптимізації нутрієнтного складу продуктів та формування поняття здорового й повноцінного харчування [5].

Сфера біомедицини, що включає нанобіотехнологію, носії для лікарських препаратів, біосенсори та тканинну інженерію, враховує колоїдно-хімічні і біохімічні закономірності. Створення ідеальної системи доставки наноліків визначається, в першу чергу, на основі біофізичних та біохімічних властивостей препаратів, вибраних для лікування, а коригування розміру, форми, гідрофобності та поверхневих змін наноструктур може підвищити біологічну активність цих сполук. Нанотехнології на основі квантових точок [6] знайшли широке застосування в біохімії та біомедицині, мають перспективи застосування в імуноаналізі, біологічному моніторингу, інкапсуляції клітин, аналізі ДНК, відкритті ліків, маркуванні та візуалізації *in vitro*. Поряд із безперервним розвитком медичної галузі, важливим є покращення та поєднання теоретичних розробок та прикладних досліджень, щоб відкривати

нові шляхи діагностики та лікування. Так, на основі теорії функціоналу густини, теорії внутрішньомолекулярного переносу заряду та гасіння люмінесценції було сконструйовано металоорганічні каркаси лантаноїдів для вимірювання в сироватці рівня холестеролу, який, як відомо, є одним з найважливіших показників для оцінки стану здоров'я [7].

Робота біохіміків мала вирішальну роль для виявлення цитокінів у процесах запалення, а вивчення біохімічної основи походження та поширення ракових клітин, допомогло зробити лікування онкології можливим. Прикладом цього є використання нуклеаз, технології редагування геномів CRISPR/CAS9, а також циркулюючих пухлинних клітин (ЦПК) як прогностичних біомаркерів метастазування раку молочної залози. Виявити ЦПК серед клітин крові є складним завданням, але розуміння метастатичного каскаду ЦПК має величезний потенціал в методах рідкої біопсії для ідентифікації онкомішеней та розробки нових стратегій лікування онкохворих [8].

У фізіології, важливий для формування та розвитку біомедицини, біохімія розширила розуміння взаємозв'язку біохімічних та фізіологічних змін в організмі, допомогла зрозуміти хімічні аспекти таких біологічних процесів, як травлення, гормональна дія та скорочення-розслаблення м'язів. Медичні показники формуються на основі біологічних параметрів (генетичних, біохімічних, цитологічних, гістологічних), і існує багато як поширених, так і рідкісних захворювань, в основі яких – біохімічні процеси. З часу, коли були описані основні молекули життя, нуклеїнові кислоти, чимало інших значущих досягнень у біохімії вплинули на розвиток медицини, і допомогли детально вивчити метаболічні шляхи при різноманітних захворюваннях (подагра, цукровий діабет, жовтяниці, серповидноклітинна анемія, атеросклероз тощо) і знайти методи їх діагностування та ефективного лікування. У фармації біохімічні знання дають незамінну інформацію про ліки: спосіб дії, потенційні токсичні або побічні ефекти, вплив на метаболізм.

Розвиток біомедицини спрямовано на пошук інноваційних методів діагностики та лікування багаточисленних тяжких і смертельних захворювань, які вражають людство. Пандемія коронавірусу у 2020 році підкреслила необхідність глобальної наукової співпраці для виявлення імунологічних, молекулярних та біохімічних механізмів, що викликають зараження [9, 10]. Успішна робота медичної спільноти та, як результат, розробка вакцини в рекордно короткі терміни продемонструвала світові сили науки та нових технологій. Актуальною задачею залишається пошук клінічно ефективних засобів, здатних нейтралізувати ускладнення коронавірусної хвороби, а також розробка вакцин і терапевтичних стратегій для боротьби з мутаціями вірусу. Результати наукових досліджень

одноланцюгового РНК-вмісного штаму виду SARS-CoV свідчать про зміну деяких біохімічних показників у інфікованих коронавірусом [11, 12], а визначення ступеня порушення обміну речовин у пацієнтів є важливим етапом лікування, пошуку біомаркерів та розробки нових ефективних алгоритмів терапії [13].

Майбутнє біомедицини залежить від багатьох факторів, але дослідження, проведені в галузі природничих наук, мають вирішальне значення для діагностики, лікування і прогнозування розвитку захворювань, і біохімія продовжує розширювати горизонти медицини та знаходити відповіді на таємниці життя, приховані в біохімічних механізмах.

Список використаних джерел

1. Aksoy A. Place and Importance of Biochemistry in Living Beings' Health Care and Some New Perspectives. *J Anim Health Behav Sci.* 2018. № 2. e102.
2. Patra, J.K., Das, G., Fraceto, L.F. Nano based drug delivery systems: recent developments and future prospects. *J Nanobiotechnol.* 2018. № 16. P. 71.
3. Chrzanowska, A., Drzewiecka-Antonik, A., Dobrzyńska, K., Stefanska, J., Pietrzyk, P., Struga, M., & Bielenica, A. The Cytotoxic Effect of Copper (II) Complexes with Halogenated 1,3-Disubstituted Arylthioureas on Cancer and Bacterial Cells. *International Journal of Molecular Sciences.* 2021. № 22. 11415.
4. Arfin, S.; Jha, N.; Jha, S.; Kesari, K.; Ruokolainen, J.; Roychoudhury, S.; Rathi, B.; Kumar, D. Oxidative stress in cancer cell metabolism. *Antioxidants.* 2021. №10. P. 642.
5. Hales AP. Biomedicine relies heavily on biological macromolecules. *EJBI.* 2021. № 17(11). P. 76-77.
6. Yao, J., Li, P., Li, L., & Yang, M. Biochemistry and biomedicine of quantum dots: from biodetection to bioimaging, drug discovery, diagnostics, and therapy. *Acta Biomaterialia,* 2018. № 74. P. 36–55.
7. Yao Jun, Zhuang Xiea Xiang, Zenga Li Wang, Tingting Yuea Bimetallic Eu/Fe-MOFs ratiometric fluorescent nanoenzyme for selective cholesterol detection in biological serum: Synthesis, characterization, mechanism and DFT calculations *Sensors and Actuators B: Chemical.* 2022. V. 354. 130760
8. Lin, D., Shen, L., Luo, M. et al. Circulating tumor cells: biology and clinical significance. *Sig Transduct Target Ther.* 2021. № 6. P. 404.
9. Letelier P, Encina N, Morales P, Riffo A, Silva H, Riquelme I, Guzmán N. Role of biochemical markers in the monitoring of COVID-19 patients. *J Med Biochem.* 2021. № 40(2). P. 115-128.
10. Parlakpınar H., Gunata M. SARS-COV-2 (COVID-19): cellular and biochemical properties and pharmacological insights into new therapeutic developments. *Cell Biochemistry and Function,* 2020. № 39 (1). P. 10–28.
11. Ismail AA. SARS-CoV-2 (Covid-19): A short update on molecular biochemistry, pathology, diagnosis and therapeutic strategies. *Annals of Clinical Biochemistry.* 2022. № 59(1). P. 59-64.
12. Lippi G, Plebani M. The critical role of laboratory medicine during coronavirus disease 2019 (COVID-19) and other viral outbreaks. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine.* 2020. № 58(7). P. 1063–9.
13. Rao G. H. R.. Biomedicine in the covid age: Opportunities, responses, and challenges. *International Journal of Biomedicine,* 2021. №11(3). P. 241-249.

Шафранюк В.П.

Термоелектричне охолодження анодів рентгенівських (полюєвих) трубок

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

shafranyuk.v@bsmu.edu.ua

У рентгенівському приладобудуванні охолодження анодів рентгенівських трубок проводиться в основному рідинним охолодженням, але на практиці трапляються випадки розгерметизації системи. Також широко використовується спосіб охолодження природною конвекцією трансформаторним маслом, коли теплота передається потоком теплоносія до холодної плити. Ці методи мають певні недоліки, а саме: низький рівень теплопередачі, що призводить до перегріву анодів.

У даній роботі пропонується новий метод охолодження анодів рентгенівських трубок за допомогою термоелектричного охолоджувача, виготовленого з термоелектричного матеріалу на основі Bi_2Te_3 при забезпеченні площі охолоджуваної площадки $8 \times 8 \text{ мм}^2$. Електроізоляційна пластина виготовлена з оксиду алюмінію товщиною 1 мм. Відведення тепла проводилось на мідну пластину корпусу рентгенівської трубки.

Проведено експериментальне дослідження термоелектричного охолоджувача для різних анодів рентгенівських трубок, які використовуються в рентгенівських установках ДРОН-3М.

Порівняльний аналіз існуючих способів охолодження встановлює, що використання термоелектричного охолоджувача дозволяє збільшити потужність рентгенівських трубок, а також дає можливість неперервно працювати і підвищувати надійність. Таке використання термоелектричного охолоджувача замість відомих зменшує масу і розміри рентгенівського джерела.

ВПЛИВ ТЕХНОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

UDC : 577.175.3:612.014.44:613.81-099

Davydova N.V., Salekhi D.D.

Influence of Constant Lighting on Free Radical Oxidation of Biomolecules in Rats Exposed to Ethanol Intoxication

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

davydova.nataliia@bsmu.edu.ua

Abstract. The aim of the research *was* to investigate the effects of constant lighting on oxidative stress biomarkers malonic aldehyde (MA) and oxidatively modified proteins (OMP) in blood and liver of rats exposed to alcohol intoxication. It was revealed that ethanol poisoning resulted in increase in MA and OMP, and liver was the most affected (by 90% and 42% higher than control). The increase in MA and OMP in the liver of rats exposed to combination of alcohol intoxication and constant light was more significant (by 139% and 88% above control respectively) than in alcohol treated animals kept under normal light conditions.

Key words: ethanol, caffeine, light exposure, melatonin, rats.

Introduction. In the 80's of last century WHO experts established an approximate ratio of various factors in ensuring the health of modern people, identifying four main factors. It was shown that more than 50% of human health depends on living conditions and lifestyle (the rest of the impact is divided between heredity (20%), the environmental conditions (20%), and health care (10%). [7]. Thus, the diseases of modern people are primarily due to their lifestyle and daily behavior.

Modern society under the influence of new technologies and globalization ignores the systemic biorhythmic organization formed during evolution [7]. Light accompanies a human almost around the clock. Natural change of daylight by night darkness is almost inaccessible for the people from the big cities. Night shift, flights with changing time zones, active night life of modern man contribute to the violation of circadian rhythms, reducing the duration of sleep, especially its darkness period [5]. Many studies [6] showed an increased risk of serious diseases caused by light disorders.

According to WHO, alcohol abuse contributes to three million deaths per year globally and millions of people's disabilities and organ damage. Reduction of lifespan due to alcoholism is more

significant than that due to cardiovascular diseases. The combination of health, psychological and social problems associated with alcoholism and alcohol abuse is a major public health problem [4].

Numerous laboratory and clinical studies have shown that the basis of ethanol toxic effects is the activation of biomolecules free radical oxidation [1]. Ethanol detoxification occurs mainly in the liver with the formation of acetaldehyde and associated with increased generation of free radicals, free radical oxidation of unsaturated fatty acids, proteins, nucleic acids, depletion of antioxidant reserves, which defines the concept of oxidative stress and leads to irreversible molecular changes in cells [1].

The aim of research was to investigate the effects constant lighting on oxidative stress biomarkers malonic aldehyde (MA) and oxidatively modified proteins (OMP) in blood and liver of rats exposed to alcohol intoxication,

Materials and methods. The study was performed in compliance with the Rules of the work using experimental animals (1977) and

JE), as well as “Bioethical expertise of preclinical and other scientific research performed on animals” (Kyiv, 2006).

Experiments were performed on 30 male Wistar rats weighing 180-200 g which were randomly grouped and kept in polycarbonate cages (3-4 rats per cage) in a room under controlled environmental condition (temperature 21 ± 1 °C and 12:12 h light/dark cycle, with lights on 8:00 a.m.). Animals received food and water ad libitum.

Subacute alcohol intoxication was induced by intragastric administration 40 % ethanol at a dose of 7 ml/kg of body weight for 7 days. The control group of animals received equivolume amount of water. The light exposure was caused by a constant fluorescent light of 1500 lux intensity for 24 hours a day.

Rats were randomly assigned into groups: group 1 - control; group 2 - induced subacute alcohol intoxication; group 3 - alcohol intoxication + constant light exposure.

Animals were decapitated under light ether anesthesia on the 7th day after beginning of the experiment. Blood samples were collected in presence of anticoagulant EDTA (1 mg/ml of blood). Erythrocytes were washed three times with five volumes of saline solution and centrifuged at 3000 rpm for 10 min and used for the determination of 2-thiobarbituric acid reactive substances. Blood plasma was used to measure oxidative protein modification.

The liver samples were excised, minced, rinsed with cold 50 mm Tris-HCl buffer (pH=7.4) to remove blood, and homogenized in a glass homogenizer with a motor-driven Teflon pestle on ice to prepare 5 % homogenates. The homogenates were centrifuged for 10 min at 900g.

Malonic aldehyde (MA) content was assayed in erythrocytes, liver homogenates based on spectrophotometric measurement of trimethine colored complex formed in reaction with thiobarbituric acid at high temperature and acidic pH [3]. The content of oxidatively modified proteins (OMP) in blood plasma, liver and kidneys homogenates was assayed by reaction of the resultant carbonyl derivatives of amino acids with 2,4-dinitrophenyl hydrazine which results in formation of hydrazones having specific absorption spectrum [3]. The value of OMP is quantified by the number of aldehyde and ketone groups formed. Aldehydes derivatives were determined at 370 nm.

The results were statistically processed using the STATISTICA 10 software (StatSoft Inc.). A Shapiro-Wilk test was performed to verify normality of data distribution and then Mann-Whitney test was used to considered sufficient for valid conclusions to be made. Data are illustrated as mean±SEM (n=6 animals per group). P<0.05 was considered as statistically significant differences.

Results. Reactive oxygen species cause oxidation of membrane phospholipids to form fatty acid radicals, hydroperoxides, and secondary molecular products of lipid peroxidation, such as malonic aldehyde. The content of malonic aldehyde can be indirect evidence of intensity free radical oxidation in tissues.

In this study, we demonstrated that subacute ethanol stress caused an increase in malonaldehyde content in rats' blood by 38 % (table 1). The value of MA in the liver was by 90 % higher vs. control group, indicating a much greater oxidative stress in hepatocytes, which are directly involved in ethanol biotransformation.

Table 1

The content of MA and OMP in rats in terms of alcohol intoxication and its combination with constant light exposure (M±m)

Groups/ Indices	Malonic aldehyde		Oxidatively modified proteins (370 nm)	
	RBCs, nMol/ml	Liver, µMol/g tissue	Blood plasma, mMol/g protein	Liver, mMol/g protein
Control	11.6±1.2	28.0±2.5	0.76±0.06	2.16±0.11
Ethanol	16.0±1.6*	53.3±4.9*	1.07±0.08*	3.07±0.23*
Ethanol + light	18.1±2.2*	66.9±5.5*#	1.31±0.22*#	4.07±0.48*#

Note: * – statistically significant difference compared to the control group (p≤0,05);

Along with the increase in lipid peroxidation, there was an intensification of free radical oxidative modification of proteins evidenced by increase in the content of OMP aldehyde derivatives

in rats' blood plasma and liver in terms of alcohol intoxication by 40 % and 42 % vs control group, respectively.

We revealed that ethanol stress along with constant light caused a significant increase in lipid peroxidation and OMP, as evidenced by an increase in malonic aldehyde in blood, liver of rats (by 56 %, 139 % above the control) and increase in oxidatively modified proteins in blood plasma and liver of animals (by 72 % and 88 % above control, respectively). These values were significantly higher than in alcohol-treated rats under normal light conditions. The more significant free radical damage of biomolecules under the combination of alcohol intoxication with exposure to constant light is probably due to a inhibition of melatonin synthesis by constant light.

Melatonin is a pineal hormone that regulates biological rhythms. The hormone production is regulated by light period, time of year, ambient temperature and the Earth's electromagnetic field [5]. Its serum concentration at night is 30 times higher than during the day, and the peak of activity occurs at 2 o'clock at night. The maximum synthesis of melatonin is observed in young people, with age it gradually decreases until cessation in old age [2]. Melatonin is one of the most powerful endogenous antioxidants present in all cellular structures, including the nucleus. The antioxidant activity of melatonin has been proven for many free radical pathologies [2, 5]. Numerous studies have shown that melatonin is capable of scavenging free radicals and protecting tissues from damage by various toxic agents and processes such as herbicides, carcinogens, bacterial lipopolysaccharides, ischemia, and ionizing radiation.

Conclusion. Thus, ethanol intoxication and its combination with light exposure has led to a significant increase in free radical oxidation of biomolecules, which confirms the development of oxidative stress due to these factors. The combination of ethanol administration with constant lighting potentiated the toxic effects of ethanol on the liver, resulting in a greater increase in malonic aldehyde and oxidatively modified proteins in the liver compared to animals treated with ethanol alone.

References

1. Birková A. Hubková B. Cižmárová B. Bolerázska B. Current view on the mechanisms of alcohol-mediated toxicity. *Int. J. Mol. Sci.* 2021 Sept 7;22(18):9686.
2. Cipolla-Neto J, Amaral FG, Melatonin as a hormone: new physiological and clinical insights. *Endocrine Reviews.* 2018 Dec;39(6):990–1028.
3. Davydova NV. The biochemical mechanisms of antioxidative action of the *Rhodiola rosea* extract [dissertation]. Kyiv, Ukraine;2004. 148 p.
4. Developing a global action plan to reduce the harmful use of alcohol. World Health Organization: Newsroom; 2020 [updated 2020 Nov 16]. Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/alcohol/alcohol-action-plan/volume-i-received-submission-to-the-working-document.pdf?sfvrsn=6529388c_13

5. Galano A, Reiter RJ. Melatonin and its metabolites vs oxidative stress: from individual actions to collective protection. *J Pineal Res.* 2018 June 5;65(1):e12514.
6. Onaolapoa JO, Onaolapob YA, Akanmuc AM. Caffeine and sleep-deprivation mediated changes in open-field behaviours, stress response and antioxidant status in mice. *Sleep Science.* 2016; 9: 236-43.
7. Vajner EN. *Valeologiya: Uchebnik dlya vuzov.* Minsk, Flinta; 2016. 416 p.

Karucheru Oksana

Radioactivity impact on human body

Bukovinian state medical university, Chernivtsi, Ukraine

karucheru.ksenia@bsmu.edu.ua

Energy needs worldwide are expected to increase for the foreseeable future, as they have been for the past decades [1]. It would be possible for nuclear reactors to supply much of the energy demand in a safe, sustainable manner if it was not for threat of potential releases of radioactivity. As for 2017, there are 191 nuclear atomic stations in 31 countries, with 448 energy blocks. In Ukraine four are in service - Khmelnytsky, Rivne, South Ukraine and Zaporizhzhia (temporarily occupied by russian military) power plants. They are all operated due to the protocol and protected from potential catastrophes. But in the light of possible threats of air and land attacks on nuclear stations from russian federation it is mandatory to know about the risks nuclear energy possesses.

Nuclear power plants can cause a great threat to the environment they are built at, and the lack of proper treatment may lead to a catastrophe, as it happened with Chornobyl atom station. Great amounts of radiation were released, poisoning the environment, human and animal bodies, leading to deaths, multiple DNA mutations and severe health issues. As soviet government covered it up, society had no possibility to know or do their research on the topic. That is why it is important to have a vast knowledge on radiation, nuclear energy and their impact on human body and health.

As cosmic rays are naturally present on Earth surface, there is a safe dose of radiation that every human gets exposed to normally – approximately 600 mrem per year at sea level, which differs depending on region. On the other hand, there are unnatural causes that may result on abnormally large radiation emission that may deteriorate human health. Consequently, the impact radiation has on human body heavily depend on the dose of radioactive emission and the duration of exposure. Long exposure to smaller doses can potentially be more dangerous than quick exposure to high doses. Increased length of interaction is more likely to lead to severe consequences, even though any dose of radiation higher than normal may cause great harm. For instance, smaller doses of radiation do not

cause any immediate effects, but they lead to the imminent further development of cancer. The susceptibility of different tissues or organs to radiation-induced cancer is highly variable. Some tissues have to be exposed to extremely high doses of radiation, such as several thousand rad for cancers to develop in 1 percent of the irradiated tissues, while for others the same occurs with significantly smaller doses – up to ten times. The most radiation-sensitive tissues are, in particular, the thyroid, breasts, lungs and bone marrow. Whereas as the dose is quite high, skin lesions, reduced fertility and sterility, cataracts may occur immediately on irradiated tissue, with the lethal outcome [2].

Our environment is surrounded by various mutagenic factors that may possibly lead to genetic damage, radiation being one of them. It was reported that radiation impacts not only cells that were directly exposed to it, but also ones close to irradiated cells, as mutations, micronuclei formation, chromosome breaks, and sister chromatid exchanges could occur. Epigenetic changes that occur due to radiation (such as the hypomethylation of DNA) are far more persistent than genetic mutations. Furthermore, the key sensors of DNA expression such as transposable elements are thought to be among the most sensitive genomic targets for radiation. Their activity is regulated by epigenetic mechanisms, including methylation of DNA and histone modifications. The loss of epigenetic control mainly consists in the loss of DNA methylation and changes in the chromatin structure, which result in reactivation of transposable element and insertional mutagenesis. Such effect is seen in cases of various diseases, including cancer. One of the main risks includes the accumulation of such harmful epigenetic changes, which leads to severe genome damages and instability in subsequent cell generation and potentially for such person`s offsprings [3].

All in all, exposure to unnaturally large doses of radiation poses a great threat to human health and life. With careful operation of nuclear power plants radiation leaks are successfully prevented, but Ukrainians` reality calls for awareness and vast knowledge on possible health risks due to such catastrophes.

References:

1. Cuttler, Jerry M, Myron Pollycove. Nuclear energy and health: and the benefits of low-dose radiation hormesis. Dose-response: a publication of International Hormesis Society. 2009. Vol. 7,1. P. 52-89.
2. M. Tubiana. Health Risks Due to the Use of Nuclear Energy for Electric Power Generation. 1980. Vol. 22-5.
3. Burgio E, Piscitelli P, Migliore L. Ionizing Radiation and Human Health: Reviewing Models of Exposure and Mechanisms of Cellular Damage. An Epigenetic Perspective. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2018. Vol. 15(9). P. 1-13.

Muskan Lohchab , Vlasova K.V.

Impact Of Automobiles And Vehicles On Human Health

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

muskan.lohchab.mf3@bsmu.edu.ua, cathia143@bsmu.edu.ua

The invention of motor car by “Karl Benz”, of German origin, brought many possibilities to life and gave people a new hope in the disguise of this invention. Breakthrough discoveries were made in the arena of engines from the 18th century till late 19th century. Inventions of John Barber, Eugenio and Felice and Felix Wankel paved the pathway for the modern engines and gave us the facility of easy transportation. However, these inventors would not have imagined how their inventions would one day lead to deaths of millions of people due to their own negligence. The excess manufacturing of automobiles and vehicles, especially in densely populated countries, has led to an amalgamation of environmental as well as health hazards caused by exhaust gas emissions from the exhaust pipes or propelling nozzles of these vehicles. The emissions from the exhaust pipes contain mainly gases like carbon dioxide, nitrogen oxides, unburnt hydrocarbons, sulphur dioxide, carbon monoxide, dust, soot and particulate matter (PM₁₀ & PM_{2.5}). All these components do not pose much threat until within limited amounts but can lead to various diseases in pregnant women, unborn babies, infants and adults. Long term exposure to harmful vehicle emissions especially PM_{2.5} can lead to congenital cognitive and behavioural disorders like ADHD and AUTISM in infants along with low IQ, hastened physical deformities, learning and language alterations etc. In adults, respiratory disorders and infections are a result of prolonged exposure to these obnoxious irritants of vehicle emissions. The major diseases occurring from automobile and vehicle exhaust gas are COPD (chronic obstructive pulmonary disease) which comprises chronic bronchitis and emphysema. Approximately 1/3rd of the respiratory problems caused by air pollutants fall under the category of COPD. Even COVID is seen to spread 10% faster with an enhanced 8% fatality rate when the patient is exposed to these irritants. Other major diseases and discomforts, whose causal agents are mostly exhaust gas components, are asthma, pneumonia, carbon monoxide poisoning, sulphur dioxide poisoning and lung cancer. Asthma is one of the most widespread diseases resulting from excessive production of sputum and mucous (expectoration) due to constriction of airways. Carbon monoxide is mostly a fatal condition in which the oxygen supply to the vitals is cut short due to the abnormal formation of carboxyhaemoglobin instead of oxyhaemoglobin as a result of higher affinity of CO towards haemoglobin. Pneumonia is commonly bacterial, viral or fungal in origin but in most cases, the infection is aggravated on experiencing vehicle pollutants. Lung cancer is also a common and most

dangerous effect of these. Symptoms and causes of the above-mentioned diseases are more or less similar including chest tightness, shortness of breath, low oxygen supply leading to mild to severe headaches, wheezing sound, rhinitis and inflammation of nasal sinuses. For the diagnosis of such respiratory health issues, several standardised techniques are practiced by physicians including spirometry, PFTs (pulmonary functioning tests) like peak flow test, imaging tests (X-ray and CT scans), nitric oxide tests, allergy tests, pulse oximetry and lung volume analysis tests. Bronchoscopy also comes handy while the diagnostic stage of many respiratory syndromes. As for the treatment, it may vary from person to person and as per the disease. Preventive measures are an indispensable need of the hour in order to shield ourselves and our loved ones from this vicious menace of diseases caused by vehicle exhaust fumes. Estimates show that 8.7 million people die globally due to the effects of these fumes on human air passageways. Installation of catalytic convertors in personal vehicle exhaust pipes, preferring walking or car-pooling or public transport instead of individual automobiles, growing and cultivating air purifying plants like peace lily, English ivy, snake plant, dracaena, aglaonema, weeping fig, aloe vera, bamboo palm, etc. practicing yoga especially anulom-vilom pranayama (alternate nose breathing) and using air humidifiers are the most effective preventive measures. No smoking of tobacco and marijuana comes without saying as these can lead to even worse infections in an already ill patient. In the end, it's our responsibility to protect not only public health but also our environment globally. Hence, we as individual citizens of this global community must pledge to reduce vehicle exhaust emissions by regular pollution checks and exercising the above-mentioned preventive care methodologies. We also must come up with healthier options and inventions for fuel emission control in order to prolong a healthy life of mankind as well as mother earth as Irv Kupcinec rightly said "air pollution is turning mother nature prematurely Gray."

References

1. Ogur, Eric and Kariuki, Sam Effect of Car Emissions on human health and the environment. *International journal of Applied Engineering Research*, 9 (2014): 619.
2. Wahid SMS. Automotive brake wear: a review. *Environ Sci Pollut Res Int*, 1 (2018):174-180.
3. Sisani F, Di Maria F, Cesari D Environmental and human health impact of different powertrain passenger cars in a life cycle perspective. A focus on health risk and oxidative potential of particulate matter components. *Sci Total Environ* 805 (2022):150171.

Власова О.В.

Аналіз частоти уроджених вад розвитку в районах Чернівецької області залежно від впливу ксенобіотиків

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

vlasova.olena@bsmu.edu.ua

Вступ. Перевищення кількості природжених вад розвитку за даним літератури [1-4] свідчить про патогенний вплив екофакторів малої інтенсивності на внутрішньоутробний розвиток плоду. Останнє припущення базувалось на тому, що «сторожові» природжені вади у новонароджених можна розглядати як біомаркер екологічного неблагополуччя..

Мета. Аналіз частоти уроджених вад розвитку в районах Чернівецької області залежно від впливу ксенобіотиків

Матеріал та методи. Для досягнення поставленої мети проведено аналіз загальної кількості новонароджених із уродженими вадами розвитку за період 2004-2014 років отримані в ОКУ «Чернівецький обласний інформаційно-аналітичний центр медичної статистики, інженерно-технологічного супроводу діяльності закладів охорони здоров'я області». Частоту вад розвитку за період 2010-2018 роки визначали, виходячи зі звітів оргметодвідділу КМУ ОДКЛ м. Чернівці (форма 31). Частоту виявлених уроджених вад розвитку мертвонароджених і плодів за період 2004-2014 років вираховували згідно протоколів розтину в ОКМУ «Патолого-анатомічне бюро» м. Чернівці.

Виходячи з еколого-геохімічної характеристики районів Чернівецької та Хмельницької областей, яка здійснювалася за єдиними критеріями оцінки забруднення ґрунту, водних ресурсів та атмосферного повітря антропо-техногенними поліютаантами [5,6], проведене картування місць постійного проживання батьків. При співставленні місцевих показників до середніх в усіх районах областей отримано коефіцієнти (КЕР), які дозволяли оцінити екологічне благополуччя даних районів. При цьому, згідно рекомендацій [7,8], екологічна характеристика ґрунту, води і повітря оцінювалася сприятливо за величини коефіцієнта $< 2,0$ та несприятливо, коли він перевищував значення $\geq 2,0$.

Результати досліджень. Відмічено, що за умови помешкання батьків у районах екологічного неблагополуччя ($КЕР \geq 2,0$), частота вад розвитку у їх новонароджених становила 48,0%, а загальна кількість таких вад – 50,36%. У випадку проживання батьків у більш сприятливій екологічній обстановці ($КЕР < 2,0$) частота вад розвитку становила відповідно 36,3% та 39,0% ($p < 0,05$). Співвідношення шансів (СШ) формування вроджених вад розвитку

у новонароджених, батьки яких постійно проживали в зонах екологічного ризику, відносно групи порівняння становило 1,62 (95%ДІ: 1-2,6), а для загальної їх кількості ВШ-1,59 (95%ДІ: 1-2,8).

Слід відмітити, що частота виявлення вад розвитку у районах області була значно меншою, ніж в обласному центрі. Так, в середньому вади розвитку у народжених живими в районах області траплялись у 41,46%, а загальна їх кількість становила 43,42%. У м. Чернівці така частота вад розвитку відповідно становила 78,7% та 79,0% випадків ($P > 0,05$).

Нами проведений аналіз формування вад розвитку у дітей м. Чернівці з «фатальними» вадами розвитку, тобто які були причиною смерті в ранньому неонатальному періоді або мертвонароджуваності залежно від геохімічної характеристики місць проживання їх батьків. Відмічено, що у випадку проживання батьків у місцях з несприятливою екологічною характеристикою в їх новонароджених дітей за період 2004-2014 рр. подібні вади були виявлені у 90 випадках, а при постійному їх проживанні у місцях зі сприятливою екологічною характеристикою – лише у 27 випадках. Відносна частота виникнення таких вад розвитку становила відповідно 2,97% та 0,89% ($P < 0,05$). При цьому співвідношення шансів формування таких вад розвитку у місцях із несприятливою екологічною характеристикою відносно сприятливих умов проживання становило 3,41 (95%ДІ: 0,31-37,0).

Попри те, що структура фатальних вад розвитку у дітей суттєво не залежала від геохімічних характеристик місць проживання їх батьків, більшість даних аномалій розвитку траплялися в місцях підвищеного вмісту у ґрунті сполук важких металів. Так, у випадку проживання батьків померлих дітей у місцях, де коефіцієнт забруднення ґрунту важкими металами перевищував порогове значення ($\geq 2,89 \pm 0,05$ у.о.), «фатальні» вади серця реєструвалися з частотою 1,6%, аномалії розвитку ЦНС – 1,4%, множинні вади розвитку – у 1,33%. У місцях зі сприятливою геохімічною обстановкою дані вади розвитку траплялися з частотою 0,2%, 0,6% та 1,33% спостережень відповідно ($P < 0,05$).

Висновок. Наведені дані дають підстави вважати, що ризик формування більшості вад розвитку у дітей, батьки яких тривало проживали в районах області з несприятливою екологічною характеристикою, був вищим. При тривалому проживанні батьків у м. Чернівці відносно районів області відмічено вірогідний ризик формування аномалій кістково-м'язової системи, шлунково-кишкового тракту і серцево-судинної системи.

Список використаних джерел:

1. Кочерга ЗР, Швець ЛС, Косило НВ. Особливості пероксидного окиснення білків та активності ферментів глутатіонової системи у новонароджених різних екологічних зон Івано-Франківської області. Світ медицини та біології. 2017;4:139-44. doi: [10.26724/2079-8334-2017-4-62-139-144](https://doi.org/10.26724/2079-8334-2017-4-62-139-144)
2. Lee D-H, Jacobs Jr DR. New approaches to cope with possible harms of low-dose environmental chemicals. J Epidemiol Community Health. 2019;73:193-7. doi: [10.1136/jech-2018-210920](https://doi.org/10.1136/jech-2018-210920)
3. Sakamoto M, Yasutake A, Domingo JL, Chan HM, Kubota M, Murata K. Relationships between trace element concentrations in chorionic tissue of placenta and umbilical cord tissue: potential use as indicators for prenatal exposure. Environ Int. 2013;60:106-11. doi: [10.1016/j.envint.2013.08.007](https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.08.007)
4. Holmes P, James KA, Levy LS. Is low-level environmental mercury exposure of concern to human health? Sci Total Environ. 2009;408(2):171-82. doi: [10.1016/j.scitotenv.2009.09.043](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.09.043)
5. Сарчинська ТГ, редактор. Статистичний щорічник Чернівецької області за 2017 рік. Чернівці; 2018, с. 225-329.
6. Хамська ЛО, редактор. Статистичний щорічник Хмельницької області за 2017 рік. Хмельницький; 2018, с. 190-294.
7. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 639 від 10.12.2008р. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0048-09#Text>
8. Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 171 від 27.10.1997р. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98#Text>

УДК 628.98

Куліш М.Р.¹, Малиш М.І.²

Вплив інфрачервоного лазерного випромінювання на організм людини під час космічного зв'язку

¹ Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ, Україна, ²

Національний транспортний університет, Київ, Україна,

n_kulish@yahoo.com, M_Malysh@ukr.net

Анотація. На основі аналізу властивостей зв'язку супутників із земними станціями, спектрів земної атмосфери, впливу інфрачервоного випромінювання на організм людини зроблено висновок, що передачу інформації доцільно вести з допомогою джерел, випромінювання яких відбувається на довжинах хвиль середнього інфрачервоного діапазону. Оптимальним джерелом випромінюванням можуть служити каскадні лазери.

Ключові слова: організм людини, супутник, інфрачервоне випромінювання.

Вступ. Зазвичай зв'язок між супутниками та земними станціями відбувається на радіочастотах. У даний час ведуться інтенсивні дослідження спрямовані на заміну радіочастотного обміну інформацією на оптичні (лазерні) методи [1]. У силу розбіжності оптичного сигналу опромінюються не лише земні станції, а й навколишнє середовище. Це означає, що люди попадають під дію лазерного випромінювання, яке може шкодити або сприяти здоров'ю людини в залежності від потужності та довжини хвилі випромінювання [2,3]. При виборі лазера для космічного зв'язку потрібно враховувати крім дії його випромінювання на організм людини, вплив атмосфери на розповсюдження цього випромінювання.

Мета дослідження: встановлення типу лазера для космічного зв'язку, дія якого позитивно впливатиме на організм людини.

Матеріали і методи. Дослідження ґрунтується на аналізі літературних даних про дію лазерного випромінювання на організм людини, особливості проходження випромінювання крізь атмосферу Землі, параметри лазерів.

Основна частина. Навколо Землі рухаються супутники на різних стаціонарних орбітах (табл. 1), опромінюючи земну поверхню і людей на ній.

Таблиця 1

Лазерне опромінення поверхні Землі

Параметр	ГЗО	СЗО	НЗО	ВЕО
Висота *, км	35900	500 – 12000	До 2000	У перигеї – 500, в апогеї – 40 000
Число супутників	3	До 10	50 – 200	Мала кількість
Радіус **, км	35,9	0.5 – 12	2	У перигеї – 0.5, в апогеї – 40

Примітки: ГЗО (геостаціонарна земна орбіта), СЗО (середньоземна орбіта), НЗО (низькоземна орбіта) і ВЕО (високоеліптична орбіта). *Висота відносно поверхні Землі. ** Радіус п'ятна на поверхні Землі для кута розходження випромінювання лазера 2 мрад без урахування компенсаційних метолів зменшення розбіжності пучка.

Мінімальний вплив атмосфери на якість зв'язку буде під час передачі сигналів на довжинах хвиль, що лежать у ділянці вікон прозорості атмосфери (рис. 1) [4].

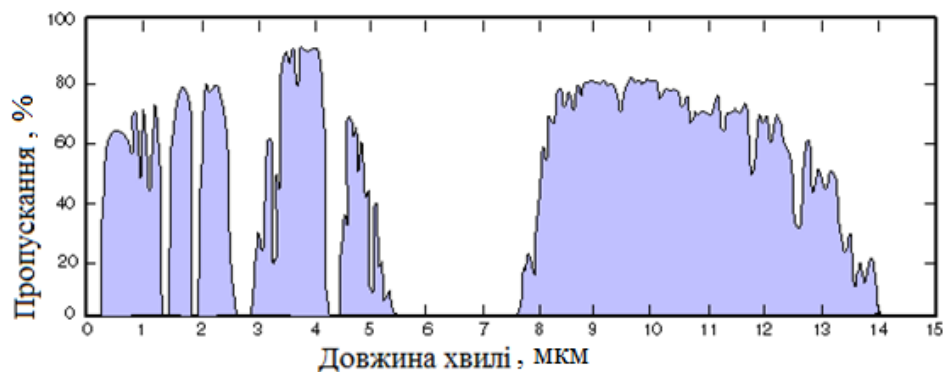


Рис.1. Спектр пропускання сонячного випромінювання атмосферою Землі. Кольором позначені вікна прозорості атмосфери Землі [4].

Згідно з рис.1 вікна прозорості знаходяться у видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах, а саме між 0,2 та 5,5 мкм та в інфрачервоному діапазоні між 8 і 13,4 мкм. При обміні інформацією між супутниками атмосферні ефекти стають помітними під час перебування космічних кораблів на висотах орбіт менших 120 км, а при обміні інформацією з наземними станціями завжди на якість оптичного зв'язку впливає атмосфера.

На рис. 2 наведено типовий спектр поглинання випромінювання організмом людини. Видно, що в ультрафіолетовому діапазоні, в основному, світло поглинають вода, білки, гемопротейни, меланін. Величина коефіцієнта поглинання залежить від довжини хвилі випромінювання [5]. У видимому діапазоні поглинає меланін. У середній та дальній інфрачервоній ділянках спектру енергія поглинутих квантів світла витрачається на переведення молекул води у збуджені обертальні та коливальні стани.

Тіло людини випромінює в області 10-12 мкм [6]. Будь-яке зовнішнє випромінювання з такими довжинами хвиль організм людини сприймає як своє власне і поглинає його. У результаті дії зовнішнього інфрачервоного випромінювання покращується циркуляція крові, збільшується швидкість окисно-відновлювальних процесів, покращується самопочуття людини.

З аналізу даних про дію інфрачервоного випромінювання на організм людини можна виділити наступні переваги: пригнічується зростання ракових клітин; знищуються деякі види вірусу гепатиту; відбувається нейтралізація шкідливого впливу електромагнітних полів; лікується дистрофія; підвищується кількість інсуліну, що виробляється у хворих на діабет; нейтралізуються наслідки радіоактивного опромінення; лікується або значно покращується

стан при псоріазі; покращується кровообіг в організмі; зігрівається тіло людини; руйнуються сполуки зі шкідливими металами, опромінення допомагає виводити їх із організму; припиняється поширення шкідливих мікробів та грибків в організмі; покращується обмін речовин в організмі людини; лікування гострих та хронічних захворювань прискорюється завдяки посиленню здатності організму до самовилікування.

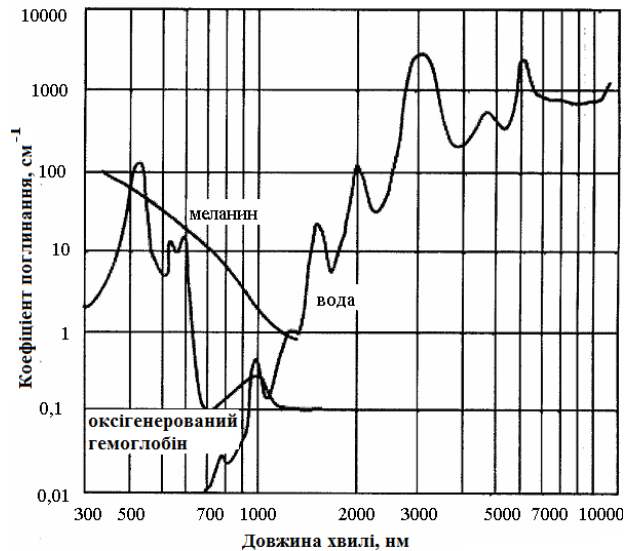


Рис. 2. Спектри поглинання основних хромофорів біотканин [5].

Завдяки інтенсивному прогріву організму стимулюються метаболічні процеси, зупиняється розмноження патогенних вірусів та бактерій, стимулюється підвищена активність здорових частин тіла та органів, активізуються можливість самовилікування та сила опірності організму.

Дискусія. У даний час ведуться чисельні дослідження, спрямовані на знаходження шляхів заміни радіочастотних принципів космічного зв'язку оптичними методами. Спільний аналіз стану земної атмосфери, дії випромінювання на організм людини, спектрів поглинання випромінювання організмом людини дозволяє зробити висновок, що для передачі інформації із супутника на Землю бажано використовувати джерела, що генерують випромінювання у середньому інфрачервоному діапазоні спектра. Найкраще для цієї мети підходять каскадні лазери, які генерують випромінювання у середній інфрачервоній ділянці з величиною потужності до 20 Вт. Реєстрація потоків випромінювання цих лазерів може здійснюватися кадмій-ртуть-телуровими детекторами.

Висновок. Показана принципова можливість використання лазерів у середньому інфрачервоному діапазоні для здійснення передачі інформації із супутників на Землю.

Встановлено, що при оптимальному виборі довжини хвилі передавача його випромінювання покращуватиме стан здоров'я людини.

Список використаних джерел

1. J.M. Kahn, and J.R. Barry. Wireless Infrared Communications // Proceedings of the IEEE, Vol. 85, No. 2, February 1997.
2. В.А. Серебряков. Лазерные технологии в медицине // ИТМО Санкт–Петербург. 2009.
3. Т. Г. Гришачева. Сравнительный анализ эффектов фотосенсибилизаторов на сосуды микроциркуляторного русла // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Санкт-Петербург. 2019.
4. M.R. Kulish, M.I. Malysh. Optical space communication. Review // SPQEO, 25 (1), P. 068-075 (2022).
5. Е.А.Шахно. Физические основы применения лазеров в медицине. // СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 129с. <https://studfile.net> › preview.
6. W.L. Yu, Z. Wang and L. Jin. "The experiment study on infrared radiation spectrum of human body". Proceedings of 2012 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics, 2012, pp. 752-754.

УДК: 620.3:613/.614:504

Олар О.І.

Нанотехнології: ризики для здоров'я людини та довкілля

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

olena.olar@bsmu.edu.ua

Анотація. Розглянуто основні напрямки використання нанотехнологій та потенційний вплив синтезованих наноматеріалів на здоров'я людини та забруднення довкілля.

Ключові слова: нанотехнології, наноматеріали, ризик для здоров'я, забруднення довкілля, нанозабруднення.

Сьогодні нанонауки зазнають величезних інвестицій у всьому світі, зростає кількість споживчих товарів, які спираються на нанотехнології. Нові властивості звичайних матеріалів, які спостерігаються лише в нанорозмірах знайшли своє комерційне застосування. Ідентифікація та уніфікація властивостей більшості наноматеріалів (НМ) чітко окреслила сфери їх застосування: матеріалознавство, інженерія, енергетика, електроніка, автомобілебудування, будівництво, сільське господарство, інформаційні та комунікаційні технології, легка та косметична промисловість, охорона довкілля, охорона здоров'я та ін.

Унікальні властивості наночастинок (НЧ) стали рушійною силою їх широкого використання в біомедичній галузі. Висока фотостабільність, значні квантовий вихід та коефіцієнт поглинання в широкому спектральному діапазоні дозволили отримати молекулярну візуалізацію. Наприклад, *in vivo* НЧ можна використовувати як зонди, приєднуючи їх до молекул білків, антитіл та нуклеїнових кислот; НЧ можна використовувати як засіб для відображення та кількісної оцінки молекулярних реакцій в організмі та ін.) [1-3].

Окремим і перспективним також виявився напрям спрямованої доставки і покращеної біодоступності лікарських препаратів. Цікавим потенційним використанням НЧ при лікуванні раку є дослідження специфічних для пухлини термічних скальпелів для нагрівання та спалення пухлин. Недавні дослідження показали, що наночастинок золота, які використовуються як фототермічні агенти в фототермічній терапії, можуть стати альтернативою традиційному лікуванню. Цей великий потенціал пояснюється їх здатністю селективно накопичуватися в раковій тканині, ефективно поглинати ближнє інфрачервоне світло і вбивати ракову тканину, не завдаючи шкоди навколишнім клітинам [4].

Окремої уваги також заслуговують косметологічні засоби. Наносистеми забезпечують вигідне проникнення в шкіру та ефективний профіль вивільнення інгредієнтів, що сприяє чудовим технологічним та косметичним ефектам. Наприклад, НЧ золота та срібла, оксиду цинку та оксиду титану мають суттєві протигрибкові, антибактеріальні та протизапальні властивості і використовуються в сонцезахисних та антивікових кремах та засобах догляду за волоссям, дезодорантах, ліках від опіків, зубних пастах, безрецептурних продуктах місцевого застосування та ін. [5-6].

Хоча переваги нанотехнологій безсумнівні, обговорення потенційних наслідків їх широкого використання тільки почало набирати обертів.

Сьогодні, із розвитком і комерціалізацією програм нанотехнологій, потенціал впливу НЧ та необроблених НМ на людину буде тільки зростати. Шкода здоров'ю та забруднення навколишнього природного середовища – основні напрямки вивчення та наукового обґрунтування оцінки ризиків. Для оцінки ризику важливо враховувати як частоту події, так і ступінь небезпеки. Зазвичай виділяють дві категорії ризиків: відомі та потенційні. І якщо для відомих, для яких встановлені причинно-наслідкові зв'язки, можлива профілактика або усунення негативних наслідків, для потенційних – не завжди зрозумілий ступінь небезпеки і об'єм запобіжних заходів, які потрібно вжити.

Більшість досліджень, які проводяться сьогодні зі штучно синтезованими НМ зосереджені на ідентифікації їх властивостей та пов'язаних з цим методів вимірювання,

оскільки розуміння фізичних та хімічних властивостей НЧ можливе лише за умови надійної методології вимірювання. Але велика різноманітність НМ, численні варіації в межах конкретних типів НЧ (наприклад, існує багато різних нанорозмірних форм вуглецю: частинки сажі, фулерени, одностінні вуглецеві нанотрубки, багатостінні вуглецеві нанотрубки, вуглецеві нановолокна, тощо) та складності, які виникають для забезпечення адекватного тестування кожного окремого типу НЧ значно ускладнює можливість їх стандартизації. А це в свою чергу ускладнює підбір адекватних *in vitro* методик для стандартизованого тестування *in vivo* та достатність репрезентативного дослідного матеріалу для систематизації ризиків для здоров'я людей і небезпеки для довкілля. Комплексних досліджень у цьому напрямку небагато [7-8].

Для людини рівень небезпеки та токсичність НМ, що синтезуються, залежить від цілого ряду умов як у професійному (окремої уваги заслуговують умови функціонування науково-дослідних лабораторій, виробничих приміщень, в яких синтезуються, обробляються, використовуються, утилізуються або переробляються НМ), так і споживчому середовищі: з одного боку - фізико-хімічні властивості НМ (хімічний склад, поверхневі властивості, покриття, структура, розмір, здатність до агрегації, тощо), з іншого – ступінь та тривалість взаємодії, шляхи потрапляння, сукупність додаткових чинників, ін.

НМ можуть потрапляти в організм різними шляхами: інгаляцією, трансдермально, ін'єкцією або імплантацією в залежності від виду діяльності людини та продукту, який містить НЧ, відповідно різнитимуться й ефекти, які вони спричиняють та відповідь на їх присутність структур організму.

Наприклад, вдихання наддрібних частинок (не поєднане з біомедичним застосуванням) ініціює безпосереднє пошкодження легеневої тканини і викликає запалення легенів. На ступінь цитотоксичності впливають форма і розмір частинок, а також їх концентрація. Виявлено, наприклад, що пластинчасті та голчасті НЧ викликають загибель більшої частини клітин, ніж сферичні та паличкоподібні НЧ [9], запалення та апоптоз клітин викликаний наностержнями більш виражений ніж для нанопластин [10], в залежності від концентрації Zn в металевих або оксидних НЧ після інгаляції спостерігаються біль у горлі, стиснення в грудях, головний біль, лихоманка та озноб [11].

Також на ступінь токсичності впливають ступінь розчинності НМ: наноматеріали з низькою розчинністю або деградацією можуть легко накопичуватися в біологічних системах і зберігатися там впродовж тривалого часу [12].

Структура легенів також впливає на ступінь токсичності НЧ через відмінності будови клітинних шарів і механізмів очищення різних ділянок легенів. Накопичені НЧ у легеневиx альвеолах можуть згодом проникати в кровоносні судини, що призводить до розвитку серцево-судинних та інших захворювань пов'язаних з можливістю досягнення інших органів [13]. Дослідження *in vivo* на мишах продемонстрували накопичення в крові та печінці широкого діапазону розмірів НЧ золота (діаметр 2–200 нм), які потрапили інгаляційно, причому локація була помітно більшою для частинок діаметром менше 10 нм. Очевидно, що потрапляння вдихуваних НЧ у системний кровообіг і накопичення в місцях запалення судин забезпечує прямий механізм, який може пояснити зв'язок між НЧ, що перебувають у довкіллі та серцево-судинними захворюваннями. Дослідження також показали, що розмір НЧ особливо впливає на секвестрацію імунними клітинами та швидкість елімінації з кровотоку [14].

Небезпека трансдермального потрапляння, особливо характерного при використанні косметичних засобів криється в тому, що не всі косметичні продукти потребують клінічних випробувань, але містять максимальну кількість компонент з НЧ, які можуть викликати еритему; НЧ кобальту та хрому, наприклад, перетинають шкірний бар'єр та пошкоджують фібробласти.

Навколишнє природне середовище може піддаватися впливу синтезованих НМ на всіх етапах їх життєвого циклу: виробництво сировини, транспортування та зберігання, промислове використання (включаючи переробку та/або торгівлю), споживче використання, утилізація відходів (включаючи обробку відходів, захоронення та відновлення). Щоб визначити ступінь впливу на довкілля, необхідно зрозуміти їх поведінку в ньому. Але до цього часу кількість досліджень обмежена, а фундаментальні механізми впливу все ще не зрозумілі.

Тривалість перебування НМ у повітрі може підпорядковуватися законам дифузії в газах. Зазвичай вважається, що частинки в нанорозмірі ($d < 100$ нм) мають менший час перебування в повітрі, порівняно з частинками середнього розміру ($100 \text{ нм} < d < 2000$ нм), оскільки вони швидко агломерують у набагато більші частинки та осідають на землю), але для НМ з антиагломератним покриттям час їх перебування в повітрі неможливо передбачити.

Багато частинок нанорозміру є фотоактивними, але досі невідомо, чи сприйнятливі вони до фотодеградації в атмосфері. НМ також демонструють високі коефіцієнти поглинання і багато з них можуть діяти як каталізатори. Однак, наразі немає інформації про взаємодію між НМ і хімічними речовинами, які вони поглинають, і про те, як ця взаємодія може вплинути на хімію атмосфери.

У воді НМ меншої маси зазвичай осідають на дно повільніше, ніж більші частинки того ж матеріалу. Однак, завдяки своєму високому відношенню площі поверхні до маси вони легко сорбуються на частинках ґрунту та осаду і, отже, більш схильні до видалення з товщі води. Але питання дослідження їх подальшого впливу залишається відкритим. Деякі НМ можуть бути схильні до біотичної та абіотичної деградації, що також може видалити їх із товщі води. Проте є НМ, які можуть стабілізуватися у водних розчинах. Було виявлено, що фулерени спонтанно утворюють нерозчинні, щільні водні колоїди нанокристалічних агрегатів і залишаються у водній фазі протягом тривалого часу. Інша відома взаємодія, яка може уповільнити видалення наночастинок із товщі води, — це поглинання гумінової кислоти. Мікрошари морської поверхні, що складаються з компонентів, багатих ліпідами, вуглеводами та білками, разом із колоїдами, які є в природі, що складаються з гумінової кислоти, можуть прикріплювати НМ до своїх поверхонь і транспортувати їх на великі відстані.

Поведінка НМ в ґрунтових середовищах може сильно відрізнятись в залежності від фізико-хімічних характеристик останніх. Деякі НМ можуть сильно сорбуватися на частинках ґрунту та ставати повністю інертними та нерухомими. З іншого боку, якщо НМ не сорбуються в матриці ґрунту, вони можуть показати навіть більшу рухливість, ніж більші за розміром частинки, оскільки їхній малий розмір може дозволити їм легко рухатися через пори між частинками ґрунту. Після геотрансформації НМ поглинатися рослинами, створюючи потенційну загрозу для здоров'я людини шляхом передачі в харчовому ланцюгу [15].

ВООЗ вже визначила низку наслідків для здоров'я від впливу НЧ, але ступені ризику і положення та політика, ще не сформульовані. На рівні з тепловим, шумовим, радіаційним, електромагнітним та ін., з'явився новий вид забруднення довкілля – нанозабруднення. Ще не запроваджені норми щодо використання нанопродуктів (косметика, ліки, імпланти, упаковка харчових продуктів, різні покриття, нанодобрива та ін.), але нанотехнологічне співтовариство потребує нових способів оцінки небезпек і факторів ризику, правил захисту при роботі з НМ і правил утилізації цих матеріалів після завершення експериментів, як важливої складової у попередженні нанозабруднення, а відповідно ризиків для здоров'я людини та екосистеми.

Впродовж останніх років було запропоновано кілька дослідницьких стратегій, які сприяли розробці комплексу заходів, щодо безпечного поводження з окремими НМ і нанотехнологіями загалом і деякі підходи для боротьби з потенційними ризиками внаслідок використання синтезованих НМ [16].

Список використаних джерел

1. Kokkinos C. Electrochemical DNA Biosensors Based on Labeling with Nanoparticles *Nanomaterials*. 2019. 9. 1361. <https://doi.org/10.3390/nano9101361>.
2. Kadkhoda J., Akrami-Hasan-Kohal M., Reza Tohidkia M., Khaledi S., Davaran S., Aghanejad A. Advances in antibody nanoconjugates for diagnosis and therapy: A review of recent studies and trends. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021.185. 664-678. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.191>.
3. Lores-Padin A., Menero-Valdes P., Fernandez B., Pereiro R., Nanoparticles as labels of specific-recognition reactions for the determination of biomolecules by inductively coupled plasma-mass spectrometry, *Analytica Chimica Acta*. 2020. 1128. 251-268. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.07.008>.
4. Sabrina N. Saiphoo, Cassidy M. Rose, Alexander T. Dunn, Dwji J. Padia and Muhammad H. Hasan Comparison of Four Common Gold Nanoparticles for Photothermal Cancer Therapy: A Review *International Journal of Engineering Materials and Manufacture*. 2020. 5(4). 116-129. <https://doi.org/10.26776/ijemm.05.04.2020.02>.
5. Santos A.C., Morais F., Simões A. et al. Nanotechnology for the development of new cosmetic formulations. *Expert Opinion on Drug Delivery*. 2019. 16(4). 313-330. <https://doi.org/10.1080/17425247.2019.1585426>
6. Subramaniam V. D., Prasad S. V., Banerjee A. et al. Health hazards of nanoparticles: understanding the toxicity mechanism of nanosized ZnO in cosmetic products. *Drug and Chemical Toxicology*. 2019. 42. 84-93. <https://doi.org/10.1080/01480545.2018.1491987>.
7. Hristozov D., I. Malsch Hazards and Risks of Engineered Nanoparticles for the Environment and Human Health. *Sustainability* 2009, 1 1161-1194. <https://doi.org/10.3390/su10411161>.
8. Warheit D.B Hazard and risk assessment strategies for nanoparticle exposures: how far have we come in the past 10 years? *F1000Research* 2018, 7:376. <https://doi.org/10.12688/f1000research.12691.1>.
9. Zhao X.; Ng S.; Heng B. C.; et al. Cytotoxicity of hydroxyapatite nanoparticles is shape and cell dependent. *Arch. Toxicol.* 2013, 87, 1037 -52.
10. Dong L., Tang S., Deng F., Gong Y., Zhou J., Liang D. et al. Shape - dependent toxicity of alumina nanoparticles in rat astrocytes. *Sci. Total Environ.* 2019. 690:158 -166. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.532>.
11. Gordon, T.; Chen, L.; Fine, J.; Schlesinger, R.; Su, W.; Kimmel, T.; Amdur, M. Pulmonary effects of inhaled zinc-oxide in human-subjects, guinea-pigs, rats, and rabbits. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1992, 53, 503-509.
12. The appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies / Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. URL: https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_003b.pdf.
13. Nho R.. Pathological effects of nano-sized particles on the respiratory system. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 2020. 102242. [doi:10.1016/j.nano.2020.102242](https://doi.org/10.1016/j.nano.2020.102242)
14. Miller, M.R.; Raftis, J.B.; Langrish, J.P.; McLean, S.G.; Samutrtai, P.; Connell, S.P. et al. Inhaled Nanoparticles Accumulate at Sites of Vascular Disease. *ACS Nano*. 2017,11, 4542 - 4552. <https://doi.org/10.1021/acsnano.6b08551>.
15. Rajput V., Minkina T., Mazarji M. et al. Accumulation of nanoparticles in the soil-plant systems and their effects on human health. *Annals of Agricultural Sciences* 65 (2020) 137-143. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.08.001>.
16. Besha A. T., Liu Y., Bekele D. N. et al. Sustainability and environmental ethics for the application of engineered nanoparticles. *Environmental Science & Policy*. 103, 85-98. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.013>.

Сорокман Т.В.

Вплив малих доз іонізуючого випромінювання на стан здоров'я підлітків

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

t.sorokman@gmail.com

Для України головною проблемою, яка пов'язана з майбутнім держави, є збереження і зміцнення здоров'я дітей та підлітків [1]. Занепокоєння викликає різке погіршення стану фізичного та розумового розвитку покоління, що підростає, зниження рівня народжуваності й тривалості життя, зростання смертності, особливо дитячої, причиною якої є низка чинників [2]. Серед основних – фактори навколишнього середовища [3-5]. Частина населення України проживає на територіях посиленого радіоекологічного контролю внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, зокрема і студенти, які приїхали на навчання до Буковинського державного медичного університету (БДМУ) із таких територій мешкання.

Мета дослідження – оцінити стан здоров'я студентів 1-го курсу, які прибули на навчання із територій посиленого радіоекологічного контролю.

Методи. Відібрано 15 студентів із радіаційно забруднених територій віком 17-18 років зі щільністю забруднення ґрунту ізотопами цезію-137 1-5 Кі/км² (Житомирська, Рівненська та Київська області) та 15 студентів, які проживають у Чернівецькій області.

Результати. Аналіз результатів медичних оглядів студентів 1-го курсу БДМУ засвідчив, що із 750 обстежених лише 37,6% осіб були віднесені до групи здорових практично), тоді як у 62,4% студентів, тобто у переважної більшості, виявлені хронічні захворювання і потребували комплексу оздоровчо-реабілітаційних заходів. При цьому, серед осіб, котрі приїхали на навчання із територій посиленого радіоекологічного контролю – питома вага хворих ще вища – 73,3%, та відповідно знижене число здорових – 26,7%. Оцінка стану здоров'я у студентів із радіаційно-контрольованих територій мешкання, показала високу частоту патології шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної та ендокринної систем. Серед патології травної системи частіше траплялися хронічні гастродуоденіти, дисфункції жовчного міхура та підшлункової залози (73,3%). У 66,6% студентів виявлено відхилення з боку серцево-судинної системи (вегето-судинні дисфункції, артеріальна гіпертензія). Виявлено широке варіювання показників концентрації тиреоїдних гормонів (ТТГ, Т3 та Т4) у периферичній крові. За даними показниками обстежені були розділені на групи з еутиреозом, гіпертиреозом і гіпотиреозом. До цих груп увійшли особи без клінічних проявів патології щитоподібної залози. Найбільш виражені зміни показників клітинного імунітету відмічені для групи гіпотиреозу. Аналіз окремих показників ліпідного обміну показав: хронічний вплив малих доз іонізуючого

випромінювання, зумовлений проживанням на територіях, забруднених радіонуклідами, призводив до зростання рівня загального холестерину ($6,9 \pm 1,2$ ммоль/л). Рівень холестерину корелював із окремими імунними показниками, що може свідчити про його включення в компенсаторні процеси і певну роль у їх ефективності. Серед відхилень у стані здоров'я у 46,6% обстежених траплялися залізодефіцитна анемія, у 40% - харчова алергія, а також різні порушення постави.

Висновок. Встановлено негативний вплив малих доз іонізуючого опромінення на стан здоров'я підлітків. Студенти із забруднених радіонуклідами територій мають бути віднесені до груп ризику та їм рекомендуються контроль та профілактичні заходи на базі спеціалізованих оздоровчих закладів.

Список використаних джерел

1. Генфонд і здоров'я населення: значення іонізуючої радіації / А.М. Сердюк, О.І. Тимченко, О.В. Линчак, Ю.В. Бенедичук. – К.: Медінформ, 2010. – 230 с.
2. Омелянець М.І., Дубова Н.Ф., Гунько Н.В. До питання про демографічні втрати радіоактивно забруднених територій України. Демографія та соціальна економіка. – 2015. – № 2. – С. 38-46.
3. Бенедичук Ю.В. Вплив проживання на радіоактивно забруднених територіях в результаті аварії на ЧАЕС на формування вроджених вад розвитку (на моделі Житомирської області): автореф. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук : спец. 03.00.15 «Генетика» / Ю.В. Бенедичук. – К., 2010. – 21 с.
4. Богоявленська В.Ф., Харламова А.В. Особливості розвитку дітей першого року життя в умовах екологічного навантаження. Гігієна населених місць : зб. наук. пр. – К., 2012. – Вип. 59. – С. 385-389.
5. Григорьев Ю.И. Влияние радиационного и других техногенных факторов на заболеваемость. Гигиена и санитария. – 2019. – №6. – С.17-19.

Сорокман Т.В.

Поширеність пасивного куріння у студентському середовищі

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

t.sorokman@gmail.com

У світі від шкідливої звички тютюнокуріння потерпає близько 1,3 млрд людей [4]. Збільшення кількості курців серед молодого населення за останні роки викликає серйозне занепокоєння. Окрім того спостерігається омолодження першої спроби вживання тютюну: у більшості випадків – до 18 років, із них кількість дітей до 10 років становить майже 25% [5]. За невтішними прогнозами фахівців ВООЗ, за збереження існуючих тенденцій, до 2030 року тютюн щороку забиратиме життя більше 8 млн людей у цілому світі [3]. В Україні за останні

роки поширеність куріння скоротилася з 25,6% до 16,5%, тобто на 9,1 відсоткові пункти, або на 36% [1]. Головним фактором скорочення поширеності тютюнокуріння було зменшення цінової доступності сигарет [2]. Однак, кожний четвертий українець курить. Отже проблема тютюнокуріння залишається і її необхідно вирішувати. Заходи по зменшенню поширеності куріння стають особливо важливими під час сучасної пандемії коронавірусу.

Мета – за результатами анкетування встановити рівень поінформованості студентів щодо негативного впливу тютюнокуріння.

Методи. Розроблена спеціальна анкета для проведення анкетування студентів 1-го курсу Буковинського державного медичного університету, яка містила питання щодо особистого ставлення студентів до цього негативного явища, чи піддавалися вони впливу пасивного тютюнокуріння та їхньої обізнаності у негативних наслідках на здоров'я людини. Всього було анонімно проанкетовано за допомогою Google-форми 354 респондентів.

Результати. Проведене опитування свідчить, що із 354 опитаних студентів 1-го курсу 67 (18,9%) курять, 16,6% опитуваних вперше почали курити у віці до 10 років. Серед курців 33,7% становлять дівчата, решта – хлопці. Більше питань анкети торкалися пасивного куріння. Сьогодні під вплив тютюнового диму потрапляє практично кожна молода людина, принаймні кілька разів на тиждень (40,8%) або й кілька разів упродовж дня (31,2%). Частка тих, хто дуже рідко піддається пасивному курінню (поодинокі випадки упродовж року) становить 17,9%. Всі опитані студенти вважають пасивне куріння однаково небезпечним, як і активне куріння, а третина респондентів впевнені, що воно є небезпечніше, за активне. Більше половини студентів оцінили небезпеку пасивного куріння за 5-ти бальною шкалою як небезпечне, 24,2% – помірно небезпечне, 16,8% – 4,8% – мало небезпечне. Найчастіше студентам доводиться дихати чужим тютюновим димом на зупинках громадського транспорту (41,4%), у самому громадському транспорті (міжміські маршрутки) – 23,3%, у компанії друзів чи знайомих (36,2%). Проте, зауважимо, що незважаючи на наявність заборони куріння на території поблизу навчального закладу, такі випадки все ж трапляються. Частина респондентів повідомили також про факти пасивного куріння у закладах харчування, зокрема, кафе (2,14%) і розважальних закладах (дискотеках, клубах) – 9,32%. Частка респондентів, які зазнають впливу тютюнового диму у себе вдома становить 10,6%. Важливим завданням у ході дослідження було вивчення рівня знань студентства про шкідливість тютюнового диму для організму людини, ставлення студентів до проблем пасивного куріння та підходів до їхнього вирішення. Більше третини респондентів відповіли, що будуть терпіти пасивне куріння, 23,3% респондентів зроблять зауваження щодо шкідливості тютюнокуріння і вийдуть із приміщення.

Серед причин доволі частого перебування молоді у середовищі, в якому курять, переважають «за компанію» (43,5 %), не мають вибору (30,1 %), та 11,6 % респондентів самі курять. Щодо негативних наслідків, які пасивне куріння може мати на стан здоров'я людини, 80,3% респондентів назвали респіраторні, 68,8% – серцево-судинні захворювання, вади внутрішньоутробного розвитку дитини – 35,4%, безпліддя – 18,4%, карієс – 44,3%, неврологічні захворювання – 7,9% респондентів. На думку студентства, пасивне куріння є широко поширеним явищем через: 1) нехтування власним здоров'ям та здоров'ям оточуючих (57,7%); 2) відсутність «культури паління» (51,9%); 3) нехтування існуючим законодавством про заборону куріння в громадських місцях, захист прав тих, хто не палить (33,6%); 4) необізнаність людей про шкідливий вплив тютюнового диму на здоров'я людини (30,3%); 5) недостатньою участю педагогічного і медичного персоналу у заходах спрямованих на профілактику пасивного куріння (15,9%); 6) наявність завуальованої реклами у кіно, рекламних роликах, журналах тощо (13,5%).

Висновок. Значна частина опитаних достатньо добре обізнана у небезпеці тютюнокуріння, при цьому пасивне куріння є широко поширеним явищем серед студентства. Звідси окреслюється проблема формування здорового способу життя у майбутніх медичних фахівців, посилення профілактичної роботи серед студентів та мотиваційної компоненти щодо збереження і підтримання власного здоров'я.

Список використаних джерел

1. Москаленко ВФ. Концептуальні підходи до формування нової профілактичної стратегії у сфері охорони здоров'я. Здоров'я України. 2009;21 (226):59.
2. Рудавка С.І. Соціально-економічні проблеми тютюнопаління в Україні та сучасні підходи у їх вирішенні. Вісник Вінницького національного медичного університету. 2016;2 (20):56.
3. З.Щерба ВВ, Лаврін ОЯ. Тютюнокуріння: розповсюдженість та вплив на органи і тканини порожнини рота (огляд літератури). Клінічна стоматологія. 2016;(2):27-33.
4. Пікас ОБ. Про стан куріння цигарок у сучасних умовах, його вплив на виникнення захворювань в організмі людини (огляд літератури). Буковинський медичний вісник. 2015;19(4):227-30.
5. Ткаченко В. Вплив пасивного куріння батьків на стан тимуса та надниркових залоз їхніх нащадків на тлі механічної рани. Ендокринологія. 2021; 26(2):137-44.

Тимчук К.Ю., Волошин В.Л.

Забруднення ґрунтів як негативний техногенний чинник на здоров'я людини

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна
katernagavryliak@gmail.com, Volodimir.Voloshin@bsmu.edu.ua

Ґрунтовий покрив є одним із основних компонентів довкілля, що виконує життєво важливі біосферні функції. Ґрунти беруть участь у процесі регулювання якості поверхневих і підземних вод, складу атмосферного повітря, є середовищем перебування більшості живих організмів на поверхні суходолу, забезпечують сприятливе середовище для людини та виробництва сільськогосподарської продукції [3]. Ґрунт охороняє суміжні середовища від техногенного впливу, представляючи собою геохімічний бар'єр на шляху міграції забруднюючих речовин. Проте можливості ґрунту як буферної системи не безмежні [6]. Акумуляція забруднюючих речовин та продуктів їх перетворення в ґрунті призводить до зміни їх хімічного, фізичного і біологічного стану, деградації і, в кінцевому підсумку, руйнування [1]. Негативні зміни в ґрунтах можуть супроводжуватися токсичним впливом ґрунтів на біоту (в першу чергу, видове різноманіття, продуктивність і стійкість фітоценозів), поверхневі і ґрунтові води, приземні шари атмосфери [4].

На сьогоднішній день, особливої актуальності набула проблема забруднення ґрунтів стійкими органічними забруднювачами та пестицидами, мінеральними добривами, важкими металами, промисловими й побутовими відходами (бактерії, віруси, найпростіші, гельмінти) і продукти їх життєдіяльності, нафтою, нафтопродуктами та радіаційне забруднення. Переважаючими й найнебезпечнішими видами забруднювачів є стійкі органічні забруднювачі та радіонукліди. Вони спричиняють забруднення не тільки землі та ґрунту, а також можуть шкідливо вплинути на стан і здоров'я людей, викликаючи різні небезпечні хвороби [3]. Під забрудненням ґрунту слід розуміти небезпеку для здоров'я при прямому контакті людини із забрудненим ґрунтом або в екологічних ланцюжках: ґрунт–вода–людина; ґрунт–атмосферне повітря–людина; ґрунт–рослина–людина; ґрунт–рослина–тварина–людина та інші [7].

Хімічне забруднення ґрунтів відбувається переважно двома шляхами: - поглинанням верхнім шаром ґрунту викидів промислових джерел в атмосферу; - безпосереднім внесенням хімічних речовин у вигляді пестицидів, мінеральних речовин, структуроутворювачів ґрунту, стимуляторів росту рослин та ін. [5]. Найбільш небезпечними із сполук, які використовуються у сільському господарстві є пестициди і нітрати. Небезпека пестицидів для людини зумовлюється гонадотоксичною, ембріотропною, тератогенною (вади розвитку плода) діями, мутагенною (зміни в хромосомах), канцерогенною дією. Потрапляючи у питну воду і

продукти харчування, пестициди викликають порушення діяльності центральної нервової, серцево-судинної та інших систем організму, аномалії новонароджених та зниження опірності імунної системи. Високі концентрації нітратів у питній воді чи продуктах харчування можуть викликати гострі отруєння у людини. За ступенем шкідливості після пестицидів та їх метаболітів найбільш поширеним є забруднення ґрунтів канцерогенами типу поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Основними джерелами канцерогенних забруднень є викиди відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння автомобілів, тракторів, тепловозів, літаків, а також викиди котелень та промислових підприємств [3].

Внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС Україна зазнала радіоактивного забруднення території сільськогосподарських угідь площею понад 4,5 млн. га. Забруднені радіонуклідами часточки ґрунту переносяться вітром, потрапляють у легені під час дихання. Добре всмоктуються ізотопи елементів, що необхідні для організму, – натрій, калій, кальцій та подібні до них своїми властивостями радіонукліди. Як джерела внутрішнього опромінення найбільш небезпечні радіонукліди йоду, цезію, стронцію та плутонію [3].

Варто відмітити, що окрім хімічних та органічних речовин також небезпечними для людини є патогенні організми. Вони потрапляють у ґрунт разом із тваринними та людськими фекаліями. До патогенних бактерій відносяться збудники таких інфекційних захворювань як сибірська виразка, газова гангрена, правець, ботулізм, холера, черевний тиф, дизентерія, бруцельоз, чума тощо. Особливу групу паразитарних хвороб, що поширюються через ґрунти, складають різні види найпростіших та гельмінтів (життєвий цикл яких відбувається в ґрунті) [7].

На сьогоднішній день забруднені ґрунти — одна з п'яти найбільших екологічних проблем України, тому їх стан стає вже не аграрним питанням, а проблемою екологічної безпеки як негативний техногенний чинник на здоров'я людини.

Список використаних джерел

1. Адаменко Я.О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація. Автореферат дисертації доктора технічних наук. – Івано-Франківськ, 2006. 39 с.
2. Боголюбов В.М. [та ін.] Моніторинг довкілля : підручник / В. М. Боголюбов [та ін.] ; За ред. В. М. Боголюбова. - Вид. 2-ге, перероб. і доп. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2018. - 435 с.
3. Віцентій Х.М., Овчарук О.В., Шушпанов Д. Г. Джерела забруднення ґрунтів та їх негативний вплив. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика* 2020. С. 44-48.
4. Вовк О.Б. Функціонування ґрунтів в умовах посиленого антропогенного впливу // *Наук. вісн. УжНУ. Сер. біологія*. 2001. № 9. С. 33–35.

5. Карпенко О.О., Муравкіна, М.О. Оцінка еколого-економічних наслідків від нераціонального використання пестицидів на регіональному рівні. *Економічні інновації*. 2012. С.140-149.
6. Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіоновтаін М. І. Ґрунтознавство: Підручник /; заред. Д.Г. Тихоненка. К.: Вища освіта, 2005. 703 с.
7. Федина К.М., Пивоварчук Л.В., Сторчак К.С. Проблеми медичної геології в Україні. *Глобальні та національні проблеми економіки Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського*, 2018. (21). С. 527-531.

Яворовський О.П., Чалий К.О.

Фізичні засади спірометричної діагностики персоналу під впливом техногенних чинників

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м.Київ, Україна

Сучасний турбінний спірометр - це пристрій, який дозволяє проводити вимірювання основних характеристик зовнішнього дихання шляхом перетворення потоку повітря в послідовність електричних імпульсів, частота повторення та загальна кількість яких залежить від швидкості та об'єму повітря, що видихає та вдихає пацієнт. Об'єм повітря під час вдиху і видиху та часова залежність швидкості потоку повітря можуть змінюватися під впливом різноманітних факторів, зокрема наявності у повітрі певних хімічних речовин, що робить спірометрію ефективним перспективним методом скринінгу впливу техногенних чинників на здоров'я людини та, зокрема, діагностики персоналу в процесі застосування пестицидів. Основними частинами турбінного спірометра та його інтерфейсу, що використовується в нашому дослідженні, є: (1) одноразова швидкозамінна турбіна із циліндричним мундштуком, (2) корпус приладу із інфрачервоними датчиками обертання лопатки турбіни, кнопками керування та дисплеєм, (3) спеціалізоване програмне забезпечення для вивантаження даних на портативний комп'ютер чи планшет для формування звіту спірометричного дослідження.

На початку 1980-х років був розроблений та став доступним для клінічного використання турбінний спірометр, який використовував вихрові або дефлекторні кінцеві пластини (еквівалент фіксованих лопатей вентилятора) для того, щоб повітряний потік обертався спіралью через корпус датчика [1]. Цей обертовий потік повітря, у свою чергу, змушує обертатися плоску лопатку, встановлену вертикально в повітряному потоці. Далі в аналізаторі турбінного спірометра використовується принцип підрахунку переривань інфрачервоного (ІЧ) променю плоскою лопаткою турбіни, що обертається. Кожен раз, коли обертова лопатка перериває потік інфрачервоного випромінювання, електричний сигнал від

ІЧ датчика надсилається у блок обробки даних. Пара ІЧ-сенсорів фіксують частоту, загальну кількість та напрямок обертів лопатки, що дає змогу визначити характеристики потоку повітря. У турбінному спірометрі реалізовано метод для вимірювань бінаправлених потоків, коли асиметричне відносно центральної осі розміщення двох пар інфрачервоних випромінювачів і датчиків дозволяє визначати напрямок обертання плоскої лопатки в турбіні. Напрямок обертання лопатки безпосередньо залежить від спрямованості повітряного потоку в турбіні і, таким чином, дозволяє ідентифікувати фазу вдиху і видиху.

Аналогові сигнали зміни напруги від ІЧ сенсорів перетворюються в цифрові в мікропроцесорі спірометра. Використовуючи ці сигнали, і проміжок часу між перериваннями потоку ІЧ випромінювання, процесором спірометра обчислюються швидкість і напрямок обертання лопатки турбіни. Інформація про напрямок, частоту обертання лопаток, відстеження зміни цієї частоти із часом та фіксування загального часу обертання лопаток під час фази видиху та вдиху дозволяє процесору спірометра проводити розрахунки основних характеристик зовнішнього дихання [2]. Спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє вивантажувати результати діагностичного спірометричного дослідження пацієнта на комп'ютер із подальшим табличним представленням основних чисельних характеристик і відповідних референтних значень та формуванням графічного представлення результатів дослідження у вигляді спірограми.

У згенерованому звіті інструментального спірометричного обстеження пацієнта, зокрема, представлено низку основних клінічнозначущих характеристик, які дозволяють оцінити вплив техногенних чинників на функціональний стан зовнішнього дихання та діагностувати певні патології, у разі їх наявності.

Інтерпретація результатів спірометричних досліджень потребує порівнянні з референтними (розрахунковими або прогнозованими) значеннями і тільки тоді набуває значення. Ці референтні значення збираються за даними обстеження населення. Для оптимізації процедури порівняння референтні значення згруповані за віком, статтю, зростом, вагою та етнічним походженням і використовуються у спірометрі та у спеціалізованому програмному забезпеченні для формування звіту спірометричного обстеження пацієнта.

Список використаних джерел

1. H. Bagheri, M. Sajjadi, M. Chimerad. Empirical Investigation of Noise Reduction Filter for a Flow-Based Spirometer Accuracy Improvement. Computer Engineering and Intelligent Systems, Vol.10, No.5, (2019), 9. DOI: 10.7176/CEIS.
2. M. Höglinger, An Optical Flow Measurement Principle for Lung Function Testing. Universität Linz, Masterarbeit, 2019. VLID 3768453.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ У МЕДИЦИНІ

UDC 616.366-002:616.379-008.64]:616.36-008.8-085

Marchuk Yu.F., Andriychuk D.R., Marchuk O.F., Marchuk F.D.

Some biophysical methods for the assessment of bile homeostasis by chronic cholecystitis and diabetes mellitus type 2

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

marchuk.yuliyaa@gmail.com

Abstract. The research is focused on the analysis of potentiality of diagnostics and differentiation of cholelithiasis of patients with chronic cholecystitis and diabetes mellitus type 2 by means of new technique of polarization correlometry of human bile layers laser images. The techniques of laser polarimetry diagnostics of optical anisotropic structure have become widely spread among optical diagnostic methods of human biological tissues. Biological fluids are much more accessible for direct laboratory analysis if compared with traumatic techniques of the biological tissue biopsy. In terms of the above mentioned the task of searching new additional parameters for laser diagnostics of biological fluids' optical anisotropic structure appears to be topical. There was investigated a new technique of estimating the structure of laser images based on measuring coordinate distributions of mutual polarization degree is suggested that characterizes the homogeneity of optically isotropic and optically anisotropic components in biochemical composition of bile. The statistical (mean, dispersion, asymmetry and excess), correlation (correlation area of distribution of mutual polarization degree values) and fractal (dispersion of extremes of log-log dependencies of power spectra of mutual polarization degree values distribution) criteria of polarization-correlation diagnostics of cholelithiasis latent course and its stages differentiation on the background of chronic cholecystitis, diabetes mellitus type 2 and complex pathology are determined and substantiated.

Key words: chronic cholecystitis, diabetes mellitus type 2, laser polarimetry.

Introduction. Among the methods of optical diagnostics of human biological tissues the techniques of laser polarimetry diagnostics of their optical anisotropic structure became widely spread [1, 3, 4].

The main information for these methods is obtained from coordinate distributions of polarization azimuths $\alpha(x,y)$ and ellipticity $\beta(x,y)$ (polarization maps) with the following correlation (auto- and mutually correlation functions [1, 2]) and fractal (fractal dimensions [7, 8]) analysis.

As a result, several techniques of early diagnostics and differentiation of pathological changes in biological tissue (BT) structure with their degenerative, dystrophic and oncological changes were developed.

Besides, there is a widely spread group of optically anisotropic biological objects, for which the techniques of laser polarimetry diagnostics are not efficient enough. Optically thin (attenuation coefficient $\tau \leq 0,1$) layers of different biological fluids (bile, urine, liquor, synovial fluid, blood plasma, etc.) belong to such objects. Biological fluids are much more accessible for direct laboratory analysis if compared with traumatic techniques of the BT biopsy.

Material and methods. Optically, bile is a multicomponent phase-inhomogeneous fluid containing three basic fractions (Fig. 1): optically isotropic fraction – optically homogeneous micellar solution (I – Fig. 1a) with a small number of cylindrical epithelium cells, leukocytes, leukocytoids, mucus; optically anisotropic fraction – liquid-crystalline phase (A – Fig. 1a) consisting of the ensemble of liquid crystals of three types: needle crystals of fatty acids (CFA – Fig. 1b), crystals of cholesterol monohydrate (CCM – Fig. 1c); crystals of calcium bilirubinate (CCB – Fig. 1d); optically crystalline fraction – solid crystalline phase formed due to dendritic and disclination mechanisms of crystallization.

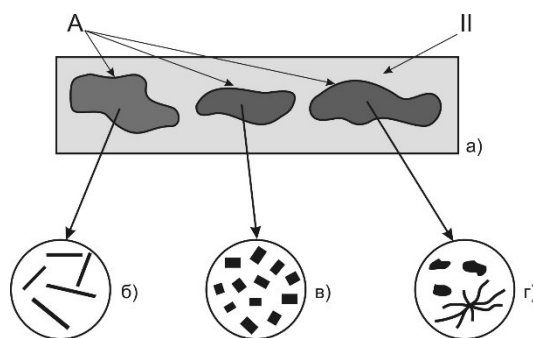


Fig. 1. On the analysis of bile optical model as (I) – anisotropic (A) fluid.

At transmission of a laser wave through the layer of such a complex phase inhomogeneous fluid the following mechanisms of its parameters transformation are realized (Fig. 2): “attenuation” (Fig. 2a) – decrease of the amplitude E_0 to E due to absorption of laser radiation by biochemical components of isotropic component while maintaining the polarization state ($\alpha_0 = const$); “birefringence” (Fig. 2b) – transformation of linearly polarized laser radiation by liquid crystals into

elliptically polarized laser radiation – $\alpha_0 \rightarrow \alpha; \beta$; “dichroism” (Fig. 2c) – rotation of polarization plane of laser radiation by the crystalline fraction – $\alpha_0 \rightarrow \alpha$.

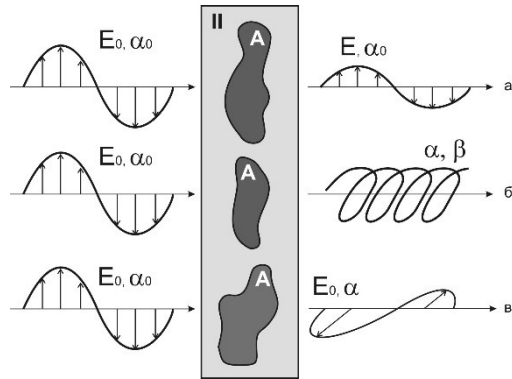


Fig. 2. Main mechanisms of transformation of laser radiation parameters by bile.

Complex, multiparametric polarization distribution of laser images of bile layers requires additional analysis – correlation comparison of polarization states consistency degree (

$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_1(r_1) \leftrightarrow \alpha_2(r_2); \\ \beta_1(r_1) \leftrightarrow \beta_2(r_2). \end{array} \right.$ in various points with coordinates $r_1; r_2$ (Fig. 3).

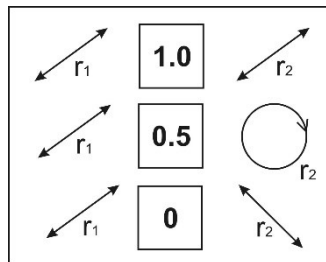


Fig. 3. Polarization correlation structure of the bile sample laser image.

It is shown [1, 6] that for various points of the plane of image of biological object with the same polarization states $V(x,y)=1,0$; for the points with the linear and circular polarization states $V(x,y)=0,5$; for the points with orthogonal polarization states $V(x,y)=0$.

It was determined [9] that the above mentioned “2-point” parameter $V(x,y)$ of laser images of phase-inhomogeneous layers is much more sensitive to the changes in their structure in comparison with the techniques of investigation of intensity coordinate distribution (classical microscopic image), polarization (polarization image) and phases (phase image) [1, 5, 8]. That is why this technique’s testing to the study of interconnections of bile optical properties with different types of pathologies of sick patients appears to be topical.

The technique of determining the parameter of mutual polarization complex degree consists in the following procedure [3, 4]:

1. By rotating the transmission plane of polarizer within the rotation angle θ 0^0-180^0 the arrays

of minimal and maximal intensity levels $I_{\min} \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix}; I_{\max} \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix}$ of human bile layers images

for each separate pixel (mn) of CCD-camera were determined, as well as rotation angles

$\theta \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} \left(I \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} \equiv \min \right)$ corresponding to them.

2. The coordinate distributions (polarization maps) of polarization states in the plane of human bile samples images were calculated by such relations [2, 7]

$$\begin{aligned} \alpha \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} &= \theta(I(r_i) \equiv \min) - \frac{\pi}{2}; \\ \beta \begin{pmatrix} r_{11} \dots r_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ r_{n1} \dots r_{nm} \end{pmatrix} &= \operatorname{arctg} \frac{I(r_i)_{\min}}{I(r_i)_{\max}}. \end{aligned} \quad (1)$$

3. The value of complex degree of mutual polarization $V(r; r + \Delta r)$ of human bile samples' laser images was calculated by the following relation

$$V(r; r + \Delta r) = \frac{2 \left\{ I_0 I_{90} \cos \left[\arcsin \left(\frac{\cos 2\alpha}{\operatorname{tg} 2\beta} \right) \right] \right\} (r) \times \left\{ I_0 I_{90} \cos \left[\arcsin \left(\frac{\cos 2\alpha}{\operatorname{tg} 2\beta} \right) \right] \right\} (r + \Delta r)}{\left(I_0^2(r) + I_{90}^2(r) \right) \left(I_0^2(r + \Delta r) + I_{90}^2(r + \Delta r) \right)} \quad (2)$$

Laser images of three groups of bile samples of the patients of different pathological state: healthy patients – group 1 (20 patients); patients with cholelithiasis and chronic cholecystitis – group 2 (50 patients); cholelithiasis patients with diabetes mellitus type 2 – group 3 (50 patients).

Results. The coordinate distribution and histogram of random values of $V(x, y)$ parameter of polarizationally-inhomogeneous laser image of bile layer laser image of a healthy patient are presented in Fig. 4.

It can be seen from the obtained data that the laser image of a healthy patient's bile layer is characterized with a high homogeneity of polarization parameters – the number of values $V(x, y) = 1$ is by three orders higher than the other, non-zero values of mutual polarization degree.

In other words, in biochemical structure of this bile layer the optically isotropic component prevails.

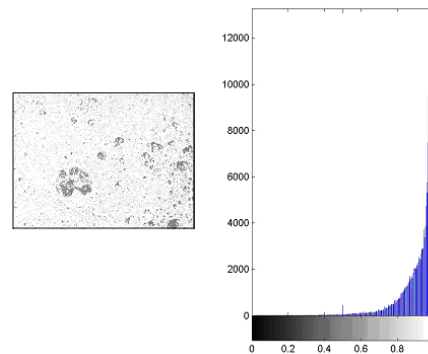


Fig. 4. Coordinate distribution (a) and histogram of values (a) of mutual polarization $V(x,y)$ degree if a healthy patient's bile layer (group 1).

Correlation (b) fractal (c), structure of distribution (a) and the amount (b) of values of parameter $V(x,y)=0,5$ characterizing the liquid crystalline component of bile of patients from group 1 are presented in Fig. 5.

It was determined that the set of values $V(x,y)=0,5$ is fractal ($D(V=0,5)=2,11; \Omega(V=0,5)=0,16$) with correlation area $S(V=0,5)=0,16$ great enough.

It can be seen from the analysis of histograms of random values of mutual polarization degree of the laser image of bile layer of chronic cholecystitis patient that the number of values $V(x,y)=0,5$ (liquid crystalline fraction) amount to 15 % of the number of values $V(x,y)=1,0$ characterizing the images of optically isotropic component.

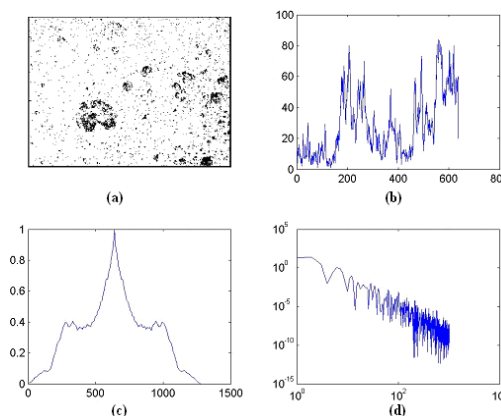


Fig. 5. Autocorrelation function (c) and log-log dependencies (d) of the amount of values $V=0,5$ (b) in the coordinate distribution $V(x,y)$ (a) of a healthy patient's bile layer (group 1).

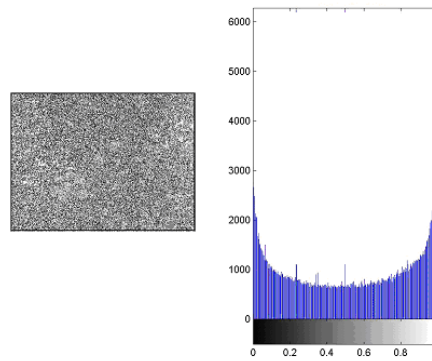


Fig. 6. Coordinate distribution (a) and histogram of the values (a) of mutual polarization degree $V(x,y)$ of bile layer of chronic cholecystitis patient (group 2).

The corresponding statistical (b), correlation (c) and fractal (d) parameters of coordinate distributions $V = 0,5$ (a) are presented in Fig.6.

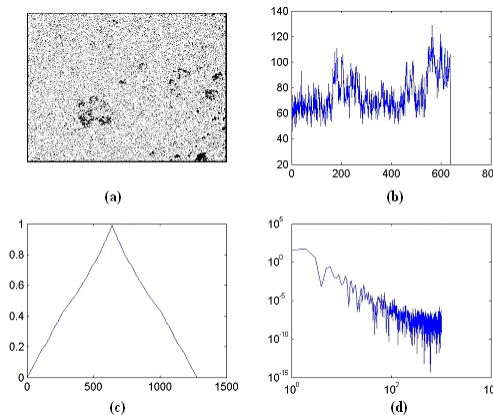


Fig. 7. Autocorrelation function (c) and log-log dependencies (d) of the amount of values $V = 0,5$ (b) in the coordinate distribution $V(x,y)$ (a) of bile layer of chronic cholecystitis patient (group 2).

It was determined for liquid crystalline fraction of bile layer that the set of values $V(x,y) = 0,5$ is fractal ($D(V = 0,5) = 2,03; \Omega(V = 0,5) = 0,21$) with maximally great correlation area $S(V = 0,5) = 0,24$.

The following peculiarities are typical for polarization-correlation structure of laser images of bile layers of diabetes mellitus type 2 patients (Fig. 8, Fig. 9).

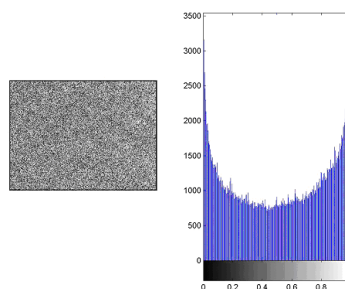


Fig. 8. Coordinate distribution (a) and histogram (a) of the values of mutual polarization degree $V(x,y)$ of bile layer of diabetes mellitus type 2 patients (group 3).

The extreme values of distribution $V(x,y)$ of bile layer of a patient from group 3, corresponding to sampling $V = 0,5$, increase and amount to 45%-50 %.

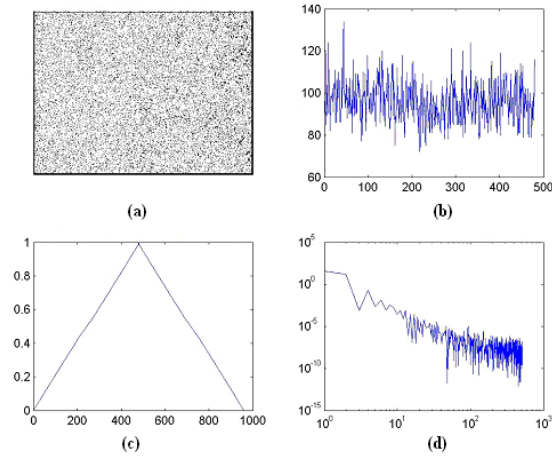


Fig. 9. Autocorrelation function (c) and log-log dependencies (d) of the amount of values $V = 0,5$ (b) in the distribution $V(x,y)$ (a) of bile layer of diabetes mellitus type 2 patients (group 3).

The correlation area and dispersion of extremes distribution of log-log dependency of power spectra of the number of extreme values of mutual polarization degree $V = 0,5$ of the laser image of bile layer of the patient with complex pathology are as follows: $S(V = 0,5) = 0,25$ and $D(V = 0,5) = 1,93; \Omega(V = 0,5) = 0,29$.

The following parameters of values distribution of liquid-crystalline sampling ($V(x,y) = 0,5$) of mutual polarization degree of laser images of human bile layers belong to the basic criteria of diagnosing cholelithiasis latent course and differentiating its pathology types: statistical moments ($M_{i=1;2;3;4}(V)$) of distribution of mutual polarization degree values $V(x,y) = 0,5$; correlation areas $S(V = 0,5)$ of distribution of mutual polarization degree values $V(x,y) = 0,5$; dispersions $\Omega(V)$ of extremes distribution of log-log dependencies of power spectra of parameters $V(x,y) = 0,5$ values.

The ensemble of data about the values of diagnostic parameters $M_{k=1;2;3;4}(V = 0,5)$ is presented in Table 1.

The obtained data about the coordinate distributions of mutual polarization degree of laser images of bile of all groups of healthy and sick patients prove that the statistical analysis of dependencies of the number of values of $V(x,y) = 0,5$ sampling (liquid-crystalline phase) of bile layers laser images enable to reliably diagnose the latent course of cholelithiasis with both chronic cholecystitis and diabetes mellitus type 2.

Table 1

Statistical moments of the 1st-4th orders of distributions $V(x, y)=0,5$ of bile layers of all groups of patients

Parameters	Group 1	Group 2	Group 3
$M_1(V=0,5)$	$0,09 \pm 0,008$	$0,21 \pm 0,027$	$0,32 \pm 0,019$
$M_2(W=0,5)$	$0,26 \pm 0,031$	$0,13 \pm 0,023$	$0,12 \pm 0,019$
$M_3(W=0,5)$	$0,11 \pm 0,021$	$1,28 \pm 0,41$	$4,26 \pm 0,58$
$M_4(W=0,5)$	$0,09 \pm 0,009$	$2,12 \pm 0,52$	$5,29 \pm 0,0096$

The difference between statistical moments $M_k(W)$ of laser images of test group patients' bile (group 1) and the patients with various pathologies (groups 2 and 3) – mean (increasing by 2.7 – 3.5 times); dispersion (decreasing by 2.5 – 3.3 times); asymmetry (increasing by 3.3 – 5.4 times) and excess (increasing by 4.5 – 6.1 times) – are determined.

Thus, it can be stated that statistical moments' $M_{k=1;2;3;4}(V=0,5)$ investigation enables to perform reliable differentiation of the patients from groups 2 and 3.

Comparative data of correlation and fractal parameters of extreme values $V(x, y)=0,5$ distribution of laser images of all groups of patients are presented in Table 2.

Table 2

Correlation ($S(V=0,5)$) and fractal ($\Omega(V=0,5)$) parameters of $V(x, y)=0,5$ distributions of bile layers of all groups of patients

Parameters	Group 1	Group 2	Group 3
$S(V=0,5)$	$0,15 \pm 0,038$	$0,22 \pm 0,042$	$0,29 \pm 0,036$
$\Omega(V=0,5)$	$0,17 \pm 0,048$	$0,24 \pm 0,069$	$0,38 \pm 0,089$

The data about correlation and fractal structure of extreme values $V(x, y)=0,5$ distributions of mutual polarization degree indicate that the value of correlation area $S(V=0,5)$ and power spectra dispersion $\Omega(V=0,5)$ of mutual polarization degree distributions enable to reliably diagnose the latent course of cholelithiasis together with different pathology types. Correlation area $S(V=0,5)$ increases by 1,7-1,9 times. Dispersion $\Omega(V=0,5)$ increases by 1,6-2,1 times.

Thus it can be stated that the ensemble of correlation and fractal criteria of laser polarization diagnostics of not only cholelithiasis appearance but also its differentiation on the background of chronic cholecystitis and diabetes mellitus type 2 are experimentally determined and substantiated for practical application.

Conclusions: 1. A new technique of estimating the structure of laser images based on measuring coordinate distributions of mutual polarization degree is suggested that characterizes the homogeneity of optically isotropic and optically anisotropic components in biochemical composition of bile.

2. The statistical (mean, dispersion, asymmetry and excess), correlation (correlation area of distribution of mutual polarization degree values) and fractal (dispersion of extremes of log-log dependencies of power spectra of mutual polarization degree values distribution) criteria of polarization-correlation diagnostics of cholelithiasis latent course and its stages differentiation on the background of chronic cholecystitis, diabetes mellitus type 2 and complex pathology are determined and substantiated.

References

1. Angelsky OV, Ushenko AG, Ushenko YG. Complex degree of mutual polarization of biological tissue coherent images for the diagnostics of their physiological state. *J Biomed Opt.* 2005 Nov-Dec;10(6):060502.
2. Angelsky OV, Ushenko AG, Ushenko YG, Tomka YY. Polarization singularities of biological tissues images. *J Biomed Opt.* 2006 Sep-Oct;11(5):054030.
3. Baumann B, Woehrer A, Ricken G, Augustin M, Mitter C, Pircher M, Kovacs GG, Hitzemberger CK. Visualization of neuritic plaques in Alzheimer's disease by polarization-sensitive optical coherence microscopy. *Sci Rep.* 2017 Mar 6;7:43477.
4. Borovkova M, Trifonyuk L, Ushenko V, Dubolazov O, Vanchulyak O, Bodnar G, Ushenko Y, Olar O, Ushenko O, Sakhnovskiy M, Bykov A, Meglinski I. Mueller-matrix-based polarization imaging and quantitative assessment of optically anisotropic polycrystalline networks. *PLoS One.* 2019 May 16;14(5):e0214494.
5. Dubolazov AV, Pashkovskaya NV, Ushenko YA, Marchuk YF, Ushenko VA, Novakovskaya OY. Birefringence images of polycrystalline films of human urine in early diagnostics of kidney pathology. *Appl Opt.* 2016 Apr 20;55(12):B85-90.
6. Ushenko AG, Angelsky PO, Sidor M, Marchuk YF, Andreychuk DR, Pashkovskaya NV. Spatial-frequency selection of complex degree of coherence of laser images of blood plasma in diagnostics and differentiation of pathological states of human organism of various nosology. *Appl Opt.* 2014 Apr 1;53(10):B172-80.
7. Ushenko YA. Concerted spatial-frequency and polarization-phase filtering of laser images of polycrystalline networks of blood plasma smears. *J Biomed Opt.* 2012 Nov;17(11):117005.
8. Ushenko YA, Trifonyuk LY, Dubolazov AV, Karachevtsev AO. Fourier-domain Jones-matrix mapping of a complex degree of mutual anisotropy in differentiation of biological tissues' pathological states. *Appl Opt.* 2014 Apr 1;53(10):B205-14.
9. Ushenko YO, Dubolazov OV, Karachevtsev AO, Gorsky MP, Marchuk YF. Wavelet analysis of Fourier polarized images of the human bile. *Appl Opt.* 2012 Apr 1;51(10):C133-9.

УДК 577.3(075.8) + 536.755(075.8)

Shevtsova O.N.

A mathematical model of transport kinetics of ^{99m}Tc radiotracers. an intravenous administration

National University of Kyiv-Mohyla Academy, Kyiv, Ukraine,

o.shevtsova@ukma.edu.ua

Abstract. The proposed four-compartment mathematical model describes transport kinetics of ^{99m}Tc -technetium radiotracers at intravenous administration process with taking into account radiopharmaceutical accumulation, elimination and radioactive decay. The dependencies of the tracer concentration versus the time are analyzed. The obtained data can be used to determine the transport coefficients. The model can be used for individual transport parameter calculation at administration of diagnostic/therapeutic dose loads.

Key words: Transport kinetics of radiotracers, circulatory system, lymphatic system, mathematical model.

The term “radiopharmaceutical” denotes the association of a radionuclide and pharmaceutical, i.e. symbiosis of biological, chemical and physical properties. Radiopharmaceuticals are approved for use in humans for diagnostic purposes chemical compounds whose molecules contain radionuclides. The method of diagnostics or radionuclide study of morphological and functional condition of the body using radionuclides or radionuclide-labeled indicators is one of the most common methods of detecting cancer. Radiopharmaceuticals are selected with consideration of its radiopharmaceutical dynamic and nuclear-physical properties. Dynamics of radiopharmaceuticals is defined by a chemical compound that is the basis for radiopharmaceutical preparation. Registration of radiopharmaceutical is determined by the type of decay of the nuclide, by which it is marked. Some radiopharmaceuticals are called “radiotracers” because they are used only to diagnose (“trace”) dysfunctions in body tissues [1]. A radiopharmaceutical introduced into the body is firstly uniformly distributed in the blood [2], and then selectively trapped by certain organs and tissues. Radiopharmaceuticals selectively accumulating in tumor tissues are called the tumor-imaging agents. They are mainly included in cells with a high mitotic and metabolic activity. Due to high concentration of radiopharmaceuticals a tumor area will emerge on a scintigram – the graphic record obtained by scintigraphy – as a hot site. Areas with increased accumulation of a radiotracer are called hot areas; usually they correspond to overactive functioning body areas - areas of hyperplasia, some types of tumors, inflammatory tissue changes [3-4]. Radiopharmaceutical choice is caused by its

pharmaceutical peculiarities and depends on tumor localization [3]. Radiopharmaceuticals are used in nuclear medicine as tracers for diagnostics and therapy of many diseases. Technetium 99m (^{99m}Tc) serves as gamma-rays-emitting tracer nuclide for many radiopharmaceuticals. More than 30 different ^{99m}Tc based radiopharmaceuticals are known, which are used for imaging and functional studies in various organs.

Radiotracer dynamics are caused by different ways of radiotracer administration (intravenous, intradermal/subcutaneous, intratumoral, intraperitoneal). In the case of intravenous administration radiotracers are captured by the blood vessel, then depending on the size they move to the interstitium [6] and into the lymphatic system and are trapped by a sentinel lymph node (SLN) of the lymphatic system. The size of a radiotracer is an essential parameter. If a size of a radiotracer is less than 4-5 nm, it penetrates capillary membranes without retention in SLN, if a radiotracer size is 100-200 nm, it penetrates fast in SLN.

The interstitium or the interstitial space is a contiguous fluid-filled space existing between a structural barrier, such as a cell wall or the skin, and internal structures, such as organs, including muscles and the circulatory system [6]. The fluid in this space is called interstitial fluid, comprises water and solutes, and drains into the lymph system. The interstitial compartment is composed of connective and supporting tissues within the body – called the extracellular matrix – that are situated outside the blood and lymphatic vessels and the parenchyma of organs. The interstitium/interstitial space is similar in all tissues. The structure and elements of the interstitial space are described in details in [5]. Entry of extracellular fluid and protein into the initial lymphatic vessel occurs through interendothelial openings and by vesicular transport through the endothelial cells. Interendothelial openings may allow cells (macrophages, lymphocytes, erythrocytes) and cellular debris to directly enter lymphatic vessels. Mechanisms of particle transport into/inside of the lymphatic vessels are reviewed in [5]. Role of a particle size is very important.

Most radionuclide lymphatic flow studies use different agents: ^{99m}Tc -sulfur colloids, ^{99m}Tc -nano- and microaggregated albumin, ^{99m}Tc -antimonysulfide, ^{99m}Tc – phytate, colloidal gold particles, liposomes, and emulsions administered into the interstitial space of animals and humans. Particles smaller than a few nanometers usually leak into blood capillaries whereas larger particles (up to about 100 nm) can enter the lymphatic capillaries and be transported to lymph nodes.

Mathematical model of radiotracer transport kinetics

A correct mathematical model of radiotracer dynamics has to take into account a very complicated anatomical structure of an organism and different physiological/ pathologic(al) processes, as well as physical and chemical processes, namely diffusion, accumulation, elimination

and radioactive decay of radiotracers. After bolus intravenous administration of the radiotracers the process of transferring the radiotracers by blood vessels is begun and the so-called radiotracer “dilution” process is realized, namely the absorption of radiotracers by other organs and tissues and radiotracer decay. The part of radiopharmaceuticals which is absorbed by cells is immediately metabolized, and metabolic products quickly returned to the general blood circulation. The processes taken into account in the model are the following ones: 1) radioactive decay of pharmaceuticals; 2) accumulation of pharmaceuticals in the interstitium; 3) accumulation of pharmaceuticals in the lymphatic system; 4) transport of pharmaceuticals from the blood vessels; 5) transport of pharmaceuticals and metabolites from the interstitium in the blood vessels, 6) transport of pharmaceuticals from the lymphatic system to the blood vessels.

The model of transport kinetics of radiotracers is described by a system of differential equations of the 1st order for radiotracer concentration levels in the blood-vascular system, in the interstitium, in the lymphatic system and in the urinary system. The system of equations describes the processes of accumulation/retention of radiotracers in the cells, the radiotracer elimination/washout, and radiotracer radioactive decay. This system is similar to four-compartment models, where the amount of radiotracers in each compartment is proportional to the radiotracer concentration:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = -\lambda x(t) - \beta_{xw}x(t) + \beta_{zx}z(t) \\ \frac{dz}{dt} = -\lambda z(t) - (\beta_{zx} + \beta_{zu})z(t) + \beta_{wz}w(t) \\ \frac{dw}{dt} = -\lambda w(t) - \beta_{wz}w(t) + \beta_{xw}x(t) \\ \frac{du}{dt} = -\lambda u(t) + \beta_{zu}z(t) \end{array} \right. , \quad (1)$$

where λ is the radioactive decay constant of radiotracers, $x(t)$ is the concentration of radiotracers in the interstitium, $z(t)$ is the concentration of radiotracers in blood vessels, $w(t)$ is the radiotracer concentration in the lymphatic system, $u(t)$ is the radiotracer concentration in the urinary system, β_{zx} is the rate of radiotracer capture by interstitial cells, β_{wz} is the elimination rate of radiotracers from the lymphatic system in the bloodstream, β_{xw} is the rate of radiotracer movement from the interstitium to the lymphatic system, β_{zu} is the elimination rate of radiotracers from the bloodstream. Thus, the simple system of differential equations (1) has been used to model the kinetics of radiotracers. The initial conditions are the following ones: $x(0) = 0, z(0) = 1, w(0) = 0, u(0) = 0$. Half-

decay period of ^{99m}Tc -radiotracers is equal to $T_{1/2} = 6$ hours. Functions of activity retention $x(t), z(t), w(t), u(t)$ are presented in the reduced units (normalized on unit of the injected activity).

Results

Radiotracer simulation is one of the main methods of interpretation of radionuclide research results. Quantitative data of radiotracer transport kinetics in a body are presented in the form of “activity-time” or “concentration-time”, which reflects the spatial and temporal processes of change in the concentration of radioactive indicator in the “regions of interest” and characterizes the rate of ^{99m}Tc -radiotracers retention and washout in the organ/tissue. The case of intravenous administration of radiotracers was considered in the model. The aim of the paper is to describe radiotracer transport in the frame of four compartment models: the circulatory system, the lymphatic system, the interstitium, and the urinary system.

The “time-activity” curves of radiotracer transport kinetic $n(t)$ in the frame of four-compartment model describe four processes: The intake of the radiotracers by the systemic blood system and the process of radiotracer distribution in the body (Fig. 1a). The vascular curve is characterized by the rapid growth of the concentration curve in the circulatory system $z(t)$ in the first seconds after injection of radiotracers, which reflects the intake of the radiotracers by the systemic blood system and beginning the process of radiotracer accumulation. The concentration-time dependency in the interstitium $x(t)$ corresponds to the smooth amplitude growing up to the maximum value, and then entering the plateau phase, which reflects the processes of the radiotracer accumulation and retention in the interstitium (Fig.1b). The concentration-time dependency in the lymphatic system interstitium corresponds to the smooth amplitude growing up to the maximum value, and then entering the plateau phase, which reflects the processes of the radiotracer accumulation and retention in the lymphatic system ($x(t)$). The concentration-time dependency in the urinary system $u(t)$ is characterizing by rapid growth and practically linear decreasing, reflecting the process of radiotracer washout.

The case of intravenous administration of radiotracers was considered in the model. The model can be easily verified by the radioactive tracer concentration data in the circulatory/lymphatic system measured at some time points, and the obtained data can be used to determine of the transport coefficients. Time-activity dependencies were obtained and analyzed for each compartment. The proposed model can be classified as a simple model taking into account the main circulation process of radiotracers in a body. It can be improved by introduction of the additional compartments. The model can be transformed for different ways of radiotracer administration. This model allows to

estimate the transport coefficients for individual patients and forecast absorbed radiation doses in each chamber.

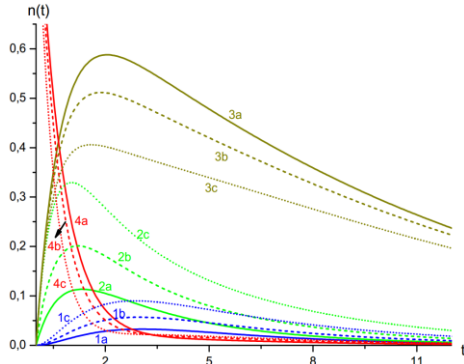


Figure 1a. Concentration versus time dependence, $\beta_{xw} = 0,25, \beta_{wz} = 0,5, \beta_{zu} = 1,00$.

The transport coefficient values between the circulatory system and the interstitium:

a) $\beta_{zx} = 0,25$; b) $\beta_{zx} = 0,5$; c) $\beta_{zx} = 1$.

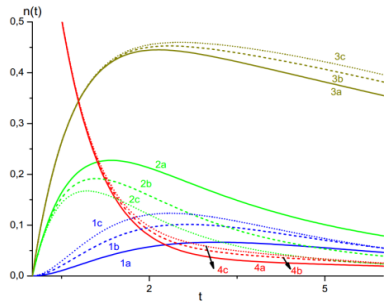


Figure 1c. Concentration-time dependence, $\beta_{zx} = 0,5; \beta_{wz} = 0,5; \beta_{zu} = 0,5$.

The transport coefficient between the interstitium and the lymphatic system

a) $\beta_{xw} = 0,25$; b) $\beta_{xw} = 0,5$; c) $\beta_{xw} = 0,75$.

Figure 1. Concentration-time dependence. 1. The lymphatic system. 2. The interstitium. 3. The urinary system. 4. The circulatory system.

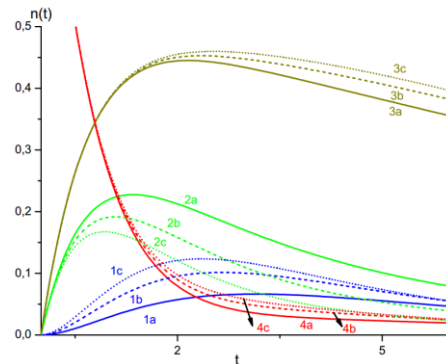


Figure 1b. Concentration versus time dependence, $\beta_{zx} = 0,5; \beta_{wz} = 0,5; \beta_{zu} = 0,5$.

The transport coefficient values between the interstitium and the lymphatic system

a) $\beta_{xw} = 0,25$; b) $\beta_{xw} = 0,5$; c) $\beta_{xw} = 0,75$.

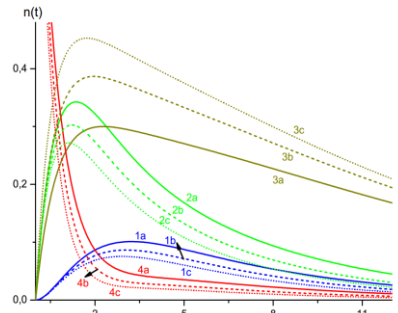


Figure 1d. Concentration-time dependence, $\beta_{zx} = 0,75; \beta_{xw} = 0,25; \beta_{wz} = 0,5$.

The transport coefficient values between the interstitium and the lymphatic system

a) $\beta_{zu} = 0,5$; b) $\beta_{zu} = 0,75$; c) $\beta_{zu} = 1,00$.

Conclusions

The proposed four-compartment mathematical model describes transport kinetics of 99m-technetium radiotracers at intravenous administration process with taking into account radiopharmaceutical accumulation, elimination and radioactive decay. Analytical solution of the model in a form of the well-known sum-of exponential solution was obtained. The dependencies of the tracer concentration

versus the time are analyzed. The model can be easily verified by the radioactive tracer concentration data in the circulatory/lymphatic system measured at some time points, and the obtained data can be used to determine of the transport coefficients. Time-activity dependencies were obtained and analyzed for each compartment. The model can be used for individual transport parameter calculation at administration by therapeutic dose loads.

References

1. A.M. Al-Shammari, A.H. Elgazzar, A. Ashkanami Rasha, ⁹⁹TcMIBI Whole Body Scan: A Potentially Useful Technique for Evaluating Metabolic Bone Disease, *World J. Nucl. Med.*, 2013; 12(1): 8-13, doi: [10.4103/1450-1147.113934](https://doi.org/10.4103/1450-1147.113934)
2. J.A. Ponto, Mechanisms of Radiopharmaceutical Localization, UNM College of Pharmacy, 16(4), 2012.
3. V.Yu. Kundin, Characteristic of main radiopharmaceuticals for kidney investigation: modern state and further perspectives, *Ukrainian Radiological Journal*, XII (1), 2004; 79-87.
4. I. Ak, JAK Blokland, EKJ Pauwels, et al., The clinical value of 18F-FDG detection with a dual-head coincidence camera: a review. *Eur J Nucl Med*, 2001; 28: 763–778, doi: [10.1016/S0720-048X\(02\)00003-7](https://doi.org/10.1016/S0720-048X(02)00003-7).
5. A. Szuba, W.S. Shin; H. William Strauss, and Stanley Rockson, The Third Circulation: Radionuclide Lymphoscintigraphy in the Evaluation of Lymphedema, *Journal of Nuclear Medicine*, 2003; 44(1): 43-57,
6. <https://en.wikipedia.org/wiki/Interstitialium>
7. F. Ikomi, G. K. Hanna, G.W. Schmid-Schonbein, Mechanism of colloidal particle uptake into the lymphatic system: basic study with percutaneous lymphography. *Radiology*, 1993; 196: 107–113, doi: [10.1148/radiology.196.1.7784553](https://doi.org/10.1148/radiology.196.1.7784553)
8. S.M. Moghimi, B. Bonnemain, Subcutaneous and intravenous delivery of diagnostic agents to the lymphatic system: applications in lymphoscintigraphy and indirect lymphography, *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 1999; 37: 295–312, doi: [10.1016/s0169-409x\(98\)00099-4](https://doi.org/10.1016/s0169-409x(98)00099-4).

Власова О.В.

Діагностичні шкали як спосіб оцінки поліорганної недостатності при неонатальному сепсисі

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

vlasova.olena@bsmu.edu.ua

Вступ. Неонатальний сепсис є однією з причин смерті дітей. Виокремлення клінічних симптомів має низьку інформативність у діагностиці сепсису новонароджених, тому запропоновано використання їх у комплексі для оцінки тяжкості порушення стану хворих та визначення прогнозу захворювання.

Мета. Оцінка поліорганної недостатності у дітей хворих на неонатальний сепсис за допомогою діагностичних шкал.

Матеріал та методи. Для досягнення поставленої мети проведено комплексне обстеження 260 новонароджених дітей, які у 2016-2018 роках перенесли неонатальний сепсис. проведено вивчення особливостей прояву та лікування сепсису новонароджених, батьки яких постійно проживали в умовах альтернативної екологічної характеристики. Для цього в перший день захворювання та на початку інтенсивної терапії проводилось комплексне клініко-лабораторне дослідження, а на 3-й та 7-й день лікування акцент обстеження новонароджених зсувався в бік оцінки органної дисфункції та порушень метаболізму. У подальшому проводилось проспективне спостереження для оцінки перебігу захворювання. Використано прогностичні шкали: SNAP II (Score for Neonatal Acute Physiology), SNAPPE II (SNAP Perinatal Extenscon) [1]. Для оцінки органної дисфункції використовували шкали PELOD II (Pediatric Logistic Organ Dysfunction) [2], SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) [3], PEMOD (Pediatric Multiple Organ Dysfunction Score) [4]. Для оцінки ризику летального наслідку сепсису використовували прогностичну систему SCRIB II (Clinical Risk Index for babies) [5].

Виходячи з еколого-геохімічної характеристики районів Чернівецької та Хмельницької областей, яка здійснювалася за єдиними критеріями оцінки забруднення ґрунту, водних ресурсів та атмосферного повітря антропо-техногенними поллютантами [6,7], проведено картування місць постійного проживання батьків хворих на неонатальний сепсис новонароджених. При співставленні місцевих показників до середніх в усіх районах областей отримано коефіцієнти, які дозволяли оцінити екологічне благополуччя даних районів. При цьому, згідно рекомендацій [8,9], екологічна характеристика ґрунту, води і повітря оцінювалася сприятливо за величини коефіцієнта $< 2,0$ та несприятливо, коли він перевищував значення $\geq 2,0$.

Результати досліджень. Фізикальне обстеження новонароджених у 1-й день захворювання на неонатальний сепсис дозволяє стверджувати, що у багатьох з хворих новонароджених має місце органна дисфункція, частота якої переважала у групі хворих, батьки яких постійно проживали у місцях впливу несприятливих екологічних факторів низької інтенсивності. При використанні вказаних орієнтовно-ймовірнісних діагностичних систем для оцінки тяжкості захворювання в більшості хворих основної групи виявлено більш тяжкий стан, що підтверджується також тим, що при виборі розподільчих точок для CRIB – 9 і більше балів, SNAP – 15 і більше, SNAP II – 10 і більше балів, SNAPPEII – 21 і більше балів, PEMOD – більше 7 балів, PELOD – 9 балів і більше та SOFA – 5 і більше, при оцінці важкості хворих

було виявлено міжгрупову відмінність. Так, наведена констеляція балів оцінки тяжкості порушень загального стану за системою CRIB встановлена у основній групі у 36,6% дітей, а у групі порівняння – у 23,3% випадків ($P < 0,05$). Відповідно наведена оцінка тяжкості порушення стану новонароджених за системою SNAP була відмічена у 50,0% і 11,5% випадків ($P < 0,05$), за шкалою SNAP II – у 70,0% і 46,1% хворих ($P < 0,05$), SNAPPE II – у 36,6% і 26,9% дітей ($P > 0,05$), PEMOD – у 50% і 30,7% новонароджених ($P > 0,05$), PELOD – у 80,0% і 30,8% пацієнтів ($P > 0,05$), SOFA – у 80,0% і 7,7% ($P < 0,05$) спостережень. Про більш тяжкий клінічний перебіг сепсису в новонароджених основної групи в порівнянні з дітьми другої групи свідчив також більш високий достовірний ступінь кореляції при оцінці їх загального стану за допомогою наведених орієнтовно-прогностичних систем. У табл. 1 наведений взаємозв'язок між результатами оцінки їх загального стану у 1-й день лікування сепсису у дітей основної групи.

Таблиця 1

Взаємозв'язок результатів оцінки тяжкості порушення загального стану хворих на сепсис при використанні різних діагностичних шкал у дітей основної групи у 1-й день лікування

	CRIB	SNAP	SNAP II	SNAPPE II	PEMOD	PELOD	SOFA
CRIB		0,65	0,58	0,64	0,61	0,45	0,58
SNAP	0,65		0,95	0,77	0,87	0,67	0,75
SNAP II	0,58	0,95		0,58	0,89	0,69	0,8
SNAPPE II	0,64	0,77	0,58		0,50	0,31*	0,33
PEMOD	0,61	0,87	0,89	0,5		0,92	0,93
PELOD	0,45	0,67	0,69	0,31*	0,92		0,93
SOFA	0,58	0,75	0,80	0,33*	0,93	0,93	

Примітка. * - $P < 0,05$

Таким чином, у хворих основної клінічної групи відсутність вірогідної кореляції мала місце лише у 3 випадках, а у 14 випадках вона становила 0,8 і більше та мала статистичну достовірність.

Висновок. Оцінка тяжкості порушення загального стану новонароджених груп порівняння у 1-й день захворювання показала, що за усіма шкалами, окрім SNAPPE II та PEMOD, відмічений більш тяжкий стан хворих основної клінічної групи. Відсутність вірогідної різниці у результатах оцінки тяжкості порушення загального стану новонароджених

груп порівняння пов'язане, можливо, з тим, що шкала SNAPPEII є найбільш ефективною у 1-й добу життя передчасно народжених дітей вагою менше 1500 г, а система PEMOD містить показник (Glasgow Coma Scale), яка важко оцінюється у періоді новонародженості.

Список використаних джерел:

1. Mattison DR, Wilson S, Coussens C, Gilbert D, eds. The Role of Environmental Hazards in Premature Birth: Workshop Summary Institute of Medicine (US) Roundtable on Environmental Health Sciences, Research, and Medicine. Washington (DC): National Academies Press (US); 2003. doi.org/10.17226/10842
2. Leteurtre S, Duhamel A, Salleron J, Grandbastien B, Lacroix J, Leclerc F. PELOD-2: an update of the PEdiatric logistic organ dysfunction score. Crit Care Med. 2013;41(7):1761-73. doi: [10.1097/CCM.0b013e31828a2bbd](https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31828a2bbd)
3. Leclerc F, Duhamel A, Deken V, Grandbastien B, Leteurtre S. Can the Pediatric Logistic Organ Dysfunction-2 Score on Day 1 Be Used in Clinical Criteria for Sepsis in Children? Pediatr Crit Care Med. 2017;18(8):758-63. doi: [10.1097/PCC.0000000000001182](https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001182)
4. Graciano, Ana Lia MD, FAAP; Balko, James A. MD; Rahn, Donna S. RN, BSN; Ahmad, Naveed MD, MPH; Giroir, Brett P. MD The Pediatric Multiple Organ Dysfunction Score (P-MODS): Development and validation of an objective scale to measure the severity of multiple organ dysfunction in critically ill children, Critical Care Medicine. 2005.33.7:1484-1491 doi: [10.1097/01.CCM.0000170943.23633.47](https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000170943.23633.47)
5. de Courcy-Wheeler RH, Wolfe CD, Fitzgerald A, Spencer M, Goodman JD, Gamsu HR. Use of the CRIB (clinical risk index for babies) score in prediction of neonatal mortality and morbidity. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 1995;73(1):F32-F36. doi:10.1136/fn.73.1.f32
6. Сарчинська ТГ, редактор. Статистичний щорічник Чернівецької області за 2017 рік. Чернівці; 2018, с. 225-329.
7. Хамська ЛО, редактор. Статистичний щорічник Хмельницької області за 2017 рік. Хмельницький; 2018, с. 190-294.
8. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 639 від 10.12.2008р. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0048-09#Text>
9. Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 171 від 27.10.1997р. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98#Text>

Іванчук М.А.

Парадокс Сімпсона при статистичному аналізі результатів медичних досліджень

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua

Анотація. Мистецтво науки про дані полягає в тому, щоб бачити за межами даних — використовувати та розробляти методи та інструменти, щоб отримати уявлення про те, як виглядає ця прихована реальність. Парадокс Сімпсона демонструє важливість скептицизму та

інтерпретації даних щодо реального світу, а також небезпеку надмірного спрощення більш складної істини, намагаючись побачити всю історію з єдиної точки зору даних.

Ключові слова: парадокс Сімпсона, парадокс об'єднань, кореляційний аналіз, аналіз таблиць спряженості

Парадокс Сімпсона — парадокс у статистиці, коли за наявності двох груп даних, в кожній з яких спостерігається однаково спрямована залежність, за об'єднання цих груп ця залежність або зникає або змінює свій напрям на протилежний. Це явище вже давно визнається як теоретично можливе, особливо в галузі медичної статистики, проте реальних прикладів в літературі наведено небагато. Парадокс був описаний Едвардом Сімпсоном у 1951 році та Удні Юлом у 1903 році. Назву «парадокс Сімпсона» вперше запропонував Колін Бліт у 1972 році. Однак, оскільки Сімпсон не був першовідкривачем цього ефекту, деякі автори використовують безособові назви, наприклад, парадокс об'єднань.

Парадокс Сімпсона може ускладнити прийняття рішень. Можна ретельно вивчати, перегруповувати та повторювати вибірку даних, наскільки це можливо, але якщо з усіх різних категорій можна зробити кілька різних висновків, тоді вибір угруповання, з якого ми будемо робитися висновки, щоб отримати уявлення та розробити стратегії, є важливою і складною проблемою. Науковцю потрібно знати, що саме він шукає, і вибрати найкращу точку зору, яка дасть справедливе відображення істини [1].

Парадокс Сімпсона може виникати при кореляційному аналізі та аналізі таблиць спряженості.

Розглянемо дію парадоксу Сімпсона при кореляційному аналізі. Нехай, наприклад, вивчаються два параметри у пацієнтів з різними ступенями тяжкості деякої хвороби. При проведенні кореляційного аналізу виявляється прямий середній зв'язок між досліджуваними параметрами (Рис.1).

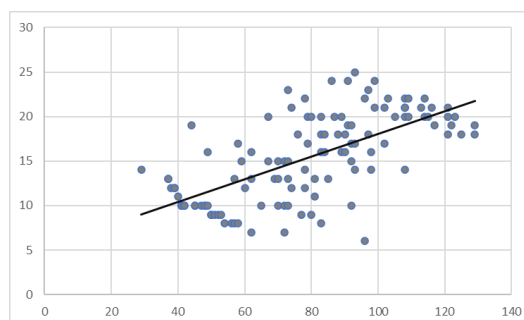


Рис. 1

Результати кореляційного аналізу об'єднаної вибірки. Зв'язок прямий, середній

Проте, якщо провести аналіз у кожній групі за ступенями важкості хвороби зокрема, може виявитися, що зв'язок у кожній групі є сильним оберненим. У даному випадку парадокс зумовлений тим, що обидва параметри мають більші значення в групах із зростанням ступеня тяжкості хвороби (Рис.2).

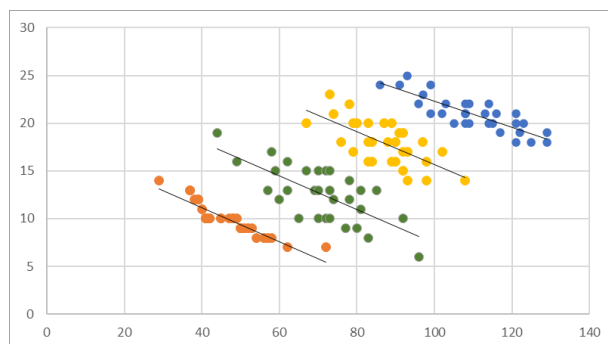


Рис. 2

Результати кореляційного аналізу даних, згрупованих за ступенем тяжкості хвороби. Зв'язок обернений, сильний

При аналізі таблиць спряженості та необхідно слідкувати за формуванням груп для аналізу. Одним з відомих випадків парадоксу Сімпсона в медицині є приклад лікування каменів в нирках [2]. Досліджували два типи лікування – відкриту хірургію (ВХ) та нову на той час черезшкірну нефролітотомію (ЧН). Результат був наступним (Таб.1):

Таблиця 1

Порівняння результатів лікування відкритою хірургією та черезшкірною нефролітотомією

	Відкрита хірургія	Черезшкірна нефролітотомія
Лікування успішне	273 (78%)	289 (83%)
Лікування неуспішне	77 (22%)	61 (17%)

На перший погляд здається, що нова методика черезшкірної нефролітотомії є більш успішною, проте при подальшому аналізі було виявлено, що при розподілі пацієнтів на групи в залежності від розміру каменів, результат виявляється протилежним – методика відкритої хірургії є більш успішною в обох групах (Таб.2).

Основна причина виникнення парадоксу в цій ситуації полягає у тому, що тип втручання обирався в залежності від розміру каменів – для маленьких каменів обирали переважно черезшкірну нефролітотомію, а для великих – відкриту хірургію. Тому важливо,

щоб під час проведення досліджень, що порівнюють два типи лікування, на вибір лікування не впливали такі характеристики пацієнтів, як наприклад вік або важкість стану.

Таблиця 2

Порівняння результатів лікування відкритою хірургією та черезшкірною нефролітотомією при групуванні даних за розміром каменів

		Відкрита хірургія	Черезшкірна нефролітотомія
Маленькі камені	Лікування успішне	81 (93%)	234 (83%)
	Лікування неуспішне	6 (7%)	36 (17%)
Великі камені	Лікування успішне	192 (73%)	55 (69%)
	Лікування неуспішне	71 (27%)	25 (31%)

Нещодавно вчені спостерігали ще один випадок парадоксу Сімпсона [3], в даному разі у випадку порівняння захворюваності вакцинованих та невакцинованих від COVID-19 громадян Ізраїлю [4]. В серпні 2021 року офіційні дані Ізраїльського уряду щодо кількості важких випадків хвороби серед вакцинованих та невакцинованих виглядали наступним чином (Таб.3)

Таблиця 3

Абсолютна кількість важких випадків серед вакцинованих та невакцинованих за даними Ізраїльського уряду

Важкі випадки	
не вакциновані	вакциновані
214	301

Тобто, згідно цих даних, 58,4% від важкохворих складають вакциновані особи. Дана статистика почала використовуватися антивакцинаторами в підтримку своїх ідей про неефективність вакцинації.

При врахуванні високого рівня вакцинації в країні, отримуємо: рівень тяжких випадків у невакцинованих осіб у 3,1 рази вище, ніж у повністю вакцинованих (Таб.4)

Таблиця 4

Все населення		Важкі випадки	
не вакциновані	вакциновані	не вакциновані	вакциновані
1302912 (18,2%)	5634634 (78,7%)	214 (16,4 на 100 тис.)	301 (5,3 на 100 тис.)

За цими даними можна визначити ефективність вакцини за формулою

$$E = 1 - \frac{V}{N}$$

де E – ефективність вакцини, V - рівень зараження на 100 тис. для повністю вакцинованих, N - рівень зараження на 100 тис. для невакцинованих. Отримуємо

$$E = 1 - \frac{V}{N} = 1 - \frac{5,3}{16,4} = 67,5\%$$

Отже, замість висновку за Таб.1 про те, що вакцинація не є ефективною, оскільки серед важкохворих 58,4% є вакцинованими, після стратифікації даних отримуємо, що ефективність вакцинації проти тяжкого перебігу захворювання складає 67,5%.

Проте, цей результат є значно меншим, ніж очікувані 95% ефективності повної вакцинації, і також вводить в оману, оскільки люди похилого віку мають більше шансів бути вакцинованими і за своєю природою мають більш високий ризик тяжкого захворювання. При проведенні стратифікації даних за віком, отримуємо, що насправді ефективність вакцини складає 85-92% (Таб.5).

Таблиця 5

Вікова група	Все населення		Важкі випадки		Ефективність вакцинації
	не вакциновані	вакциновані	не вакциновані	вакциновані	
Всі	1302912 (18,2%)	5634634 (78,7%)	214 (16,4 на 100 тис.)	301 (5,3 на 100 тис.)	67,5%
Молодші 50 років	116834 (23,3%)	3501118 (73,0%)	43 (3,9 на 100 тис.)	11 (0,3 на 100 тис.)	91,8%
Старші 50 років	186078 (7,9%)	2133516 (90,4%)	171 (91,9 на 100 тис.)	290 (13,6 на 100 тис.)	85,2%

Ключовими факторами, які сприяли виникненню парадоксу Сімпсона в даному прикладі були:

- Високий рівень вакцинації в країні (майже 80% усіх жителів >12 років)
- Вікова диспропорція щеплень (майже всі літні люди вакциновані, переважна більшість невакцинованих - молоді люди)
- Люди похилого віку на порядок частіше потрапляють у лікарню з респіраторним вірусом, ніж молоді люди

Висновок. В роботі було розглянуто парадокс Сімпсона - тенденція або результат, який присутній, коли дані об'єднуються в групи, який змінюється або

зникає, коли дані об'єднуються. Парадокс Сімпсона підкреслює потребу в хорошій інтуїції щодо реального світу і того, як більшість даних є скінченномірним уявленням набагато більшої та набагато складнішої області. Завдяки інтуїції можна виявити приховані змінні за допомогою дослідницького аналізу даних. Після чого дослідник повинен вирішити, чи розбити дані на окремі розподіли, чи об'єднати дані. Правильне рішення є цілком ситуативним, і це одна з причин того, що біостатистика існує на стику статистики та медицини: науковцю потрібно знати дані, і, що найважливіше, який результат він хоче отримати від даних, для того, щоб вибрати вірний підхід.

Список використаних джерел

1. Tom Grigg Simpson's Paradox and Interpreting Data. The challenge of finding the right view through data. URL <https://towardsdatascience.com/simpsons-paradox-and-interpreting-data-6a0443516765>
2. Charig CR, Webb DR, Payne SR, Wickham OE. Comparison of treatment of renal calculi by operative surgery, percutaneous nephrolithotomy, and extracorporeal shock wave lithotripsy. *BMJ* 1986;292: 879–82.
3. Семен Єсилевський В Ізраїлі все добре? Як антивакцинатори маніпулюють статистикою, 2021. URL <https://nv.ua/ukr/opinion/koronavirus-pro-shcho-govoryat-izrajilski-dani-pro-vakcinaciyu-ostanni-novini-50179749.html>
4. Jeffrey Morris Israeli data: How can efficacy vs. severe disease be strong when 60% of hospitalized are vaccinated?, 2021 URL https://www.covid-datascience.com/post/israeli-data-how-can-efficacy-vs-severe-disease-be-strong-when-60-of-hospitalized-are-vaccinated?fbclid=IwAR39vaaSIUX0xAjNVOAkYP5V_zeFFnjoP4uG51TtCZ2aSYUaWvdamp-CV4k

УДК 616.12-008.3-073.96

Іванчук П.Р., Тащук В.К., Гуменюк А.Л.

Турбулентність серцевого ритму, як маркер ризику настання небажаних серцевих подій у пацієнтів із коронарними і некоронарними захворюваннями серця

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

ivanchuk.pavlo@bsmu.edu.ua

Анотація. Оцінити зміни показників турбулентності серцевого ритму та просторової дисперсії фази реполяризації у пацієнтів з шлуночковими екстрасистолами (ШЕ) на фоні стабільної стенокардії напруги (ССН), постміокардитичним міокардіофіброзом (ПММФ), оцінити вплив гіпертонічної хвороби (ГХ), в порівнянні з пацієнтами без органічного ураження серця з діагнозом нейроциркуляторної дистонії (НЦД). Обстежено 40 пацієнтів у

наступному розподілі діагнозів: ССН, ПММФ, НЦД і ГХ, що зустрічалась в поєднанні з іншими патологіями. Всім пацієнтам проведено стандартний план обстежень, а також Холтерівське моніторування ЕКГ (ХМ ЕКГ) з аналізом електрокардіографічних змін та оцінкою параметрів турбулентності серцевого ритму ТО ("turbulence onset") і інтервалу дисперсії фази реполяризації "Треак-Тенд" (ТрТе). В усіх пацієнтів діагностовано наявність ШЕ і суправентрикулярних екстрасистол (СВЕ) за даними ХМ ЕКГ.

При проведенні аналізу змін показника ТО та тривалості інтервалу ТрТе було встановлено нормативний розподіл показника ТрТе ($65,0 \pm 6,19$ проти $90,43 \pm 2,77$ мс, $p < 0,001$) при функціональній (НЦД) проти органічної патології (ССН, ПММФ, ГХ) і наявної/відсутньої ССН ($100,0 \pm 3,72$ проти $78,5 \pm 3,34$ мс, $p < 0,001$), що може слугувати додатковим критерієм для виявлення прихованої структурної патології серця. В той же час пацієнти з функціональною патологією (НЦД) характеризуються нормативним розподілом показника початку турбулентності ("turbulence onset", $ТО < 0\%$, $p < 0,05$) проти груп з органічним ураженням міокарда (ССН, ПММФ) за наявних ШЕ. Одночасно розбіжностей в групах наявної/відсутньої ССН або ПММФ, в тому числі на фоні впливу ГХ, виявлено не було, всі показники продемонстрували несприятливий прогностичний розподіл початку турбулентності ($ТО > 0\%$) в умовах структурного ураження серця.

Аналіз розподілу показника ТрТе свідчить про мінімальний вплив функціональної патології на зниження значення ТрТе ($p < 0,001$) проти органічної патології (ССН, ПММФ, ГХ, ШЕ), що може бути корисним при виявленні прихованої структурної патології серця.

Ключові слова: турбулентність серцевого ритму, дисперсія реполяризації, стабільна стенокардія напруги, постміокардитичний міокардіофіброз, артеріальна гіпертензія, шлуночкова екстрасистоля.

Вступ. Захворювання органів серцево-судинної системи зберігають чільну позицію серед причин інвалідизації і смертності населення, тому пошук нових прогностичних можливостей їх діагностики і попередження є актуальним завданням на сьогодні. Незважаючи на широкий спектр діагностичних методів об'єктивізації захворювань серцево-судинної системи, ключовим методом оцінки ритму серця і електричних процесів в міокарді залишаються електрокардіографія (ЕКГ) і холтерівський моніторинг (ХМ) ЕКГ. Багаточисельні дослідження свідчать про те, що ці методи разом з клінічною оцінкою і ехокардіографією, можуть використовуватись для стратифікації ризику виникнення

фатальних серцевих подій. Перевага електрокардіографічних діагностичних методів полягає у їх відносно невисокій вартості і неінвазивності.

Метод ЕКГ надає можливість проаналізувати турбулентність серцевого ритму (ТСР) з оцінкою показників початку турбулентності (“turbulence onset”, TO) і нахилу турбулентності (“turbulence slope”, TS) та просторової дисперсії реполяризації за оцінки змін незалежних маркерів дисперсії міокарда (“Tpeak-Tend” (TpTe) та TpTe/QT), особливо у популяціях з високим ризиком і оцінити їх прогностичне значення у пацієнтів з шлуночковими екстрасистолами (ШЕ) та супутньою патологією серця в розвитку раптової серцевої смерті (РСС) [2, 4, 7, 14, 19, 23].

У наукометричних базах існують чисельні дослідження щодо аналізу параметрів ТСР, визначене їх прогностичне значення при ураженнях серцево-судинної системи та загальносоматичних захворюваннях [4, 5, 20, 10].

Доведені деякі обмеження використання ТСР, як предиктору ризику смерті – по-перше, оцінка ТСР вимагає наявності синусового ритму, пацієнтів з відсутністю синусового ритму, наприклад, при фібриляції передсердь (ФП), виключають з досліджень, хоча відомо, що ФП значно збільшує ризик смерті, по-друге, в більшості досліджень ТСР літні пацієнти (віком >75 рр) виключалися, оскільки, як доведено в дослідженні ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction), вегетативна система втрачає частину своєї прогностичної цінності з віком [12]. Оцінка ТСР також має на увазі наявність ШЕ і в більшості досліджень пацієнти без ШЕ виключені з аналізу [25].

Прогностичною ознакою несприятливої події визнана оцінка тривалості інтервалу TpTe, що є новим маркером змін реполяризації шлуночків, дослідження якого асоціюються з визначенням підвищеного ризику виникнення шлуночкових аритмій та смертністю [8, 16, 11].

Інтервал TpTe – це параметр для оцінки змін реполяризації в лівому шлуночку, при цьому подовження даного інтервалу демонструє підвищену схильність до шлуночкових аритмій. С. Antzelevitch [6] дослідив, що у міокарді шлуночків існують три електрофізіологічні окремі типи клітин, які включають ендокардіальні, епікардіальні та субендокардіальні М-клітини, саме особливості електричної активності у М-клітинах відповідають за тривалість інтервалу TpTe [14]. Це пояснюється наступним, коли епікард повністю реполяризується, а М-клітини все ще перебувають у процесі реполяризації, що й робить їх більш чутливими до ранньої постдеполяризації, в свою чергу, рання постдеполяризація може призвести до механізму «re-entry», тому тривалий інтервал TpTe, ймовірно, може збільшити ризик аритмогенезу шлуночків [8].

Мета дослідження. Оцінити зміни турбулентності серцевого ритму та особливостей розподілу інтервалів початку турбулентності (ТО) і дисперсії реполяризації (TrTe) за стабільної стенокардії (ССН), постміокардитичного міокардіофіброзу (ПММФ), нейроциркуляторної дистонії та за впливу гіпертонічної хвороби в умовах шлуночкової екстрасистолії.

Матеріал і методи. Було обстежено 40 пацієнтів, які звернулися на кафедру внутрішньої медицини, фізичної реабілітації та спортивної медицини Буковинського державного медичного університету зі скаргами на кардіалгії неуточненого генезу. Клініко-інструментальне обстеження включало: вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС), артеріального тиску (АТ), реєстрацію ЕКГ в 12 відведеннях, проведення ХМ ЕКГ і велоергометрії (ВЕМ). В усіх пацієнтів діагностовано наявність ШЕ і суправентрикулярних екстрасистол (СВЕ) за даними ХМ ЕКГ. Всім пацієнтам виконано біохімічний аналіз крові, включаючи ліпідограму. За результатами клінічних обстежень пацієнти розділені на групи зі стабільною стенокардією (ССН, 1-ша група), міокардитичним міокардіофіброзом (ПММФ, 2-га група), нейроциркуляторною дистонією (НЦД, 3-тя група) і гіпертонічною хворобою (ГХ, 4-та група), що зустрічалась в поєднанні з ССН або ПММФ.

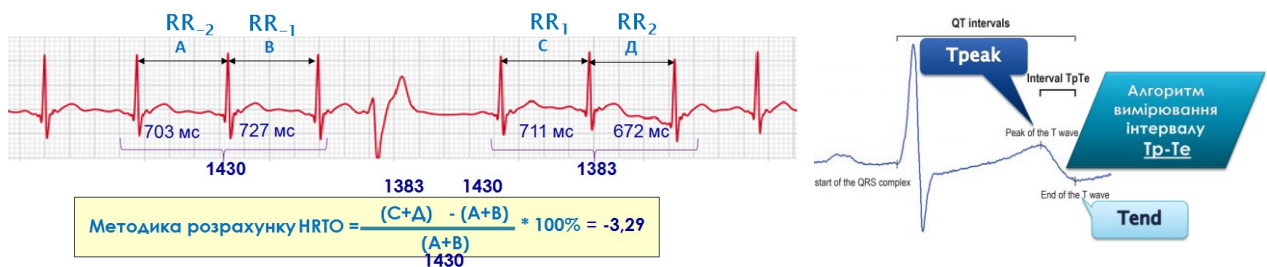


Рис. 1 Методики розрахунку параметрів турбулентності серцевого ритму (“ТО”) [3, 23] і просторової дисперсії фази реполяризації (“TrTe”) [18]

Всім хворим виконане ХМ ЕКГ з аналізом електрокардіографічних змін та оцінкою параметрів турбулентності серцевого ритму, показників ТО і TrTe (рис. 1). Для аналізу ТСР у дослідних групах визначали показник турбулентності серцевого ритму - heart rate turbulence onset (HRT0) за наступною формулою:

$$HRT0 = (RR_1 + RR_2) - (RR_{-2} + RR_{-1}) / (RR_{-2} + RR_{-1}) \times 100 [\%],$$

де RR_{-2} і RR_{-1} - інтервали перед ШЕ/СВЕ, RR_1 і RR_2 - два RR інтервали, які йдуть відразу за компенсаторною паузою.

Згідно прийнятих критеріїв, показник $HRT0 < 0\%$ вважався нормою.

Отримані показники порівнювали в групах 1, 2, 3, 4.

Для оцінки реполяризації міокарду, інтервал TrTe вимірювали від піку хвилі T до кінця хвилі T (рис. 1). Кінець хвилі T визначався як перетин дотичної до схилю хвилі T та ізоелектричної лінії.

Для розрахунку значень користувались пакетом Microsoft Office Excel з дослідженням вибіркового середнього значення, стандартної похибки середнього, визначали достовірність розбіжностей кількісних параметрів при використанні «нульової» гіпотези за парного t-критерію Student для двох залежних/незалежних вибірок та нормального розподілу масивів і t-критерію Wilcoxon при розподілі, що відрізнявся від нормального.

Власні результати дослідження.

За результатами клінічних обстежень всіх 40 пацієнтів було розподілено на наступні групи: ССН (20%), ПММФ (47%), НЦД, (20%) і ГХ, що реєструвалась у хворих на ССН і ПММФ в 23% випадків, як наведено на рисунку 2. Згідно результатів проведення ХМ ЕКГ у всіх пацієнтів 100% діагностовано наявність ШЕ і СВЕ.

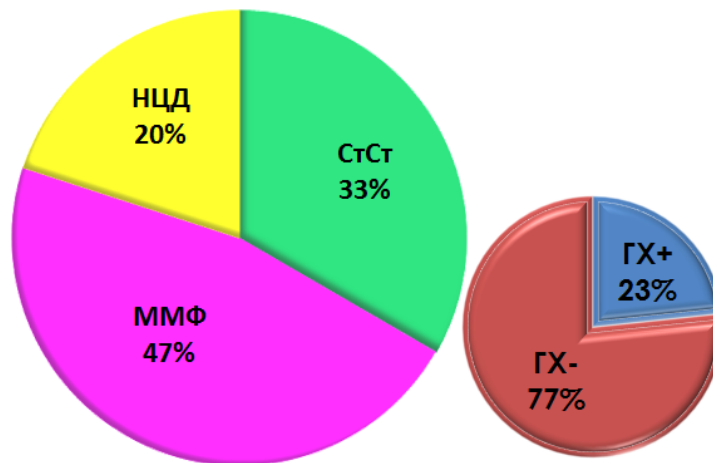


Рис. 2 Розподіл пацієнтів залежно визначених клінічних діагнозів.

Основною задачею було визначення змін ТСР та особливостей розподілу інтервалу TrTe (регіональний показник дисперсії реполяризації серця) у пацієнтів з ССН, ПММФ, НЦД та оцінки впливу ГХ. Було встановлено подовження інтервалу TrTe за наявної/відсутньої ССН ($100,0 \pm 3,72$ проти $78,5 \pm 3,34$ мс, $p < 0,001$), що є актуальним з огляду на зв'язок подовження інтервалу TrTe, що є ознакою дисперсії реполяризації [22], зі збільшенням ризику серцево-судинної смерті. Оскільки інтервал TrTe опосередковано показує різницю реполяризації серця, а отже може демонструвати трансмуральну дисперсію реполяризації через тривалу реполяризацію М-клітин субендокарда [22]. Зростання показника TrTe часто буває пов'язане зі злоякісними шлуночковими аритміями, синдромом Бругада, коронарна хвороба серця,

серцева недостатність, аритмогенна кардіоміопатія правого шлуночка, вазоспастична стенокардія, цироз печінки тощо [9].

Одночасно власні результати свідчать, що наявна НЦД в розподілі показника TrTe більш сприятлива, ніж всі інші діагнози (ССН, ПММФ, ГХ) стосовно зменшення інтервалу TrTe ($65,0 \pm 6,19$ проти $90,43 \pm 2,77$ мс, $p < 0,001$). У групах з наявним/відсутнім діагнозом ПММФ ($84,28 \pm 2,91$ проти $86,0 \pm 5,58$ мс, $p > 0,5$) та ГХ ($87,27 \pm 7,14$ проти $83,88 \pm 2,81$ мс, $p > 0,5$) не було встановлено відмінності показника TrTe, а отже ішемічний вплив на збільшення ризику шлуночкових аритмій через зміни реполяризації клітин міокарда має вирішальну роль. Отже слід зазначити, що проведене дослідження підтримує погляд на роль інтервалу TrTe в якості незалежного фактору ризику виникнення РСС у хворих з кардіальною патологією, зручного інструменту стратифікації ризику серцево-судинних захворювань, що дозволяє підвищити точність сучасних моделей прогнозування ризику [22]. У порівнянні найкоротшого показника TrTe проти найдовшого (маркера значного зростання ризику розвитку РСС), встановленим розподілом є TrTe ≥ 90 мс проти < 50 мс (зоною ризику для РСС є показники TrTe більше 70-80-100 мс). Рекомендованим для аналізу в цьому випадку є відведення avR, що має більш загальну репрезентативність про стан міокарда. Власні результати, як і дані літератури [14], свідчать про наявність подовженого інтервалу TrTe у групах високого ризику, особливо зі структурними захворюваннями серця.

Проводячи аналіз параметрів ТСР, при вивченні показника ТО у групах з ССН, ПММФ, НЦД, та за впливу ГХ. Значення ТО наступним за ШЕ визнано нормативним в розподілі $ТО < 0\%$ і патологічним при $ТО > 0\%$ [4]. Згідно цього було сформовано дві групи (нормативна і патологічна) з достовірним розходженням показника ТО ($-0,040 \pm 0,0113$ проти $0,062 \pm 0,0159$ %, $p < 0,001$). Достовірно нормативним розподілом ТО характеризувались пацієнти з НЦД проти груп з органічним пошкодженням міокарда (негативний $-0,022 \pm 0,0198$ проти позитивного $0,030 \pm 0,0163$ %, $p < 0,05$). В той же час, розбіжності в групах наявної/відсутньої ССН ($0,027 \pm 0,0208$ проти $0,015 \pm 0,0183$ %, $p > 0,5$) та/або ПММФ ($0,031 \pm 0,0238$ проти $0,008 \pm 0,0157$ %, $p > 0,2$), в тому числі залежно впливу ГХ ($0,013 \pm 0,0186$ проти $0,022 \pm 0,0198$ %, $p > 0,5$) виявлено не було, всі показники були позитивними і продемонстрували рівень $ТО > 0\%$. За наявності структурних захворювань серця – ССН, ПММФ та ГХ завжди спостерігався несприятливий розподіл ТСР, що може прогнозувати ризик РСС [13].

Вперше феномен ТСР був описаний в 1999 році [21], та запропоновано для дослідження 2 параметри ТСР: ТО (початок турбулентності – “turbulence onset”) і TS (нахил турбулентності – “turbulence slope”), ТО - величина збільшення частоти синусового ритму слідом за ШЕ, а TS

- інтенсивність уповільнення синусового ритму, наступного за його почастішанням, а отже значення $TO < 0\%$ і $TS > 2,5$ мс/RR вважаються нормальними і, відповідно, $TO > 0\%$ і $TS < 2,5$ мс/RR – патологічними [4, 23].

У дослідженні ATRAMI було встановлено прогностичне значення TSP при стратифікації ризику летальної зупинки серця [12]. У 2014 р. D.C. Yin з колегами провели дослідження спрямоване на оцінку клінічної значущості параметрів TSP для побудови прогнозу у пацієнтів з хронічною серцевою недостатністю (ХСН). Результати показали, що у пацієнтів із ХСН спостерігались вищі показники TO, ніж у здорових суб'єктів, але рівень TS у хворих на ХСН був нижчим, ніж у контрольної групи [25].

Отже, на основі отриманих результатів, можна стверджувати, що патологічні зміни TSP у пацієнтів з ШЕ, а саме зростання показника TO (норма $< 0\%$) більше нуля характерні саме для порушень ритму на фоні органічного ураження серця, що в подальшому означає підвищений ризик шлуночкових аритмій та смертності, як і виявлене подовження інтервалу TrTe за наявної ССН (100,0 мс і більше), а показники прогнозують навіть регоспіталізацію та ризик РСС у пацієнтів із ХСН [24].

Висновки:

1. Аналіз розподілу показника TrTe свідчить про більш сприятливий вплив функціональної патології стосовно зменшення інтервалу TrTe ($p < 0,001$) проти органічної патології (стабільна стенокардія, міокардитичний міокардіофіброз, гіпертонічна хвороба, шлуночкова екстрасистоля), а отже у виявленні груп високого ризику, включаючи структурні захворювання серця.

2. Пацієнти з функціональною патологією (нейроциркуляторна дистонія) характеризуються нормативним розподілом показника початку турбулентності (“turbulence onset”, $TO < 0\%$, $p < 0,05$) проти груп з органічним пошкодженням міокарда (стабільна стенокардія, міокардитичний міокардіофіброз) за наявних шлуночкових екстрасистол, розбіжностей в групах наявної/відсутньої стабільної стенокардії або міокардитичного міокардіофіброзу, в тому числі залежно впливу гіпертонічної хвороби виявлено не було, всі показники продемонстрували несприятливий прогностичний розподіл початку турбулентності ($TO > 0\%$).

Список використаних джерел

1. Витриховський АІ. Особливість варіабельності серцевого ритму пацієнтів з ішемічною хворобою серця та наявними факторами ризику серцево-судинних захворювань за шкалою SCORE та супутнім явищем

- турбулентності серцевого ритму. Галицький лікарський вісник. 2016; 23 (3): 30-35. DOI: <https://doi.org/10.21802/gmj.2016.3.43>.
2. Савчук НВ. Вплив проведеної реваскуляризації шляхом стентування на показники варіабельності та турбулентності серцевого ритму у хворих на ХСН після перенесеного інфаркту міокарда. Клінічна та експериментальна патологія. 2016;15 (1): 123-128. DOI: <https://doi.org/10.24061/1727-4338.XV.1.55.2016.28>
 3. Середюк НМ, Середюк ВН, Передрук ТВ, Сарапук ОР, Деніна РВ. Терапевтична ефективність комплексних гомеопатичних засобів аккардіум і сольвенцій у хворих на ішемічну хворобу серця. Мистецтво лікування. 2009; 6: 71-74. Доступно: <http://www.health-medix.com/articles/mistetzvo/2009-09-01/71-74.pdf>
 4. Фуштей ИМ, Голдовский БМ, Сидь ЕВ. Перспективы оценки турбулентности сердечного ритма как предиктора фатальных аритмий у пациентов после острого инфаркта миокарда. Медицина неотложных состояний. 2016; 3: 121-125. Доступно: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Medns_2016_3_17
 5. Abdelghani SA, Rosenthal TM, Morin DP. Surface Electrocardiogram Predictors of Sudden Cardiac Arrest. *Ochsner. J.* 2016; 16(3):280-9. Access mode: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5024811/>
 6. Antzelevitch C. M Cells in the Human Heart. *Circ. Res.* 2010; 106(5): 815–817. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.109.216226
 7. Bauer A, Malik M, Schmidt G, Barthel P, Bonnemeier H, Cygankiewicz I et al. Heart Rate Turbulence: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use: International Society for Holter and Noninvasive Electrophysiology Consensus. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 52(17): 1353-65. DOI:10.1016/j.jacc.2008.07.041
 8. Conlon R, Tanner R, David S, Szeplaki G, Galvin J, Keaney J et al. Evaluation of the Tp-Te Interval, QTc and P-Wave Dispersion in Patients With Coronary Artery Ectasia. *Cardiol. Res.* 2017; 8(6): 280-285. DOI: 10.14740/cr631w
 9. Cosgun A, Oren H. Variation of the T-wave peak-end interval and heart rate variability values in healthy males and females at various hours of the same day, and relationship of them. *J. Arrhythm.* 2020; 36(1): 118–126. DOI: 10.1002/joa3.12296
 10. D'Addio G, De Felice A, Insalaco G, Romano M, Cesarelli M. Effects of pathological respiratory pattern on heart rate turbulence in sleep apnea. *Stud Health Technol Inform.* 2014; 205: 506-10. Access mode: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25160236>
 11. Dogan U, Yavas G, Tekinalp M, Yavas C, Ata OY, Ozdemir K. Evaluation of the acute effect of palonosetron on transmural dispersion of myocardial repolarization. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2012; 16(4): 462-8. Access mode: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22696873>
 12. Ghuran A, Reid F, La Rovere MT, Schmidt G, Bigger JT Jr, Camm AJ et al. Heart rate turbulence-based predictors of fatal and nonfatal cardiac arrest (The Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction substudy). *Am. J. Cardiol.* 2002; 89(2): 184-90. DOI: 10.1016/s0002-9149(01)02198-1
 13. Gimeno-Blanes FJ, Blanco-Velasco M, Barquero-Pérez Ó, García-Alberola A, Rojo-Álvarez JL. Sudden cardiac risk stratification with electrocardiographic indices - a review on computational processing, technology transfer, and scientific evidence. *Front. Physiol.* 2016; 7(82): 1-17. DOI: 10.3389/fphys.2016.00082
 14. Karim Talib A, Sato N, Sakamoto N, Tanabe Y, Takeuchi T, Saijo Y. et al. Enhanced transmural dispersion of repolarization in patients with J wave syndromes. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2012; 23(10): 1109-14. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2012.02363.x
 15. Khaper N, Bailey CDC, Ghugre NR, Reitz C, Awosanmi Z, Waines R. et al. Implications of disturbances in circadian rhythms for cardiovascular health: A new frontier in free radical biology. *Free Radic. Biol. Med.* 2018; 119: 85-92. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2017.11.006.
 16. Kors JA, Ritsema van Eck HJ, van Herpen G. The meaning of the Tp-Te interval and its diagnostic value. *J. Electrocardiol.* 2008; 41(6): 575-80. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2008.07.030.

17. Lombardi F., Stein Ph.K. Origin of Heart Rate Variability and Turbulence: An Appraisal of Autonomic Modulation of Cardiovascular Function. *Front. Physiol.* 2011; 2: 95. DOI: 10.3389/fphys.2011.00095
18. Salgado AA, Barbosa PRB, Ferreira AG, de Souza Segrégio Reis CA, Terra C. Prognostic Value of a New Marker of Ventricular Repolarization in Cirrhotic Patients. *Arq. Bras. Cardiol.* 2016; 107(6): 523-531. DOI: 10.5935/abc.20160181.
19. Saour BM, Wang JH, Lavelle MP, Mathew RO, Sidhu MS, Boden WE et al. TpTe and TpTe/QT: novel markers to predict sudden cardiac death in ESRD? *J. Bras. Nefrol.* 2019; 41(1): 38–47. DOI: 10.1590/2175-8239-JBN-2017-0021
20. Schaeffer BN, Rybczynski M, Sheikhzadeh S, Akbulak RÖ, Moser J, Jularic M et al. Heart rate turbulence and deceleration capacity for risk prediction of serious arrhythmic events in Marfan syndrome. *Clin. Res. Cardiol.* 2015; 104(12): 1054-63. DOI: 10.1007/s00392-015-0873-9.
21. Schmidt G, Malik M, Barthel P, Schneider R, Ulm K, Rolnitzky L et al. Heart-rate turbulence after ventricular premature beats as a predictor of mortality after acute myocardial infarction. *Lancet* 1999; 353: 1390–6. DOI: 10.1016/S0140-6736(98)08428-1
22. Vehmeijer JT, Koyak Z, Vink AS, Budts W, Harris L, Silversides CK et al. Prolonged Tpeak-Tend interval is a risk factor for sudden cardiac death in adults with congenital heart disease. *Congenit Heart Dis.* 2019; 14(6): 952–957. DOI: 10.1111/chd.12847
23. Watanabe MA. Heart Rate Turbulence: A Review. *Indian Pacing Electrophysiology J.* 2003; 3(1): 10. Access mode: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1555628/
24. Yamada S, Yoshihisa A, Sato Y, Sato T, Kamioka M, Kaneshiro T et al. Utility of heart rate turbulence and T-wave alternans to assess risk for readmission and cardiac death in hospitalized heart failure patients. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2018; 29(9): 1257-1264. DOI: 10.1111/jce.13639.
25. Yin DC, Wang ZJ, Guo S, Xie HY, Sun L, Feng W et al. Prognostic significance of heart rate turbulence parameters in patients with chronic heart failure. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2014; 14: 50. DOI: 10.1186/1471-2261-14-50.

Крячкова Л.В., Коробко М.Ю., Сімон К.І., Кротова Л.О.

Доцільність застосування логістичного регресійного аналізу у медико-біологічних дослідженнях

Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро, Україна

social.medicine.pg@dma.dp.ua

Під час проведення медико-біологічних досліджень перед науковцями, в тому числі і здобувачами третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти різних спеціальностей галузі знань 22 «Охорона здоров'я», постає завдання щодо застосування методів статистичного аналізу які відповідають поставленим у роботі цілям та завданням.

Оскільки проблеми, що вирішуються дослідниками у сфері охорони здоров'я є переважно складними, багатокomпонентними проблемами, виникає потреба у застосуванні багатомірного статистичного аналізу [3, 5].

Серед найбільш затребуваних методів багатовимірної статистики є логістичний регресійний аналіз, який використовується переважно для моделювання залежності між низкою змінних, прогнозування та оцінки результатів [1, 2, 4].

Вибір методу логістичної регресії часто обумовлений тим, що необхідно досліджувати зв'язок бінарної ознаки (наприклад, є поліпшення або ні 0) з однією або декількома кількісними (прогностичними) ознаками. Саме те, що зазвичай результати медичних втручань можна описати у вигляді бінарної ознаки і призводить до широкого вжитку саме даного статистичного методу аналізу.

Доволі часто на практиці у медико-біологічних дослідженнях використовується бінарна логістична регресія (binary logistic regression) для оцінки ймовірності результату події (прогнозування виникнення певних подій – ускладнень, одужання тощо), коли залежна змінна є бінарною (дихотомічною), що змінюється в діапазоні від 0 до 1 [4, 6].

Проста логістична регресія використовується для оцінки зв'язку між однією безперервною або категоріальною предикторною змінною та однією категоріальною, зазвичай бінарною змінною відгуку. Наприклад, досліднику необхідно спрогнозувати виникнення інфаркту міокарда за даними щодо тривалості наявної артеріальної гіпертензії.

Множинна логістична регресія використовується для оцінки зв'язку між двома або більше безперервними або категоріальними предикторними змінними та однією категоріальною змінною відгуку. Наприклад, досліднику необхідно спрогнозувати виникнення інфаркту міокарда за даними про наявність артеріальної гіпертензії, паління, його тривалості, віку та статі пацієнта.

Мультиноміальна (поліхотомічна) логістична регресія застосовуються, коли є категоріальна (якісна) залежна змінна з більш ніж двома градаціями (категоріями). Наприклад, є одне із трьох захворювань спини: грижа поперекового диска, хронічний біль у нижній частині спини або гострий біль. Коли градації залежної змінної ординальні чи впорядковані (тобто легкий, помірний чи сильний біль), застосовується порядкова логістична регресія [6].

Існує декілька способів знаходження коефіцієнтів логістичної регресії. Найчастіше використовують метод максимальної правдоподібності. Логістичний регресійний аналіз реалізований у пакетах різних статистичних програм (Statistica, SPSS та ін.), у т.ч в он-лайн калькуляторах, зокрема <https://acetabulum.dk/logreg.html>, <http://statpages.info/logistic.html> тощо.

Отже велика розповсюдженість логістичного регресійного аналізу у медико-біологічних дослідженнях обумовлена тим, що саме за допомогою логістичного рівняння

можна спрогнозувати ймовірність настання досліджуваної події, цей метод дозволяє знайти приховані та неочевидні закономірності у великих масивах різнородних даних, розробити модель, яка найкраще підходить дослідницьким цілям.

Список використаних джерел

1. Гарганеева Н. П., Леонов В. П. Логистическая регрессия в анализе связи артериальной гипертензии и психических расстройств. *Медицинский журнал*. 2001. № 3-4. С. 42-48 URL: <http://www.biometrika.tomsk.ru/lib/psycho3.htm>
2. Григорьев С.Г. , Лобзин Ю.В., Скрипченко Н.В. Роль и место логистической регрессии и ROC-анализа в решении медицинских диагностических задач. *Журнал инфектологии*. 2016. № 8(4). С. 36-45. URL: <http://journal.niidi.ru/jofin/article/download/525/493>
3. Грузева Т.С., Лехан В.М., Огнев В.А. та ін. Біостатистика: підручник для студентів; за ред. Т.С. Грузевої. Вінниця: Нова Книга, 2020. 384 с.
4. Леонов В.П. Логистическая регрессия в медицине и биологии. URL: http://www.biometrika.tomsk.ru/logit_0.htm
5. Bland M. An Introduction to Medical Statistics. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2000. 405 p.
6. Lang T.A., Secic M. How to Report Statistics in Medicine: Annotated Guidelines for Authors, Editors, and Reviewers. 2nd ed. American College of Physicians: ACP Press, 2006. 490 p.

УДК : 611.127.018.2.08:004.982

Малик Ю.Ю., Пентелейчук Н.П., Семенюк Т.О.

Метод тривимірної реконструкції при морфологічному дослідженні несправжніх сухожилкових струн лівого шлуночка серця людини

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

malyk.yuliiia@bsmu.edu.ua

Анотація. У статті представлені результати макроскопічного і мікроскопічного дослідження несправжніх сухожилкових струн лівого шлуночка серця людини та продемонстровані тривимірні моделі їх просторової організації, які дали можливість візуалізувати просторові відносини структурних компонентів сухожилкових струн та визначити особливості та відмінності їх структурної організації.

Ключові слова: лівий шлуночок, несправжні сухожилкові струни, тривимірна реконструкція.

Вступ. Серцево-судинні захворювання є основною причиною смерті в Україні та у

всьому світі. За оцінками, у 2019 році від серцево-судинних захворювань померло 17,9 мільйона людей, що становить 32% усіх смертей у світі. Важливим є раннє виявлення серцево-судинних захворювань, щоб можна було якомога раніше розпочати лікування [1]. Тому детальне дослідження внутрішнього рельєфу серця на макро- і мікроскопічному рівні з метою виявлення причин і розуміння патогенетичних механізмів виникнення захворювань серцево-судинної системи залишаються актуальними. Гістологічний метод дослідження дозволяє вивчати невидимі структури внутрішньої топографії зразка та надає можливість досліджувати тканини на клітинному рівні, однак спостереження окремих забарвлених зрізів дає лише часткове розуміння нормальних і аномальних тканин. Метод тривимірної реконструкції був запроваджений з метою подолання обмежень досліджень зрізів тільки в одній площині. Тривимірне медичне зображення відкрило безцінні можливості для зв'язку макроскопічної інформації з основними мікроскопічними властивостями тканин шляхом встановлення просторових відповідностей [2, 3].

Мета роботи – вивчити морфологічні властивості несправжніх сухожилкових струн лівого шлуночка серця людини комплексом морфологічних методів дослідження та використовуючи метод тривимірної реконструкції.

Матеріали і методи. Були використані для дослідження макроскопічний метод, методи світлової мікроскопії та тривимірної реконструкції. Матеріалом для дослідження були несправжні сухожилкові струни лівих шлуночків, виявлені в 15 серцях людей зрілого віку. Дослідження виконані з дотриманням «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ІСН GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС №609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України №690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р.

Результати. При макроскопічному дослідженні несправжні сухожилкові струни представляли собою тяжі, які, на відміну від типових сухожилкових струн, не фіксувалися до стулок мітрального клапана, а ектопічно прикріплювалися до вільних стінок шлуночка, міжшлуночкової перегородки або соскоподібних м'язів. Несправжні сухожилкові струни мали поперечну, діагональну або поздовжню локалізацію у порожнині шлуночка. Товщина несправжніх сухожилкових була від 0,7 до 3 мм, довжина їх різнилась від 17 мм до 38 мм.

Дослідження несправжніх сухожилкових струн виконані за допомогою світлової мікроскопії показали, що вони ззовні вистелені ендотелієм, під яким розташований підендотеліальний шар, який утворений пухкою волокнистою сполучною тканиною з

розташованими в ній клітинами фібробластичного ряду та еластичними волокнами у великій кількості.

Внутрішній стрижень несправжніх сухожилкових струн мав відмінності у гістологічній будові. Зокрема, при мікроскопічному дослідженні у 23 % траплялися несправжні сухожилкові струни, стрижень яких був утвореним лише серцевими м'язовими клітинами. Такі струни вважались несправжніми сухожилковими струнами м'язового типу. Прямолінійно впорядковані та щільно упаковані пучки колагенових волокон формували центральний стрижень 27 % несправжніх сухожилкових струн. Між пучками колагенових волокон траплялися фіброласти та фіброцити. За гістологічною будовою такі несправжні сухожилкові струни віднесено до фіброзного типу. У 50 % стрижень несправжніх сухожилкових струн формували не тільки скоротливі серцеві м'язові клітини, які об'єднані в тяжі неправильної форми, але й прямолінійно впорядковані і щільно упаковані пучки колагенових волокон і клітини фібробластичного ряду. Серцеві м'язові клітини найчастіше виявлялися як острівці у місцях прикріплення до соскоподібних м'язів, до стінки лівого шлуночка, або простягалися вздовж всієї струни. Такі несправжні сухожилкові струни віднесені до фіброзно-м'язового типу. В центральних стрижнях несправжніх сухожилкових струнах фіброзно-м'язового та м'язового типу також виявлені елементи провідної системи серця.

Методом тривимірної реконструкції створено моделі просторової будови несправжньої сухожилкової струни лівого шлуночка серця людини. Тривимірні моделі надали можливість відтворити форму і характер поверхні несправжніх сухожилкових струн, а також візуалізувати просторову взаємодію структурних компонентів їх внутрішнього вмісту, також було розраховано параметри відносної площі, яку ці структурні компоненти займають у складі сухожилкової струни.

Створена просторова модель вказує на те, що остов несправжньої сухожилкової струни утворений центральними колагеновими стрижнями, які оточені периферійно шаром пухкої неоформленої волокнистої сполучної тканини (рис. 1).

В несправжній сухожилковій струні спостерігалось від двох до чотирьох центральних стрижней. Пучки колагенових волокон в стрижнях не щільно упаковані, переходять з одного в інший вздовж осі струни. Кількість стрижнів по ходу несправжньої сухожилкової струни змінювалася. Центральні стрижні розділені між собою тонкими прошарками пухкої волокнистої сполучної тканини, в яких проходять дрібні кровоносні судини, які анастомозують між собою і представлені в основному прекапілярними артеріолами та капілярами (рис. 2).

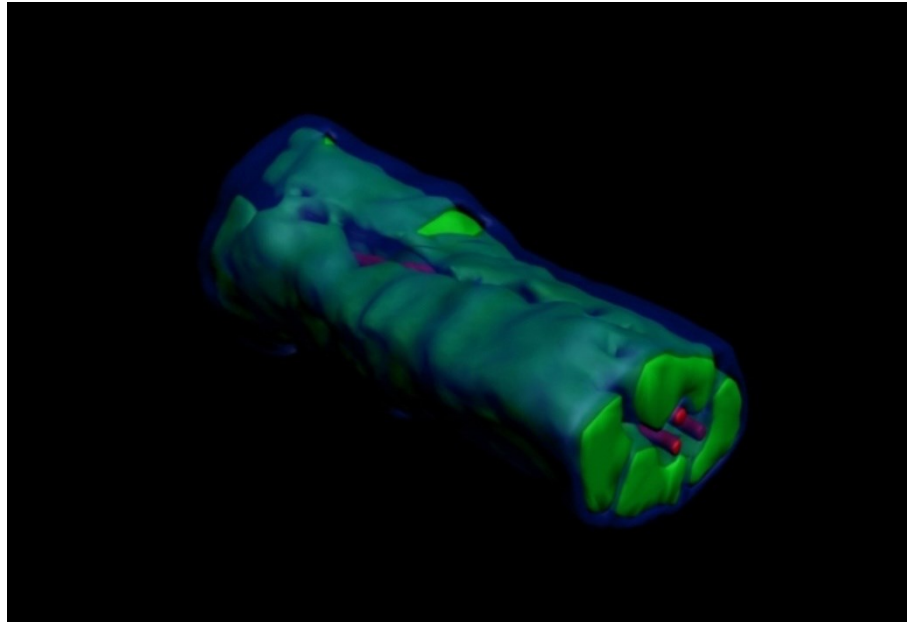


Рис. 1. Тривимірна модель несправжньої сухожилкової струни лівого шлуночка серця людини. Зелений колір – центральні колагенові стрижні струни; прозоро-блакитний колір – підендотеліальний периферійний колагеново-еластичний шар; рожевий колір – кровоносні судини.

Проведений аналіз співвідношення відносної площі складових несправжньої сухожилкової струни в зрізах виявив, що відносна площа яку займають центральні колагенові стрижні змінюється по ходу струни з 59,8 % на одному кінці до 50,1 % на протилежному, а площа периферійного пухкого колагеново-еластичного шару несправжньої сухожилкової струни змінюється з 35,3 % до 46,3 % відповідно.

У серединному відділі лівого шлуночка серця людини спостерігались переважно несправжні сухожилкові струни фіброзно-м'язового типу. У верхівковому відділі лівого шлуночка найбільше локалізувалось несправжніх сухожилкових струни м'язового типу. Товщина несправжніх сухожилкових струн фіброзного типу становила від 0,7 мм до 1,5 мм. Товщина несправжніх сухожилкових струн фіброзно- м'язового типу - від 1,5 мм до 2,5 мм. Несправжні сухожилкові струни м'язового типу були завтовшки від 2,0 мм до 3,0 мм.

Висновки. Світлооптичний метод дослідження дозволив визначити, що за гістологічною будовою несправжні сухожилкові струни лівого шлуночка поділяються на струни м'язового, фіброзно-м'язового та фіброзного типів. Отримані тривимірні моделі просторової організації несправжніх сухожилкових струн підтверджують результати гістологічного дослідження.

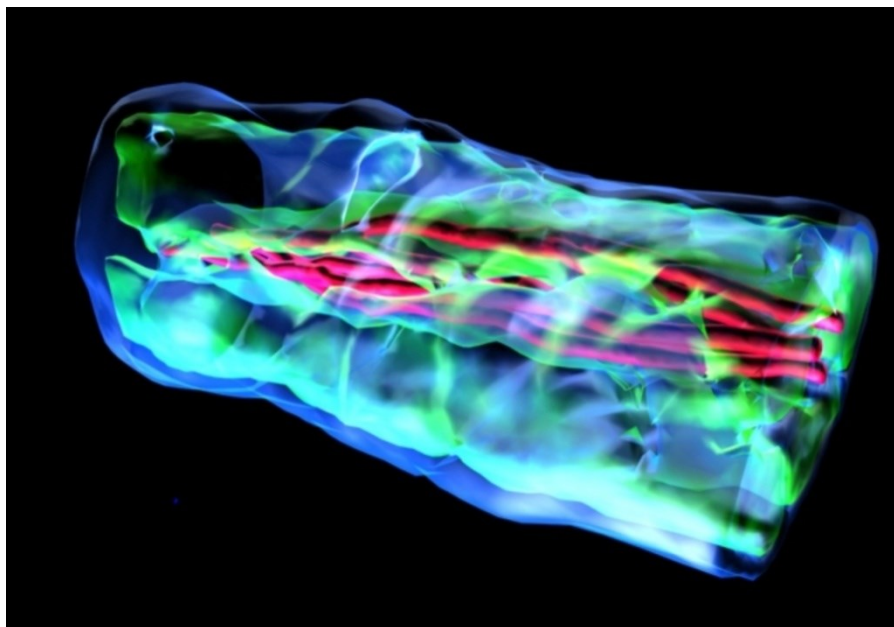


Рис. 2. Тривимірна модель несправжньої сухожилкової струни лівого шлуночка серця людини. Зелений колір – центральні колагенові стрижні струни; прозора-блакитний колір – підендотеліальний периферійний колагеново-еластичний шар; рожевий – кровоносні судини.

Список використаних джерел

1. Cardiovascular diseases (CVDs). Режим доступу: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
2. Pichat J., Iglesias J. E., Yousry T., Ourselin S., Modat, M. A survey of methods for 3D histology reconstruction. *Medical image analysis*. 2018. №46. С: 73-105. <https://doi.org/10.1016/j.media.2018.02.004>.
3. Arganda-Carreras I., Fernandez-Gonzalez R., Munoz-Barrutia A., Ortiz-De-Solorzano C. 3D reconstruction of histological sections: Application to mammary gland tissue. *Microsc. Res. Tech.* 2010. №73. С. 1019-1029. <https://doi.org/10.1002/jemt.20829>

Нагірняк В.М.

Зменшення візуалізаційного шуму на 2-D радіологічних знімках за допомогою MATLAB

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

volnag@bsmu.edu.ua

Радіотерапія - це використання іонізуючого випромінювання для лікування раку. Тривимірна зовнішня конформна променева терапія (3D-ЕПТ) використовує зображення, сканування зображень і спеціальні комп'ютери для дуже точного відображення розташування пухлини в трьох вимірах. Променева терапія з модульованою інтенсивністю (ПТМІ) є

передовою формою зовнішньої променевої терапії. Розробка планів лікування ПТМІ включає дуже дороговартісне спеціалізоване програмне забезпечення. Після розробки плану, проводиться їх оцінка радіаційними онкологами. Це складний процес і вимагає ретельного аналізу отриманих розподілів доз за допомогою візуального огляду дози, гістограми доз-об'єм і, можливо, оцінки плану, пов'язаного з результатами опромінення.

Для розробки плану лікування використовують програми, відомі як системи планування лікування (СПЛ). Існує широкий набір СПЛ які є комерційно доступними для створення індивідуальних планів лікування пацієнтів. Ці системи, в основному, дозволяють клініцистам оцінити дозу, доставлену на кожен воксель у пацієнта для заданої орієнтації променів випромінювання та інших параметрів, які використовуються перед фактичним лікуванням пацієнтів. Для лікування вибирається найкращий можливий план, який забезпечує найвищий терапевтичний ефект, тобто найвищий контроль пухлини з найменшими ускладненнями для суміжних нормальних тканин.

При підготовці та проведенні променевої терапії пацієнта, важливою передумовою якісного лікування є розробка лікувального плану. Мінімумом необхідним для початку розробки лікувального плану у системі планування лікування (СПЛ) є якісне КТ зображення пацієнта де візуалізується область опромінення та чітко видно органи, що знаходяться у зонах ризику поблизу пухлини. Наявність візуалізаційного шуму на КТ зображеннях, нечітких контурів тканин та органів, артефактів, ускладнює підготовку плану лікування та знижує його якість. Для їх усунення можна використати вбудовані у MATLAB функції згортки. MATLAB — це мова високого рівня та інтерактивне середовище для обчислень, візуалізації та програмування. Використовуючи MATLAB, ми можемо аналізувати дані, розробляти нові алгоритми їх обробки.

Функція двомірної конволюції в MATLAB згортає 2-D дані знімку із зазначеним ядром $k[r, s]$. Елементи ядра визначають, як видалити, змінити, покращити вхідні дані. Ядро $k[r, s]$ не повинно мати такий самий розмір, як вхідні дані 2-D знімку. Для обробки чорно-білих радіологічних знімків можуть застосовуватись, наприклад, ядра Лапласа та Гауса. Невеликих ядер може бути достатньо для згладжування даних, що містять лише кілька частотних компонентів. Ядра більшого розміру можуть забезпечити більш точність налаштування частотної характеристики, що призводить до більш плавного виведення зображення. Гаусові ядра згладжують зображення. Зокрема, усуваючи області з високим градієнтом яскравості. Ядра Лапласа підвищують контрастність зображення надаючи чітких обрисів органам.

При обробці 2-D знімку, для кожного елемента $(y[i]; x[j])$ результуючої двомірної матриці знімку маємо наступні співвідношення:

$$x[j] = \sum_{s=-m}^m z[s] \cdot k[j + s],$$

$$y[i] = \sum_{r=-l}^l z[r] \cdot k[i + r],$$

де $z[s, r]$ значення відтінку сірого у вихідних пікселях матриці зображення 2-D знімку. Розмір одного зрізу КТ зображення 512 x 512 пікселів. Дані КТ знімку зберігаються в одній беззнаковій 2-байтовій тривимірній матриці цілих чисел (uint16) які задають відтінки сірого і які визначаються вікном значень чисел Хаунсфілда для даних тканин.

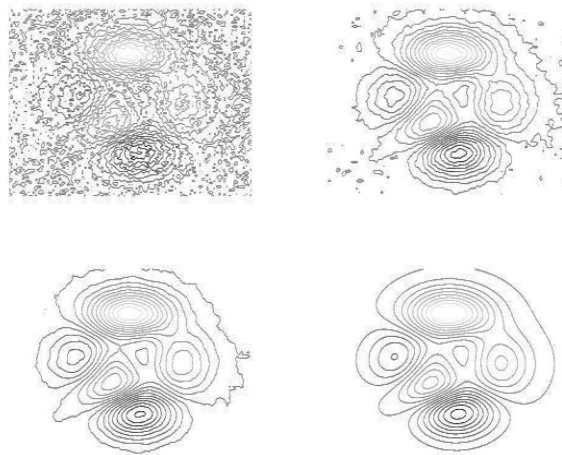


Рис.1. Приклад результату обробки 2-D зрізу радіологічного знімку у MATLAB для зменшенні візуалізаційного шуму.

На приведеному знімку видно як поступово, після обробки у MATLAB, зменшується візуалізаційний шум і контури тканин стають чіткішими, обриси органів визначеними (Рис.1).

Список використаних джерел

1. Dvorak P. Clinical Radiotherapy Physics with MATLAB: A Problem-Solving Approach., CRC Press, 2018 p. - 280 pp.

Тимочко Б.М., Федів В.І., Кметь О.Г., Кульчинський В.В.

Інтегральна модель процесу збудженню нервової клітини

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

tbm102@gmail.com

Анотація. Запропоновано інтегральну математичну модель опису релаксаційних процесів, що визначають криву збудливості нервової клітини.

Ключові слова: нервова клітина, крива збудливості, релаксаційний час, апаратна функція,

Вступ. Процеси, що виникають і забезпечують життя біологічних об'єктів супроводжуються обміном інформацією між зовнішнім середовищем та клітинами організму, передачею отриманої інформації від клітини до клітини.

Первинним фільтром, що виділяє корисну інформацію з загального інформаційного потоку є поріг збудливості клітини – мінімальний рівень стимулюючого сигналу, що приводить до збудження клітини. Значення порогу збудження різних типів клітин, вплив на нього різноманітних факторів досліджуються, моделюються багатьма дослідниками до цього часу [1-4].

Однією з популярних електронних, фізичних моделей збудження нервової клітини описана в [3], названа FHN (Fitz-Hugh–Nagumo) моделлю. Електронна схема якої зображена на Рис.1.

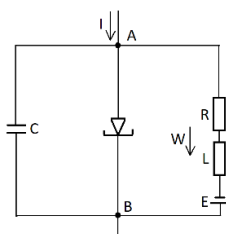


Рис.1. Принципова електрична схема моделі FHN.

I- стимулюючий струм, W-змінна відновлення.

Основним елементом схеми є тунельний діод, що регулює різницю потенціалів внутрішнього (точка А) та зовнішнього (точка В) простору клітини, мембранний потенціал. Схема містить дві паралельні ланки - ланка накопичення заряду (з конденсатором С) та ланка розряду, електропровідна ланка R, L, E - ланка відновлення. При досягненні стимулюючого електричного струму порогового значення I_0 тунельний діод змінює свою провідність, що

моделює процес збудження клітини. Основною характеристикою опису процесу збудження клітини є час релаксації, що визначається параметрами конденсатора та елементів ланки відновлення. Тобто дана електрична схема описує процес накопичення заряду в часі, іншими словами – часове інтегрування вхідного стимулюючого струму.

Незмінні значення параметрів електричних елементів схеми забезпечують незалежність порогу збудження клітини як реакцію на перший та наступні стимулюючі імпульси (послідовність імпульсів). Не враховується зміна стану в процесі збудження (енергетичного, іонного) клітини.

Інтегральна модель процесу компенсації, протидії збудженню нервової клітини.

Відомо, що сигнали збудження поступають у клітину з сукупності дендритів, формуючи тим самим потенціал збудження. В принципі, не існує жодного обмеження, що змусило б усі дендрити вносити вклад у потенціал збудження одночасно. Це означає, що у кожній клітині існує інтегруючий елемент, який сумує поточні сигнали протягом певного інтервалу часу. Причому цей інтервал не залежить від поточного часу, а залежить виключно від виду та стану нервової клітини [3]. Іншими словами, якщо сумарний сигнал з дендритів (кожен з яких, наприклад, менший потенціалу збудження) за час інтегрування досягає порогового значення клітина переходить у збуджений стан, що завершується виникненням потенціалу дії у транспортній частині аксону [4]. Якщо ж сумарний сигнал менший порогового значення клітина не переходить у збуджений стан. Саме цей фактор забезпечує збудження клітини лише у випадку великої щільності збуджуючих сигналів, суперпозиція яких протягом часу інтегрування досягає порогового значення потенціалу збудження. Якщо ж ця сукупність сигналів поступає в клітину протягом більшого часу і сумарне значення потенціалу, протягом часу інтегрування, не досягає порогового значення - збудження нервової клітини не відбудеться.

Основні положення моделі:

Інтегруючий елемент аксону проводить сумування сигналів з дендритів протягом певного часу τ_0 тобто на інтервалі $[t-\tau_0, t]$, де t -поточний час. Тривалість часу інтегрування визначає чутливість клітини до збудження. Великий час інтегрування є характерним для клітин великої чутливості, якщо ж час інтегрування зменшується, то чутливість клітин стає меншою, та вимагає для свого збудження значно більшого подразнення.

Інтегруючий елемент аксона забезпечує умову виникнення потенціалу дії лише у випадку, якщо інтегроване значення збудження досягне порогового значення $Q_0 = I_0 * \tau_0$.

Реобазою є найменший сигнал, який, поступаючи на інтегруючу ланку аксона протягом часу інтегрування τ_0 , викликає збудження рівне пороговому $I_0 * \tau_0$. У цьому випадку сумарна потужність сигналів на рівні реобазис W_R визначається співвідношенням

$$W_R = I_0 = \text{const} \neq f(t) \quad (1)$$

Тобто інтегроване значення сигналу при заданій потужності рівне пороговому.

$$Q(t) = \int_{t-\tau_0}^t W_R d\tau = I_0 * \tau_0 \quad (2)$$

Слід підкреслити, що заданий рівень реобазис визначається пороговим рівнем сигналу та тривалістю часу накопичення, інтегрування. Якщо сигнал на рівні реобазис буде поступати на інтегруючу ланку протягом часу більшого за τ_0 нервова клітина буде знаходитись у збудженому стані, тобто будуть підтримуватись умови виникнення потенціалу дії.

У загальному випадку збудження аксона у момент часу t виникає якщо на протязі часу τ_0 , що передує t , сумарний сигнал з дендритів $W(t)$ задовольняє нерівність

$$\int_{t-\tau_0}^t W(\tau) d\tau \geq Q_0 \quad (3)$$

Введемо дискретну функцію збудження аксона $S(t)$ співвідношенням

$$S(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } \int_{t-\tau_0}^t W(\tau) d\tau < Q_0 \\ 1, & \text{при } \int_{t-\tau_0}^t W(\tau) d\tau \geq Q_0 \end{cases} \quad (4)$$

Структурна схема інтегруючої ланки аксона представлена на Рис.2.

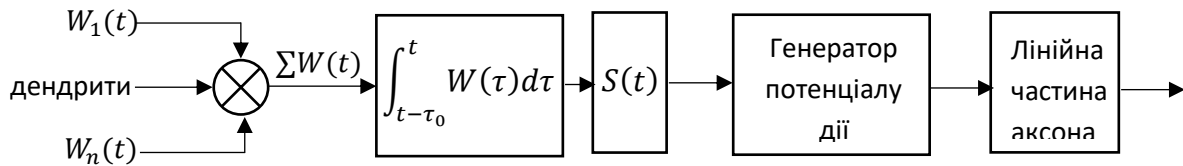


Рис. 2. Структурна схема інтегруючого елемента аксона.

Генератор потенціалу дії створить сигнал збудження лише у випадку коли на його вході буде одиниця.

Побудувати криву збудливості для реальних функцій $W(t)$ не представляється можливим оскільки часова залежність вхідних сигналів може бути довільною.

Нехай сигнал збудження описується прямокутним імпульсом амплітудою W та тривалістю τ , причому $\tau \leq \tau_0$. Розрахуємо мінімальну амплітуду W , при якій відбудеться запуск генератора потенціалу дії у момент завершення дії сигналу збудження “ t ”

$$Q_0(t) = \begin{cases} W \cdot \tau, & \text{при } \tau \leq \tau_0 \\ W_R \cdot \tau_0, & \text{при } \tau \geq \tau_0 \end{cases} \quad (5)$$

Крива збудливості, залежність мінімального значення амплітуди імпульсу $W(\tau)$ від його тривалості τ , описується співвідношенням

$$W(\tau) = \begin{cases} \frac{W_R \cdot \tau_0}{\tau}, & \text{при } \tau \leq \tau_0 \\ W_R, & \text{при } \tau > \tau_0 \end{cases} \quad (6)$$

Графік даної залежності $W(\tau)$ зображено на рис.3

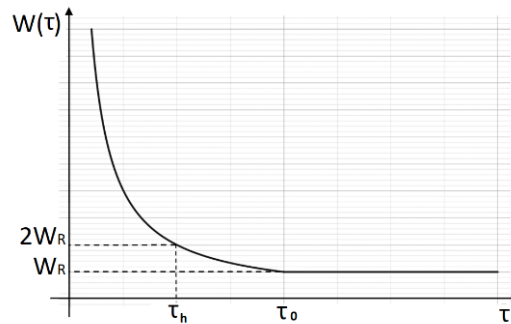


Рис.3 Характерний вид кривої збудливості для прямокутних вхідних імпульсів. τ -тривалість імпульсів збудження, τ_h -хронаксія.

Отримана в рамках запропонованої моделі залежність є аналогічною відомій кривій [3] збудливості нервової клітини Гоорвега – Лапіка – Вейса.

Із рис.3 слідує, що час хронаксії складає половину часу інтегрування відповідною ланкою аксона. В реальній ситуації [4] час хронаксії складає приблизно п'яту частину часу інтегрування. Така розбіжність виникає внаслідок нехтування в процесі розрахунків зміною фізичного стану нервової клітини в процесі збудження. Тобто, у розрахунках співвідношення (6) в рамках моделі Гоорвега–Лапіка–Вейса прийнято, що вклад у значення інтегралу при повторі одного і того ж сигналу $W(t_1) \cdot \Delta t = W(t_2) \cdot \Delta t = W(t) \cdot \Delta t$ не залежить від моменту часу його початку $t_1, t_2, t \in [t - \tau_0; t]$. В дійсності процес накопичення сигналів вимагає додаткових енергетичних витрат які, в принципі, не однакові на початку та в кінці етапу інтегрування. Для їх врахування введемо апаратну функцію інтегруючої ланки аксона у вигляді функції $\zeta(t, \xi, \tau_0)$, при цьому співвідношення (2) кривої збудливості набуде вигляду:

$$Q(t) = \int_{t-\tau_0}^t W(\tau) \cdot \zeta(t, \xi, \tau_0) d\tau \geq Q_0 \quad (7)$$

Апаратна функція повинна задовольняти певним вимогам:

Значення інтегралу (7) не повинно залежати від поточного часу t . Тобто

$$\int_{t-\tau_0}^t \zeta(t, \xi, \tau_0) d\xi \neq f(t) \quad (8)$$

Співвідношення (8) виконується лише у випадку, якщо апаратна функція залежить лише від різниці $t - \xi$, тобто

$$\zeta(t, \xi, \tau_0) = \zeta(t - \xi, \tau_0) \quad (9)$$

Значення інтегралу при $t > \tau_0$ не змінюється, причому

$$\int_{t-\tau_0}^t \zeta(t - \xi, \tau_0) d\xi = \tau_0 \quad (10)$$

Співвідношення (10) може виконуватись, якщо апаратна функція задовольняє співвідношення

$$\zeta(t - \xi, \tau_0) = 1 + \psi(t - \xi, \tau_0), \quad (11)$$

Очевидно, що функція $\psi(t - \xi, \tau_0)$ задовольняє наступне співвідношення

$$\int_{t-\tau_0}^t \psi(t - \xi, \tau_0) d\xi = 0 \quad (12)$$

Легко показати, що (12) виконується якщо $\psi(t - \xi, \tau_0)$ представити у вигляді ряду

$$\psi(t - \xi, \tau_0) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} a_i \cdot \left[(t - \xi) - \frac{\tau_0}{2} \right]^{2i+1} \quad (13)$$

де a_i -коефіцієнти розкладу, значення яких визначаються експериментально.

Співвідношення (13) це одне із можливих, для яких виконується (12). Слід відмітити, що існує безмежна кількість $\psi(t - \xi, \tau_0)$, для яких (12) виконується.

Висновки.

Конкретний вигляд апаратної функції залежать від властивостей нервової клітини і визначається експериментально. Єдиною вимогою, що висувається до змінної частини апаратної функції є виконання співвідношення (12).

Апаратна функція інтегральної ланки аксона описує зміну фізичного стану нервової клітини в процесі збудження. Вид апаратної функції дозволяє описати різницю кривих збудливості для імпульсів різної форми, наприклад трикутної форми з різною крутизною фронту та зрізки навіть у випадку однакових значень енергії збуджуючого сигналу, заряду іонів, що проникають крізь мембрану клітини. Саме цей факт використовується в медицині при виборі оптимальної форми імпульсів збудження при лікуванні.

Список використаних джерел

1. Hirata A., Nagai T., Koyama T., Hattori J., Chan K.H., Kavet R., Dispersive FDTD analysis of induced electric field in human models due to electrostatic discharge, *Phys. Med. Biol.* 2012, J57, 4447–58
2. Boinagrov D., Loudin J., Palanker D., Strength–Duration Relationship for Extracellular Neural Stimulation: Numerical and Analytical Models, *J Neurophysiol* 2010, 104: 2236–2248, <https://doi:10.1152/jn.00343.2010>.
3. Rabinovitch A., Braunstein D., Biton Y., Friedman ., Aviram I., The Weiss–Lapicque and the Lapicque–Blair strength—duration curves revisited., *Biomed. Phys. Eng. Express* 2 (2016) 015019, <https://doi:10.1088/2057-1976/2/1/015019>.
4. Kole M.H., Stuart G.J., Signal processing in the axon initial segment. *Neuron.* 2012 Jan 26;73(2):235–47. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.01.007>

Цигикало О.В., Андрущак Л.А.

Математична модель замикальних пристроїв перехідних сегментів деяких трубчастих органів людини

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

tsyhykalo.olexandr@bsmu.edu.ua

Вивчення мікроструктурних особливостей замикальних пристроїв сечової та травної систем організму людини є актуальним напрямком морфологічних досліджень. Детальне з'ясування гістоархітекtonіки сфінктерних сегментів дозволить створити цілісне уявлення про їх функціональні особливості. Це дозволить спрямувати зусилля вчених фармацевтів, хірургів, урологів у вірному, етіопатогенетичному напрямку, щодо розробки нових та удосконалення існуючих методик корекції розладів сфінктерних утворень трубчастих органів. Між тим, існують суперечності в анатомічній термінології щодо сфінктерів. Так, в сучасній українській редакції міжнародної анатомічної термінології латинський та англійський еквівалент «*sphincter*» українською мовою визначений як «м'яз-замикач» [1]. На нашу думку, у світлі сучасних поглядів на функціональну анатомію замикальних сегментів трубчастих органів людини, не завжди це буквально м'язовий утвір [2]. На думку багатьох вчених-морфологів, до складу замикальних пристроїв жовчного міхура та мисково-сечовідного сегменту належать такі компоненти цих органів, як м'язова оболонка, судини підслизової основи та рельєф слизової оболонки, який забезпечується пучками гладких міоцитів [3, 4]. Рельєф слизової оболонки замикальних сегментів утворює особливу просторову будову просвіту міхурової протоки (МП) та мисково-сечовідного сегменту (МСС), створює опір току жовчі з жовчного міхура та сечі з миски, відповідно. Розуміння особливостей руху рідини в жовчній і сечовій системах має велике значення для пояснення патогенезу каменеутворення.

Вивчення просторової форми кінцевих відділів жовчного міхура та ниркової миски дозволяє вести мову про те, що особливості їх анатомічної будови впливають на опір руху біологічних рідин.

Анатомія як МП, так і МСС, надзвичайно мінлива завдяки спіральній складці. Вона утворена складками слизової оболонки, які у формі листків розміщені в спіралеподібному порядку. Ці складки, які діють як активний чи пасивний імпедансний пристрій, забезпечує комплексний опір рідині. Ми виявляли на серійних гістологічних зрізах МП та МСС від 3 до 14 таких перегородок, які забезпечують важливу геометричну форму просвіту та певний кліренс між поверхнями стінки та складок.

У результаті вивчення просторової форми внутрішнього простору МП та МСС, його можна представити у двовимірному зображенні як рівномірне чергування перегородок, які з'єднані основою з верхньою чи нижньою стінками, між якими верхівки утворюють кліренс (рис.).

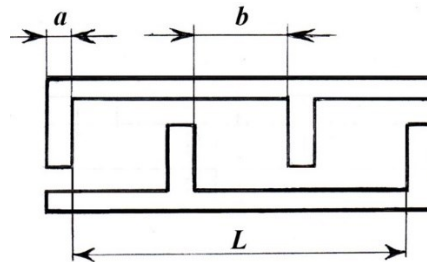


Рис. Схема геометрії просвіту міхурової протоки та мисково-сечовідного сегменту.

Визначена нами математична модель МП у пренатальному періоді ВУР, а саме геометрія її просвіту, описується формулою $L = a \cdot n + b(n - 1)$, де L – відстань між першою та останньою перегородками, мм; a – товщина перегородки, мм; n – загальна кількість перегородок; b – відстань між суміжними перегородками, мм.

За допомогою запропонованої математичної моделі можна з'ясувати, що об'ємна швидкість рідини у замикальному сегменті залежить від його кліренсу, кількості складок, градієнту тиску та густини рідини. Вплинути на об'ємну швидкість рідини можна зміною форми перегородок завдяки наповненню вен підслизового сплетення.

Висновок. Встановлені математичні закономірності будови замикального апарату міхурової протоки та мисково-сечовідного сегменту можуть бути морфологічним підґрунтям для розробки діагностичних критеріїв норми та патології, моніторингу анатомічних структур у пренатальній діагностиці.

Список використаних джерел

1. Черкасов В.Г., Бобрик І.І., Гумінський Ю.Й., Ковальчук О.І. за ред. В. Г. Черкасова. Міжнародна анатомічна термінологія (латинські, українські, російські та англійські еквіваленти): навч. посібник. Вінниця: Нова Книга, 2010. 392 с.
2. Ooi R.C., Luo X.Y., Chin S.B., Johnson A. G., Bird N. C. The flow of bile in the human cystic duct. *Journal of biomechanics*. 2004. 37(12). P/ 1913-1922.
3. Dasgupta D., Stringer M.D. Cystic duct and Heister's valves. *Clinical Anatomy*. 2005. 18(2). P.81–87.
4. Bird N.C., Ooi R.C., Luo X.Y., Chin S.B., Johnson A.G. Investigation of the functional three-dimensional anatomy of the human cystic duct: A single helix?. *Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists*. 2006. 19(6). P. 528-534.

Юрценюк О.С.

Коефіцієнти множинної лінійної регресії впливу соціальних факторів на число симптомів психічних розладів у студентів

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

yurtsenyuk.olga@bsmu.edu.ua

Аналіз причин формування та динаміки непсихотичних психічних розладів (НПР) у студентській популяції дозволив нам висунути робочу гіпотезу про те, що ступінь ризику та ймовірність формування НПР обумовлені не прямим поєднанням психічних, психологічних, фізіологічних (соматичних) і інших факторів ризику. Певне поєднання, взаємодія та тривалість дії факторів визначає структурно-динамічні закономірності формування НПР. Роль окремих чинників може бути патогенною, що призводить до погіршення психічного стану, або саногенною, сприяє пристосуванню організму до дії несприятливих зовнішніх впливів.

Метою дослідження було визначення коефіцієнтів множинної лінійної регресії впливу соціальних, особистісних, преморбідних факторів на число симптомів психічних розладів у студентів.

Протягом 2015-2017 рр. нами було проведено суцільне комплексне обстеження 1235 студентів БДМУ та ЧНУ з дотриманням принципів біоетики та деонтології.

Ми вважаємо, що математична модель повинна враховувати математичні, числові характеристики різних факторів у формуванні психічного здоров'я, їх взаємозв'язок та інформативність, роль у зниженні рівня здоров'я, визначати прогноз розвитку дезадаптивних станів та НПР. Таким чином, єдино можливими методами, що дозволяють вивчати багатовекторні процеси, що визначають рівень психічного здоров'я, є методи множинного аналізу, до яких відносять кластерний, дискримінантний, факторний, регресійний. На нашу думку, вивчення впливу психічних, мікро - і макросоціальних, біологічних факторів на рівень психічного здоров'я студентів та ступінь їх стресостійкості вимагає проведення математичного аналізу їх залежності, тобто це неможливо без побудови регресійної моделі.

Виходячи з рівняння множинної лінійної регресії, нами були побудовані регресійні моделі, що відображають залежність загальної кількості скарг з боку різних психічних сфер (залежна змінна Y) від ступеня суб'єктивного неблагополуччя мікросоціального оточення, рівня конфліктності і т. д. Було отримано результати, що з високим ступенем вірогідності ($p < 0,01$) дозволяють прогнозувати зміну психічного стану за критерієм загальної кількості

скарг з боку різних психічних сфер на підставі врахування психологічних особистісних особливостей, рівнів особистісної та ситуативної тривожності, нейротизму, соціально-психологічних факторів.

Таким чином, розроблена нами математична модель впливу різних чинників на рівень психічного здоров'я, підтвердила свою адекватність і дозволила розглядати динаміку психічного стану студентів у взаємозв'язку з психологічними, соціально-психологічними, преморбідними і особистісними факторами. Згідно регресійній моделі були виділені фактори, які неоднозначно впливають на рівень психічного здоров'я студентів, зокрема на формування несприятливих психічних розладів у студентів закладів вищої освіти.

МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ

Влад Г.І.

**Персональне навчальне середовище сучасного викладача в умовах дистанційного
навчання**

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

vlad.hanna@bsmu.edu.ua

Інформаційно-освітнє середовище – це поєднання новітніх інформаційних технологій та сучасних педагогічних здобутків, що повинно призвести до максимального ефекту проведення навчального процесу в умовах дистанційного навчання. Сучасне інформаційно-освітнє середовище закладів вищої освіти забезпечує:

- інформаційно-методичну підтримку освітнього процесу;
- планування освітнього процесу і його ресурсного забезпечення;
- моніторинг ходу і результатів освітнього процесу;
- сучасні процедури створення, пошуку, збору, аналізу, обробки, зберігання та подання інформації;
- дистанційну взаємодію всіх учасників освітнього процесу.

Ефективне дистанційне навчання також включає в себе розроблений самостійно дизайн середовища на основі новітніх комп'ютерних технологій. Це включає такі інструменти, як блоги та мікроблоги, соціальна мережа та система соціальних презентацій, система обміну мультимедійними файлами (наприклад, YouTube) і спільна система редагування. У відповідь на ці технічні можливості розробляються нові освітні підходи, особливо в дистанційному навчанні. Крім того, технологія дистанційного навчання почала тісно втручатися у внутрішню освіту. Внутрішня освіта включає вміння комп'ютерів редагувати вміст веб-сайту. Комп'ютерна підтримка навчальної спільноти, спільний доступ до ресурсів (відео, фотографії, аудіо, посилання, презентації) та спільна робота з документами.

Дистанційне навчання буде ефективнішим, якщо кожен викладач зможе створити власне інформаційно-освітнє середовище у складі загального інформаційно-освітнього середовища вищої школи. Існує багато технічних варіантів організації інформаційно-освітніх середовищ для дистанційного навчання. Цілодобовий доступ до інформаційних ресурсів, онлайн-тестування після кожного модуля, відеоконференції – усе це допомагає студентам підвищити рівень знань, умінь та навичок.

Добровольська А.М.

Формування готовності майбутніх лікарів до застосування цифрових технологій у професійній діяльності

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Зважаючи на те, що готовність майбутніх лікарів до застосування цифрових технологій (ЦТ) у професійній діяльності – це складне особистісне утворення, яке віддзеркалює єдність особистісно значущих професійних якостей, внутрішніх можливостей, особистісних якостей, властивостей, системи мотивів, налаштувань, що зумовлюють бажання виявляти професійні якості і здатність кожного здобувача вищої медичної освіти до продуктивної майбутньої професійної діяльності, а також ґрунтується на знаннях і навичках, уміннях, досвіді професійної діяльності, здобутих за умови формування інформаційно-технологічної компетентності (ІТ-компетентності) в процесі навчання дисципліні «Медична інформатика», досліджуючи, ми дотримувались думки, що вона є цілісним процесом за наявності зв'язку між її структурними компонентами [2].

Таблиця 1

Значення критеріїв перевірки статистичних гіпотез (за результатами анкетного опитування S ₆)			
Компонент готовності	Критерій	Майбутні лікарі	
		КГ	ЕГ
пізнавально- рефлексивний	t	2,970	4,056
	t*	1,976	1,978
мотиваційний	t	3,598	3,121
	t*	1,976	1,979
вольовий	t	2,873	4,675
	t*	1,975	1,977
креативно- діяльнісний	t	3,455	4,132
	t*	1,975	1,978
когнітивно- інтелектуальний	t	7,336	5,843
	t*	1,975	1,977
діяльнісний	t	7,904	6,340
	t*	1,975	1,977
процесуальний	t	15,730	19,371
	t*	2,086	2,086
Висновок		$ t > t^*$, центри розподілу зміщені	

У рамках дослідження нами були розроблені відповідні методики, за підсумками реалізації яких з'ясовано, що в процесі навчання дисципліні «Медична інформатика» за умови формування ІТ-компетентності майбутніх лікарів має місце позитивна динаміка рівнів структурних компонентів їхньої готовності до застосування ЦТ у професійній діяльності (+ 16,24 % для пізнавально-рефлексивного, + 24,79 % для мотиваційного, + 17,30 % для вольового, + 19,66 % для креативно-діяльнісного, + 6,30 % для когнітивно-інтелектуального, + 18,69 % для діяльнісного компонента [2]).

Встановлено, що формування ІТ-компетентності в процесі навчання дисципліні «Медична інформатика», яке відбувається в рамках реалізації створеної моделі методичної системи [1], впливає на розвиток пізнавально-рефлексивного, мотиваційного, вольового, креативно-діяльнісного, когнітивно-інтелектуального, діяльнісного, процесуального компонентів готовності майбутніх лікарів до застосування ЦТ у професійній діяльності ($|t| > t^*$ – центри розподілу контрольних і дослідних сукупностей (КГ і ЕГ) зміщені (формувальний етап дослідження), імовірність помилки першого роду $\alpha = 0,05$, табл. 1).

Список використаних джерел

1. Добровольська А. М. Модель методичної системи формування ІТ-компетентності майбутніх лікарів і провізорів у процесі навчання дисциплінам природничо-наукової підготовки. Наука і освіта. Серія: Педагогіка. 2016. № 6. С. 86-95.
2. Добровольська А. М. Теоретичні і методичні засади підготовки майбутніх фахівців системи охорони здоров'я до застосування цифрових технологій у професійній діяльності: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Івано-Франківськ, 2021. 36 с.

Дудко Ю.С., Суховірська Л.П.

Медична інформатика: минуле, сьогодення, майбутнє

Донецький національний медичний університет, м. Кропивницький, Україна

uliadudko853@gmail.com, suhovirskaya2011@gmail.com

Медична інформатика як дисципліна ще молода. Сьогодні, як дисципліна поперечного перерізу, вона є однією з основ медицини та охорони здоров'я. Як наслідок, значна відповідальність лежить на медичній інформатиці для поліпшення здоров'я людей, через її внесок у високоякісну, ефективну охорону здоров'я та інноваційні дослідження в галузі біомедицини та пов'язаних з нею медичних та комп'ютерних наук.

Мета: проаналізувати медичну інформатику як дисципліну. Запропонувати значні майбутні напрямки досліджень з метою стимулювання подальшого розвитку.

Обговорення: основні області досліджень можуть бути згруповані відповідно до організації, застосування та оцінки інформаційних систем охорони здоров'я, до представлення медичних знань, а також до основного аналізу та інтерпретацій сигналу та даних. Однак, з огляду на плинний характер багатьох рушійних сил прогресу в методах обробки інформації та їх технологіях, прогрес в медицині та охороні здоров'я, а також швидко мінливі потреби, вимоги та очікування людських суспільств, ми можемо спостерігати багато змін у майбутніх дослідженнях медичної інформатики. Майбутні області досліджень можуть варіюватися від безшовної інтерактивності з автоматизованим захопленням і зберіганням даних, за допомогою інформатики діагностики та терапії, до живих лабораторій з методологією аналізу даних, включаючи розширені датчики навколишнього середовища. Роль ІМІА, Міжнародної асоціації медичної інформатики, для побудови кооперативної, тісно пов'язаної та дослідницької спільноти медичної інформатики у всьому світі навряд чи можна недооцінювати.

Висновки. Охорона здоров'я постійно змінюється, оскільки основна наука і практика знаходяться в постійній трансформації. Медична інформатика, як дисципліна, сильно залежить від цих змін, і в змозі бути ключовим, активним учасником цих змін.

УДК 004.891.2

Іванчук М.А.

Можливості використання чат-ботів в системі охорони здоров'я в умовах військового часу

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua

Анотація. Розглянуто основні принципи роботи чат-ботів. Наведено приклади використання чат-ботів у системі охорони здоров'я, зокрема використання чат-ботів для отримання онлайн консультації лікаря в умовах військового часу.

Ключові слова. *чат-бот, штучний інтелект, он-лайн консультація*

Вступ. Чат-бот – це штучний розум, програма-посередник, головне призначення якої - в текстовому або голосовому діалоговому режимі допомогти користувачеві з пошуком інформації, або просто розважити за допомогою спілкування. На даний час все більшою популярністю користуються співрозмовники, що є не тільки інтелектуальними і мультизадачними, а й здатні до самовдосконалення. Вибудовуючи діалог і відповідаючи на запити візаві, такі програми прагнуть максимально поповнити свою інформаційну базу і вдосконалити лінгвістичні алгоритми для більш продуктивного спілкування з наступним клієнтом - аж до створення особистісних ноток і емоційних відтінків.

Першим чат-ботом можна вважати віртуального співрозмовника Eliza. Програма була розроблена у 1966 році Джозефом Вейценбаумом та названа на честь Елізи Дулітл, героїні з п'єси «Пігмаліон» Бернарда Шоу. Програма пародіювала діалог з психотерапевтом, реалізуючи техніку активного слухання (Рис.1). Здебільшого вона просто перефразувала висловлювання користувача, наприклад на фразу «У мене болить голова» реагувала питанням «Чому ви кажете, що у вас болить голова?». У реченні «Мій батько мене ненавидить» Еліза реагувала на ключове слово «батько» та питала «Хто ще з сім'ї вас ненавидить?». Тобто насправді Еліза не вела усвідомлену бесіду, а виділяла у вхідній фразі значущі слова, до яких підставляла шаблонну фразу. Не знаходячи варіантів відповіді, Еліза зазвичай відповідала «Зрозуміло» і переводила розмову на іншу тему.

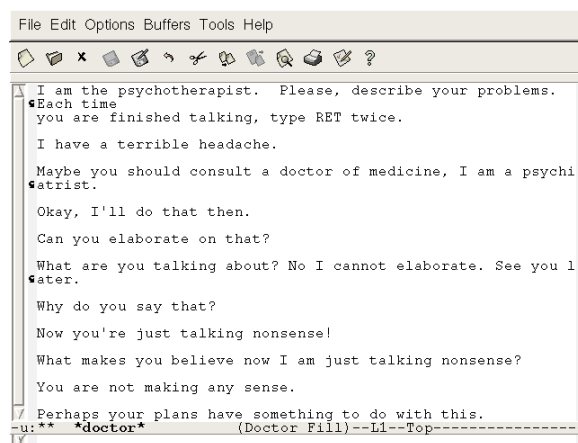


Рис.1

Перший чат-бот Еліза (1966)

Еліза - це перша програма, що перетворила сувору людино-машинну взаємодію на ілюзію людського спілкування, і тому є важливим етапом у розвитку програмного забезпечення. Після Елізи було створено безліч чат-ботів. Переважна їх більшість працює за наступними принципом: користувач віддає боту команду, яку бот передає на сервер, програма

на сервері обробляє отриманий від бота запит, після чого сервер віддає відповідь боту, який в свою чергу виводить відповідь на вікні керування користувачеві, і далі цикл повторюється до тих пір, поки користувач не вирішить припинити спілкування з ботом (Рис.2).



Рис.2

Принцип роботи ботів

На сьогоднішній день багато розробників та користувачів зрозуміли переваги чат-ботів. Для клієнта це істотна економія часу, підвищення ефективності пошуку і придбання товарів та послуг, більш звична і психологічно комфортна форма спілкування з комп'ютером. Для підприємця - економія на зарплаті співробітникам, економія приміщень, подолання помилок за рахунок людського фактору. Тому чат-боти дуже широко використовуються, а їх можливості дуже різноманітні - запис на прийом до лікаря, представника адміністрації, юриста; проведення платежів; резервування столиків у ресторані, місця в готелі; придбання квитків на потяг, на концерт; пошук потрібної інформації.

За функціями, які виконують боти, їх можна поділити на:

- Чат-боти. Являють собою найпростіший чат, що імітує спілкування на задану користувачем тематику.
- Боти-інформатори. Окремий вид ботів, головна мета яких - інформування користувача про ті чи інші події (новини, заходи, публікації тощо).
- Ігрові боти. Боти, в яких можна пограти в різні ігри. Здебільшого, це текстові версії старих ігор
- Боти-асистенти. Боти, розроблені різними онлайн-сервісами як доповнення до основної веб-версії.

Використання чат-ботів в системі охорони здоров'я

В системі охорони здоров'я чат-боти також знайшли своє застосування. За допомогою чат-боту можна записатися на прийом до лікаря, при цьому не очікуючи в черзі у реєстратуру. За допомогою чат-бота можна обрати сімейного лікаря та навіть підписати з ним декларацію (Медичний центр «Мій лікар» MLikarBot). Чат-бот HIV_AIDS_bot надає людям, які живуть з ВІЛ, інформацію про те, де можна знайти антиретровірусну терапію в Україні або за кордоном. Завжди актуальними, а особливо в умовах військового часу, є чат-боти, що допомагають отримати психологічну допомогу (Mindly, «Розкажи мені», Хаб стійкості, BetterMe:Mental Health). Бот може надати медичну інформацію, наприклад, таку як базові рекомендації щодо надання першої домедичної допомоги, в т.ч. під час військових дій (TacticMedAid, MedicalCorps_bot).

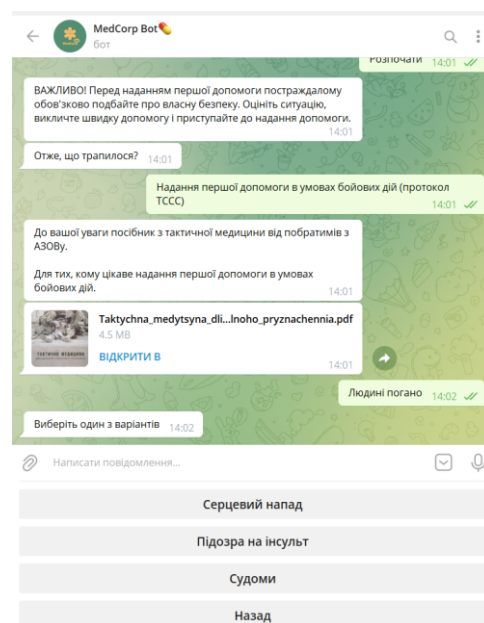


Рис. 3 Приклад роботи чат-боту MedicalCorps_bot

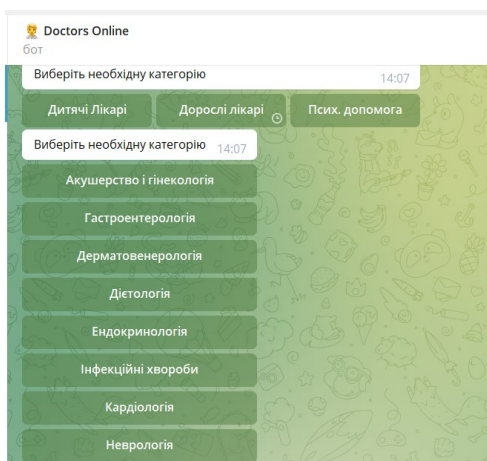
Основний принцип роботи чат-ботів, що допомагають людині отримати он-лайн консультацію лікаря наступний.

- Пацієнт. Обирає спеціальність лікаря, консультацію якого йому необхідно отримати. Якщо пацієнт не може обрати спеціальність лікаря, він вказує свої симптоми і чат-бот допомагає пацієнту визначитися із спеціальністю лікаря. Після цього пацієнт вказує зручний для нього час он-лайн зустрічі із лікарем та отримує консультацію спеціаліста.
- Лікар. Заповнює анкету щодо своєї лікарської спеціальності та часу, в якій він може надавати он-лайн консультації пацієнтам. При надходженні заявки про он-лайн зустріч із пацієнтом, надає необхідну консультацію

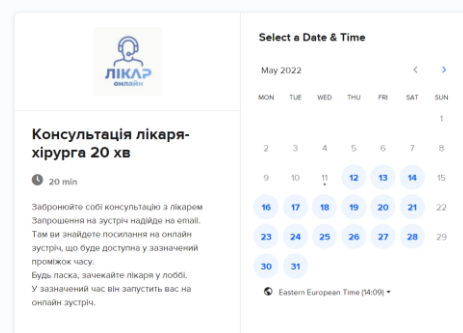
- ІТ-спеціаліст. В тісній співпраці із лікарями створює чат-бот, що допомагає пацієнту за наявними симптомами запланувати он-лайн консультацію із лікарем відповідної спеціальності.

Від початку війни мільйони людей були змушені покинути свої домівки та втратили доступ до звичної медицини, саме тому безліч ІТ-ініціатив почали створювати сервіси надання безоплатної медичної допомоги для українців, аби зробити медицину найбільш доступною для тих, хто її потребує в цей нелегкий час.

Одним з перших, хто почав ініціювати розробку сервісу для онлайн консультацій був Буковинський державний медичний університет. Командою БДМУ разом з ІТ-компанією NLSQL (Лондон, Великобританія) за підтримки МОЗ України було розроблено сервіс віддалених консультацій DoctorOnlineUA, який активно працює від початку березня. Цей сервіс розроблений на безпечній та захищеній платформі Calendly, а всі сторінки лікарів деперсоналізовані. Для надання онлайн-консультацій працює кілька сотень лікарів, здебільшого співробітників медичних університетів, причому найбільше саме з БДМУ. У чат-боті наразі пацієнт обирає певну спеціальність лікаря, автоматично обирається один із лікарів за цією спеціальністю та з вільним графіком у бажані пацієнтом часові проміжки, приходять лист на пошту та інформаційним повідомлення пацієнту та лікарю щодо дня, часу та тривалості консультації, що відбувається у визначений день і час онлайн за посиланням Google Meet (Рис.4).



а



б

Рис.4 Приклад роботи сервісу онлайн-консультацій DoctorOnlineUA.

а) вибір лікаря у чат-боті, б) вибір дату та часу консультації у платформі Calendly

Також МОЗ був рекомендований чат-бот MedicalForUA_bot для медичних онлайн-консультацій, в якому надають допомогу пацієнтам понад 2000 лікарів. Для отримання

консультації необхідно відкрити бот, написати свій запит та доповнити його інформацією про вік та стать пацієнта, що саме непокоїть та чи лікувався пацієнт до звернення. Після того, як лікар обробить запит, пацієнт отримує безкоштовну онлайн-консультацію (Рис.5).

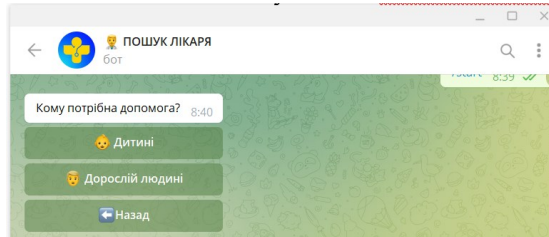


Рис.5 Приклад роботи чат-боту MedicalForUA_bot

Список використаних джерел

1. <https://mind.ua/openmind/20240708-dopomogti-sobi-yak-ukrayinci-mozhut-likuvatis-onlajn-pid-chas-vijni>
2. <https://www.bsmu.edu.ua/news/ukrayinczi-vzhe-mozhut-otrymaty-viddalenyj-medychnyj-suprovid-i-psyhologichnu-dopomogu/>
3. <https://www.bsmu.edu.ua/news/onlajn-konsultuvannya-likaryamy-unikalni-mozhlyvosti-shvydkoyi-bezoplatnoyi-medychnoyi-ta-psyhologichnoyi-dopomogy/>
4. <https://dev.ua/news/telegram-bot-poshuk-likara>

УДК 616.12-008.3-073.96:681.518:004.93

Іванчук П.Р., Тащук В.К., Тащук М.В.

Застосування комп'ютерного аналізу електрокардіограми для прогнозування розвитку ішемічних та аритмічних подій

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

ivanchuk.pavlo@bsmu.edu.ua

Вступ. Порушення серцевого ритму є однією з найскладніших проблем у кардіології, оскільки можуть призвести, як до погіршення самопочуття і якості життя пацієнта, так і бути причиною його смерті. Використання базової електрокардіографії (ЕКГ) залишається одним з основних методів для діагностики порушень ритму, однак на сучасному етапі ми маємо використовувати сучасні можливості комп'ютерної техніки для збільшення інформативності та діагностичної цінності методики. Одним з таких методів комп'ютерного аналізу ЕКГ є аналіз морфології сегмента ST, оскільки відомо, що в залежності від зміни співвідношення

розташування точки J до амплітуди зубця R, та напрямку (горизонтальний, косонизхідний, косовисхідний) сегмента ST, можуть слугувати незалежними маркерами підвищеного ризику зупинки серця у пацієнтів із синдромом ранньої реполяризації. Також комплексна оцінка ЕКГ за параметрами: ST елевація, ST депресія, Q зубець, QT подовження, переверщує шкалу TIMI (виявлення 30-денної імовірності виникнення серйозних несприятливих кардіальних подій) з чутливістю 0,709 і специфічністю 0,674.

Матеріал і методи. Для проведення оцінки застосування методу визначення величини нахилу сегмента ST і кутів його спряження, у залежності від величини ішемічної події, а також у поєднанні, чи без із шлуночковою екстрасистолією, та визначенням її прогнозуючого несприятливого впливу була застосована власна методика комп'ютерного аналізу ЕКГ з реєстрацією співвідношень змін сегмента ST у відведеннях I, III, V2, V6.

При дослідженні розділяли наявність прискореної косовисхідної, та уповільненої косовисхідної депресії сегмента ST, оскільки ці два типи депресії мають різний вплив на імовірність настання негативних серцевих подій[8], як показано на рисунку 1.

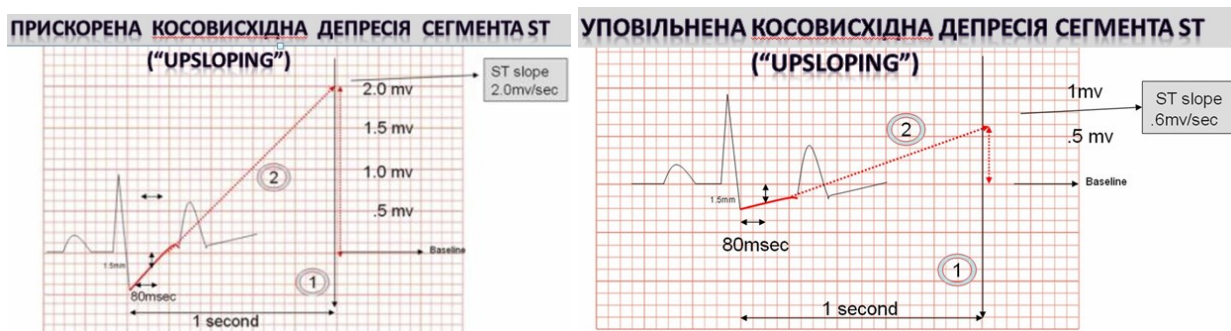


Рис. 1. Прискорена і уповільнена косовисхідна депресія сегмента ST та принципи обрахунку її параметрів

Дослідження кута β° спрямування сегмента ST і висоти продовження спрямування нахилу сегмента ST через 1 с реєстрації проводили за допомогою власно створеної програми математичного моделювання [2] в залежності від типу та форми змін сегмента ST, як показано на рисунку 2 .

Для реалізації мети дослідження було обстежено 56 пацієнтів. Згідно зі встановленими діагнозами основну групу становили пацієнти зі стабільною стенокардією напруження (ССН, n=34), з наявною та відсутньою шлуночковою екстрасистолією, групу порівняння склали хворі на гострий Q-інфаркт міокарда (ГІМ, n=22) так само з наявною та відсутньою шлуночковою екстрасистолією. Всім хворим проведено аналіз стандартної ЕКГ спокою на 1-й та на 10-й добі

спостереження з її кількісним і якісним аналізом та оцінкою змін сегмента ST з використанням власно створеного програмного забезпечення [1, 2], та інтерпретацією отриманих результатів на основі власної практики та результатів інших досліджень [8].

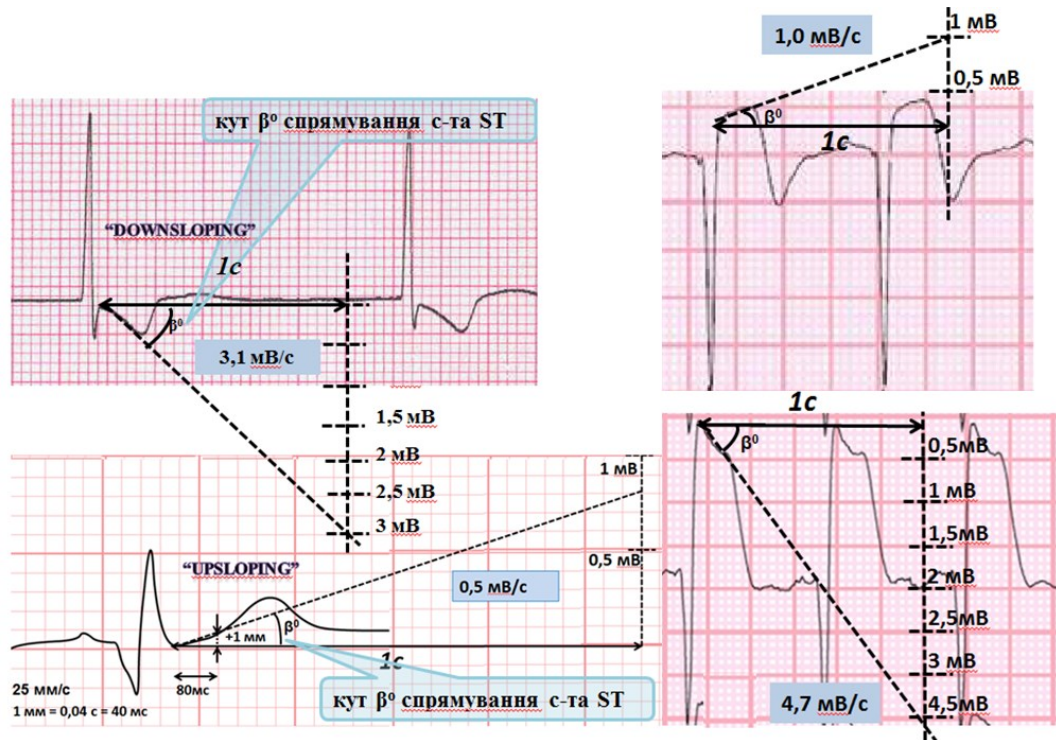


Рис. 2 – Оцінка величини нахилу сегмента ST і кутів його спряження залежно від форми його змін.

Результати дослідження.

Нами було проаналізовано зміни кута β^0 нахилу сегмента ST і висоти продовження спрямування нахилу сегмента ST (висота нахилу ST) через 1 с реєстрації (рисунок 3) у пацієнтів з діагнозом ССН (з та без наявної шлуночкової екстрасистолії), як наведено на рисунку 3. При цьому запропоновано визначати також нахил сегмента ST екстрасистоли за аналогічною методикою, як і для звичайного комплексу, з визначенням точки його змін через 0,08 с після точки J, а нахил кута β^0 спрямування сегмента ST і висоти продовження спрямування нахилу сегмента ST (висота нахилу ST, mV) через 1 с реєстрації для комплексу передчасного шлуночкового скорочення, як показано на рисунку 4.



Рис. 3 - Оцінка нахилу сегмента ST і кутів спряження сегмента ST при ішемії міокарда.

Результати отримані у пацієнтів з косонисхідною депресією сегмента ST свідчать про підвищений показник відношення шансів розвитку аритмічної смерті до 3,14 (95% ДІ 1,56-6,30) [4], отже нами запропоновано його використання у пацієнтів з екстрасистолією (рисунк 4).

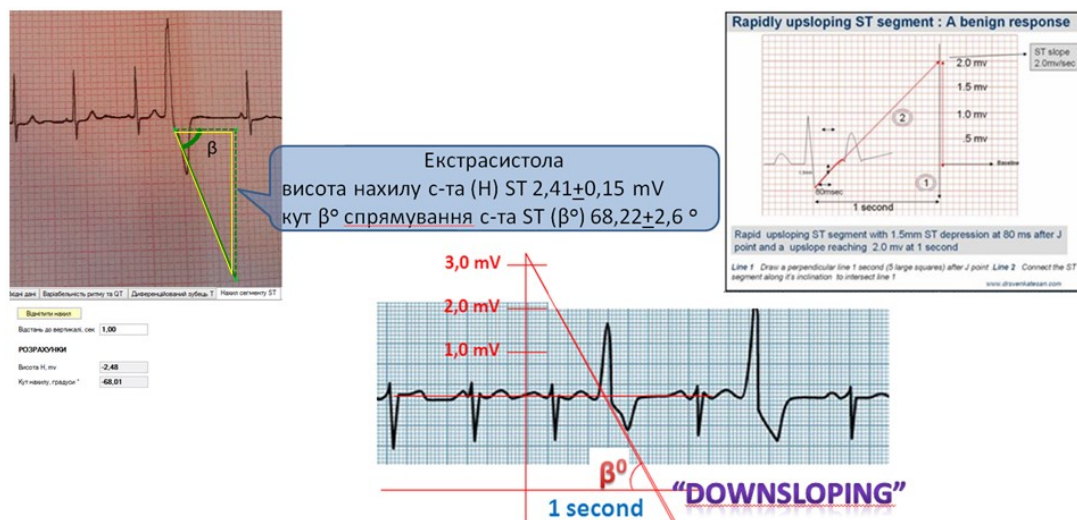


Рис. 4 - Оцінка нахилу сегмента ST і кутів спряження сегмента ST при шлуночкової екстрасистолі.

Вважається, що при наявності у пацієнтів прискореної косовисхідної депресії сегмента ST відсутнє зростання ризику розвитку аритмічної смерті (0,89; 95% ДІ 0,52-1,55) [4]. Навпаки, у пацієнтів з косонисхідною депресією сегмента ST у передопераційний період відмічали

відсутність покращення функції ЛШ після реваскуляризації [5]. Отже проблема потребує подальшого вивчення.

Тим цікавіший був ефект на параметри депресії сегмента ST при шлуночковій екстрасистолії в умовах оцінки впливу інгібітора ангіотензиперетворювального ферменту (раміприл), як представлено на рисунку 5. На фоні застосування препарату реєструвалися зміни обох показників – нахилу сегмента ST і висоти продовження напрямку нахилу через 1 реєстрації (mV) для екстрасистолічного комплексу. На фоні прийому раміприлу відбувся перехід прискореної косонисхідної депресії сегмента ST у сповільнену форму, що для екстрасистолії є новими даними (рис. 5), котрі потребують подальшого вивчення.

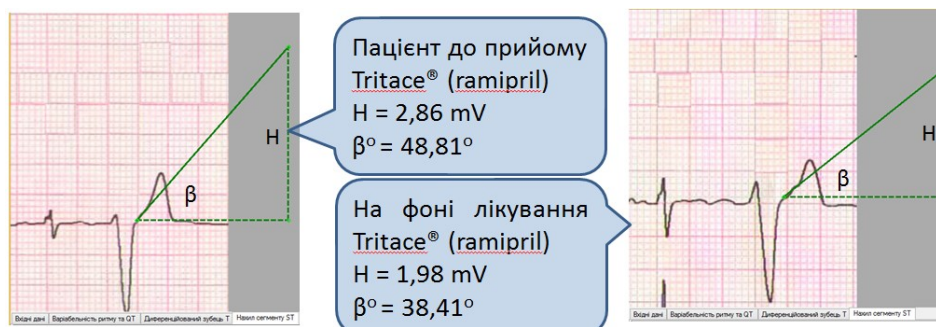


Рис. 5. Оцінка нахилу сегмента ST і кутів спряження сегмента ST при шлуночковій екстрасистолії в умовах оцінки ефекту інгібітора ангіотензиперетворювального ферменту (раміприл).

В подальшому були визначені розбіжності нахилу сегмента ST екстрасистоли і висоти продовження спрямування нахилу сегмента ST через 1 с реєстрації та кута β° спрямування сегмента ST і для екстрасистолічного комплексу залежно розподілу діагнозів ССН і ГІМ. Визначена тенденція, що однак була недостовірною, до переважання висоти продовження спрямування нахилу сегмента ST (висота нахилу ST, mV) через 1 с реєстрації для комплексу передчасного шлуночкового скорочення в пацієнтів з ГІМ проти ССН ($1,75 \pm 0,11$ проти $1,45 \pm 0,18$ mV, $p = 0,17$). В той же час у пацієнтів з ІМ проти СтСт суттєво переважав кут β° спрямування сегмента ST ($35,60 \pm 2,55$ проти $26,36 \pm 2,40^\circ$, $p = 0,011$).

Таким чином, отримані результати надають можливість розширення діагностичної цінності ЕКГ у оцінці зв'язків ішемії міокарда і змін сегмента ST, з підвищеним ризиком ішемічної та аритмічної небажаної події, оскільки відомим є зв'язок косовисхідної ST-депресії з підвищеним ризиком розвитку ішемічної події та дестабілізації електричного середовища міокарда, з можливим розвитком аритмічних подій, а отже є цінним прогностичним фактором [6]. Особливо цікавим представляється вивчення «швидкої» косовисхідної депресії сегмента ST, оскільки вона є достатньо частою знахідкою (20%) при реєстрації ЕКГ у здорових чоловіків середнього віку і пов'язана з 30% зниженням ризику смерті від ішемічної хвороби

серця у порівнянні з особами з нормальним ST-сегментом, при цьому ризик серцево-судинної смерті є нижчим в групі «швидкої» косовисхідної депресії сегмента ST проти нормального ST (BP/HR 0,82, 95% ДІ 0,65-1,04), а ризик для горизонтальної депресії зростав в 1,45 рази (BP/HR 1,45, 95% ДІ 1,09-1,90) [7].

Також доведено [9], що повільно висхідна ($1,3 \pm 0,6$ мВ/с) депресія сегмента ST є аномальною, натомість швидко висхідна ($2,1 \pm 0,8$ мВ/с, $p < 0,001$) депресія сегмента ST є нормальною відповіддю ЕКГ за навантажень, що на погляд авторів потребує подальших досліджень. Існує точка зору, що сповільнена косовисхідна депресія сегмента ST ($< 1,5$ мВ/с = 1,5 мм депресії на 80 мс від точки J, що сягає через 1 с 0,6 мВ) може бути істотним маркером ішемії, а прискорена косовисхідна депресія сегмента ST ($> 1,5$ мВ/с = 1,5 мм депресії на 80 мс від точки J, що сягає через 1 с 2,4 мВ) не є маркером ішемії [8].

Отже виявлені зміни вимагають подальших досліджень з оцінкою косовисхідної, косонисхідної, опуклої/увігнутої депресії і елевації сегмента ST, як прогностично важливих в сучасній кардіології оскільки у пацієнтів з сповільненою косовисхідною депресією сегмента ST в той же час не виявлено важчої ішемії, більшого ураження коронарних артерій або тяжчої стрес-індукованої серцевої недостатності – в цьому вони є схожими з пацієнтами з швидкою формою депресії ST [3].

Список використаних джерел

1. Пат. UA 84712 A61 B 5 /00, Україна. Спосіб прогнозування несприятливого перебігу гострого інфаркту міокарда / Ташук В.К., Полянська О.С., Костенко О.В., Кишко К.М. заявл. і патентовласн. БДМУ. - № u2013 06361, заявл. 23.05.2013, опубл. 25.10.2013, Бюл. № 20.
2. Створення програмного забезпечення для кількісної оцінки змін сегмента ST при електрокардіографії / В.К. Ташук, О.С. Полянська, П.П. Іванчук [та ін.] // Клінічна та експериментальна патологія. - 2015. - Т. 14, № 1. - С. 155-159. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kep_2015_14_1_38.
3. Desai M.Y. Slow upsloping ST-segment depression during exercise: does it really signify a positive stress test? / M.Y. Desai, S. Crugnale // Am Heart J. – 2002. - Vol. 143, № 3. – P. 482-487.
4. Early repolarization: electrocardiographic phenotypes associated with favorable long-term outcome / J.T. Tikkanen, M.J. Junttila [et al.] // Circulation. – 2011. - Vol. 123, № 23. – P. 2666-2673.
5. Exercise-induced ST-segment changes permit prediction of improvement in left ventricular ischemic dysfunction after revascularization: evaluation with positron emission tomographic measurements of regional myocardial blood flow and cardiac output / T. Watanabe, K. Harumi [et al.] // J Nucl Cardiol. – 1998. - Vol. 5, № 3. – P.256-264.
6. Polizos G. The value of upsloping ST depression in diagnosing myocardial ischemia / G. Polizos, M. H. Ellestad // Ann. Noninvasive Electrocardiol.- 2006.- Vol. 11, N 3.- P. 237-240.
7. Rapidly upsloping ST-segment on exercise ECG: a marker of reduced coronary heart disease mortality risk / C. Hodnesdal, E. Prestgaard, G. Erikssen [et al.] // Eur. J. Prev. Cardiol. - 2013. - Vol. 20, № 4. - P. 541-548.
8. Venkatesan Dr.S. What is up sloping ST depression ? How do you measure it ? What is the clinical significance ? Slow upsloping ST depression ST segment ECG / Dr. S. Venkatesan //

<http://drsvenkatesan.wordpress.com/2009/09/04/what-is-upsloping-st-depression-how-do-you-measure-it-what-is-the-clinical-significance/upsloping-st-segment-tmt-rapid-upslope-slow-upslope>.

9. Visual versus computerized analysis of upsloping ST segment depression in the exercise electrocardiogram / M.A. Walamies, T. Kööbi, L.I.Hämäläinen [et al.] // *Cardiology*. - 1999. - Vol. 92, № 4. - P. 264-268.

Константинова А.С.

Застосування ІТ-технологій у стоматологічній практиці

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава, Україна

nastyia9konstantinova9@gmail.com

Сучасний світ потребує швидкості і якості, саме тому ІТ-технології стали невід'ємною складовою нашого життя. Кожна галузь збагачена новітніми комп'ютерними програмами та пристроями, якими вони керують. Стоматологія не є виключенням. Існує певний ряд програм, що полегшують робочий процес для лікаря-стоматолога та зубного техника, що в свою чергу є важливим аспектом і для пацієнта.

Значна частина інновацій в стоматології оптимізують та підвищують інформативність і достовірність діагностики. Наприклад, конусно-променева комп'ютерна томографія, яка використовує пакет прикладних програм для обробки цифрового зображення, що забезпечують можливість отримати додаткову інформацію та побудувати 3D-моделі щелепи. Дана методика дозволяє досліджувати не тільки зуби, а й скронево-нижньощелепні суглоби, всі синуси носа, піраміду скроневої кістки, будь-які відділи лицьового скелета тощо. Інша ІТ-технологія, що забезпечує можливість моделювання стоматологічних конструкцій, – внутрішньо-ротовий 3D-сканер. За його допомогою отримують знімки, які можна обробляти, використовуючи спеціальні програми, складати об'ємні зображення і відтворювати зуби будь-якої форми, кольору тощо [1].

У відновлювальній стоматології застосовуються CAD/CAM-системи (Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing) для автоматизованого проектування та автоматизації виробництва стоматологічних конструкцій. Ці системи використовуються для моделювання та виготовлення зубних ортопедичних конструкцій (протезів та ортоконструкцій) з різних матеріалів (кераміки і титану, кобальт-хрому і цирконію). CAD-технологія забезпечує створення тривимірної моделі у спеціальному програмному середовищі. Використовуючи його, лікар створює модель ротової порожнини в усіх проєкціях в автоматичному та напівавтоматичному режимах. Комп'ютерна CAM-технологія сприяє автоматизованому

виготовленню 3D-моделі виробу з відповідного матеріалу згідно з інструкціями та наборами параметрів, які містяться у файлі проекту. При цьому виріб проходить обов'язкову обробку – запікання, фрезерування, шліфування, випалювання. Це означає, що реалізація виробу буде високоточною і забезпечить необхідну естетичність і надійність. 3D-друк в стоматології застосовується для створення функціональних протезів з полімерних матеріалів і металів, з їх допомогою можна виготовляти кістки, суглоби, тимчасові коронки. [4, 2].

Модульний високотехнологічний інструмент Exocad DentalCAD за допомогою якого відбувається моделювання реставрацій, є програмним продуктом, що імітує аналогову роботу зубного техника. Наприклад, модуль DICOM Viewer використовується для візуалізації даних КТ під час процесу проектування [5,8].

Для підготовки до 3D-друку можна використовувати CHITUBOX Basic. Він містить інструменти, необхідні для редагування, включаючи обертання, масштабування, дзеркальне відображення, ремонт, поглиблення, клонування [6,7]. Крім того, для роботи з 3D-даними можна використовувати програму Invivo, яка справляється з тривимірною візуалізацією, плануванням дентальної імплантації, а також надає можливість встановлення додаткових гнучких програмних модулів. Програма CATVision призначена для візуалізації даних комп'ютерної томографії щелепно-лицьової зони. Інтерактивна програма для планування імплантації SIMPLANT View дозволяє розпланувати передопераційний період, виготовити хірургічні шаблони та здійснити успішне лікування. Дане програмне забезпечення є сумісним з усіма видами імплантів [3].

Отже, IT-технології, які приходять в стоматологію, дають можливість мінімізувати людський фактор, скоротити термін виготовлення конструкцій, підвищити продуктивність праці фахівців даної галузі та покращити якість стоматологічних послуг. Зважаючи на такі можливості IT-технологій, необхідно їх ширше впроваджувати в стоматологічну практику.

Список використаних джерел

1. IT-технології на службі стоматології. URL: <https://www.vz.kiev.ua/it-tekhnologiyi-na-sluzhbi-stomatologiyi/>
2. Инновационные CAD/CAM технологии в S.I.Y.Dental. URL: <https://siy-dental.com/ru/cad-cam-tehnologii/>
3. Программное обеспечение для планирования имплантации. URL: <https://tomograf.ua/vopros-ot-vracha-74/>
4. Технології у сучасній стоматології. URL: <https://ingeniusua.org/articles/tekhnolohiyi-u-suchasniy-stomatolohiyi>
5. CAD програма для моделювання реставрацій. URL: <https://exo.yamamoto.group/>
6. CHITUBOX. URL: <https://www.chitubox.com/en/download/chitubox-free>
7. CHITUBOX Software. URL: <https://www.chitubox.com/en/index>
8. DentalCAD. URL: <https://exocad.com/our-products/exocad-dentalcad>

Махрова Є.Г.

Застосування Neural Networks та технологій Deep Learning у медицині

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Застосування Neural Networks (NN) за функціональними особливостями умовно можна розділити на сім блоків: фінанси, дистанційна форма, контроль хірургії, бази даних, якість досліджень та результатів, області застосування, Computer Vision.

У фінансовому блоці NN дозволяють знизити витрати ресурсів на повторні дослідження, адже точність виконання і швидкість отримання результатів AI (штучного інтелекту) набагато вищі ніж у людини. А це, відповідно, веде за собою зниження витрат на матеріали, реактиви та господарську складову. Важливим є те, що застосування NN дозволяє також більш раціонально перерозподіляти фінансування оплати праці персоналу.

Ефективність дистанційної форми співпраці важко переоцінити у світлі останніх світових подій. Потужності та сучасні можливості AI дозволяють проводити он-лайн консультації пацієнтам із дотриманням всіх вимог сайбербезпеки особистих даних та лікарської етики, вести хворих на стаціонарі та амбулаторно, а також створювати потужне інформаційне поле, засноване на реальній медичній практиці для навчання, стажування та обміну досвідом. І все це – в режимі реального часу.

Застосування технологій Deep Learning у великих платформах AI дозволяє управляти та корегувати хірургічними процесами під час проведення маніпуляцій, в режимі реального часу з великою кількістю фахівців, які можуть навіть не бути присутніми фізично в операційній, але все бачити, чути і координувати он-лайн. Сьогодні потужностей вистачить навіть на те, щоб створювати доповнену реальність («живі» голограми). Також, NN дозволяють «вести» хворих під час реабілітаційного періоду після операцій в медзакладі, а далі, і вдома.

На сьогодні, людство накопичило величезні масиви медичних даних. Цей безцінний досвід має належати всьому світу, адже головною задачею лікаря є рятувати життя. В цьому також допомагає AI. Створені на його основі процеси кластеризації зберігання, керування, та алгоритмізації запитів дозволяють кожному долучитися до цієї неоціненної скарбниці знань. Якщо ж розглядати більш локальний шар, то керовані NN БД дозволяють автоматизувати процеси реєстрації пацієнтів та зберігання інформації про них, створювати можливості доступу до локальної інформації всередині медичного закладу через френдлі інтерфейси як для пацієнтів, так і для персоналу (наприклад, графіки прийомів, чи роботи персоналу) [1].

Швидкість обробки результатів у сучасного AI набагато більша ніж у людини. Програмне забезпечення, інтегроване в сучасне обладнання на базі AI, дає людству не лише економію часу та ресурсів, але й можливості «побачити» те, що людському оку не під силу. Отримані величезні масиви вхідних даних повинні бути коректно статистично оброблені для отримання адекватних висновків. І тут також звертаємося по допомогу до AI, технології обробки якого відповідно до запитів дадуть не лише адекватні відповіді у вигляді різноманітних аналізів, прогнозів, часових трендів, динаміки розвитку тощо, але й виявлять аномалії роботи алгоритмів логічної машини до її побудови (2).

Кількість сфер можливого застосування NN зростає відповідно з ростом потужностей оброблювальної здатності AI. Якщо коротко, то це: медична генетика, електронна діагностика станів (МРТ, УЗД, тощо), фармація, програмне забезпечення мобільних гаджетів для моніторингу хронічних та загрозливих станів, алгоритми моніторингу смертельних хвороб і робототехніка (наносвіт, протезування, мобільні стимулятори, тощо).

Особливої уваги заслуговую Computer Vision. В цьому огляді ми зупинимося лише на переліку її можливостей в медицині. Отже, це: автоматизація реєстрації пацієнтів по обличчю з подальшою ідентифікацією вже існуючих або нових, обробка та керування БД, створення доповненої реальності (проведення операцій в режимі реального часу, стажування за допомогою т.зв. «живих» 3D голограм). Окремо виділимо сателіт діагностики в режимі реального часу (за обличчям, ходом, шкірою, тощо). Ця технологія дозволить вчасно зареєструвати і надати допомогу при критичних та тривожних станах, ставити вірні діагнози та обрати адекватне лікування для хронічних захворювань (3).

Список використаних джерел

1. Anna Goldie, Azalia Mirhoseini. Placement Optimization with Deep Reinforcement Learning. *Computer Science. International Symposium on Physical Design (ISPD)*. 2020. Cornell University. Ithaca, New York. URL: <https://arxiv.org/abs/2003.08445>;
2. Azure Cognitive Services: веб-сайт. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/cognitive-services/#overview>;
3. Insights from AI. Cancer research at IBM. *Supporting cancer research and treatment*. IBM. 2022.: веб-сайт. URL: <https://www.ibm.com/watson-health/solutions/cancer-research-treatment/>;

Мельник О.М., Заріцька О.О.

Мобільні додатки як інструмент швидкого реагування на стани, що потребують невідкладної медичної допомоги

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

omlnk1988@gmail.com, o.o.zaritska@gmail.com

Анотація. У статті розкривається важливість пошуку шляхів покращення реагування медичної системи на критичний стан здоров'я людини, яка опинилась в ізоляції та потребує негайної медичної допомоги. Обґрунтовується можливість застосування мобільних додатків для вирішення вище зазначеної проблеми. Виділено та проаналізовано кілька видів мобільних застосунків, їх можливості та особливості використання для контролю станів та швидкого реагування на невідкладний стан людини. Наведено приклади мобільних додатків кожної категорії, описано їх переваги та недоліки.

Ключові слова: невідкладний стан людини, екстрена медична допомога, медичні мобільні додатки, мобільні застосунки-довідники.

Станом на 2021 рік, за статистикою кількості летальних випадків через хвороби, в Україні переважають хвороби серцево-судинної системи, COVID-19 та цереброваскулярні хвороби. Отже, вже тривалий час постає проблема покращення реагування медичної системи на критичний стан здоров'я людини, що потребує негайної медичної допомоги. У зв'язку з збільшенням площі покриття мережею Інтернет території України, що станом на 2019 рік становить 70% площі, та покращенням навичок користування сучасними технічними засобами людей старшого віку, маломобільних та самотніх людей, відкриваються нові можливості використання мобільних застосунків для контролю станів та швидшого реагування на них.

Невідкладний стан людини – раптове погіршення фізичного або психічного здоров'я, яке становить пряму та невідворотну загрозу життя та здоров'я людини або оточуючих її людей і виникає внаслідок хвороби, травми, отруєння або інших внутрішніх чи зовнішніх причин. [1, Стаття 1. П1.7 Закон про екстрену медичну допомогу].

Виклик екстреної медичної допомоги - повідомлення про невідкладний стан людини і місце події та/або звернення про необхідність надання екстреної медичної допомоги за єдиним телефонним номером 103 чи за єдиним телефонним номером системи екстреної допомоги населенню 112 [1, Стаття 1. П1.1 Закон про екстрену медичну допомогу]. Виклик безоплатний.

До критеріїв критичних звернень щодо надання екстреної медичної допомоги належать звернення стосовно хворих/постраждалих при невідкладних станах, що безпосередньо загрожують життю, потребують виконання реанімаційних заходів та: 1) супроводжуються: відсутністю дихання, неефективним диханням, ознаками масивної крововтрати/кровотечі; 2) зумовлені: усіма видами травм різної етіології, впливом зовнішніх факторів (ураження електричним струмом, блискавкою тощо), інтоксикацією та отруєнням, у тому числі укусами тварин, комах тощо, гострими та хронічними захворюваннями. [2, постанова про норматив прибуття бригад екстреної (швидкої) медичної допомоги на місце події]

До категорії екстрених належать звернення стосовно хворих/ постраждалих при невідкладних станах, що несуть загрозу життю та здоров'ю людини і можуть призвести до різкого погіршення стану в разі несвоєчасного надання екстреної медичної допомоги та: 1) супроводжуються: порушенням свідомості, ознаками кровотечі, ознаками гострого коронарного синдрому, ознаками гострого мозкового інсульту, розладами дихання, іншими скаргами та ознаками, що визначені як екстрені відповідно до переліку причин звернень та скарг про необхідність надання екстреної медичної допомоги; 2) зумовлені: усіма видами травм різної етіології, впливом зовнішніх факторів (ураження електричним струмом, блискавкою тощо), інтоксикацією та отруєнням, у тому числі укусами тварин, комах тощо, гострими та хронічними захворюваннями. [2].

Згідно із теперішнім розвитком медичної системи та законодавчими документами, здійснити виклик екстреної медичної допомоги може здійснити кожен громадянин України та будь-яка інша особа. У разі виявлення людини у невідкладному стану, яка не може особисто звернутися за наданням екстреної медичної допомоги, громадянин України та будь-яка інша особа зобов'язані негайно здійснити виклик екстреної медичної допомоги або повідомити про виявлену людину працівників найближчого закладу охорони здоров'я чи будь-яку особу, яка зобов'язана надавати домедичну допомогу та знаходиться поблизу місця події; за можливості надати виявленій людині у невідкладному стані необхідну допомогу, у тому числі шляхом перевезення такої людини до найближчого до місця події відділення екстреної (невідкладної) медичної допомоги чи іншого закладу охорони здоров'я, у якому може бути забезпечено надання необхідної медичної допомоги. [1, стаття 3 пункт 3 закон про невідкладну медичну допомогу].

Звісно, якщо людина відчуває погіршення власного самопочуття та в змозі викликати екстрену медичну допомогу – питань не виникає. Інша справа, коли людина втратила свідомість, є неконтактною, проживає самотійно, знаходиться у малолюдному місці і не може

самостійно здійснити виклик швидкої або ж оточуючі люди не можуть надати домедичну допомогу та підтримати під час очікування приїзду медичної бригади.

У таких ситуаціях можуть стати у пригоді медичні додатки. В цілому їх можна розділити на кілька категорій: додатки для надання домедичної допомоги, додатки для моніторингу щоденного самопочуття, для виклику служб екстренної допомоги.

Серед мобільних застосунків-довідників з домедичної допомоги варто відзначити новий український додаток TacticMedAid [4]. Станом на 12.06.2022 цей додаток посідає 117 місце у категорії освіта у App Store із загальним рейтингом 4,9/5 на основі 190 оцінок. Від релізу: 25 березня 2022 року додаток завантажили більше 10 тисяч користувачів з Google Play. Як зазначили творці додатку, TacticMedAid допоможе пригадати зміст курсів надання першої медичної допомоги, перевірити та підтримати рівень своїх знань.

Інша справа – додатки виклику екстренної допомоги та додатки, призначенні для реагування на погіршення самопочуття. До прикладу, додаток HandHelp [5]– додаток для виклику екстрених служб у надзвичайних ситуаціях. Станом на 12.06.2022 додаток завантажили більше 50 тисяч користувачів з GooglePlay, де додаток має рейтинг 4,1/5 на основі 383 відгуків. У AppStore додаток має оцінку 3/5 на основі 2 відгуків. Як зазначають розробники, додаток повідомляє поліцію, рятувальників, екстрену медичну допомогу, а також довірених людей на основі інформації, яку зазначає користувач, тобто відповіді на питання Хто? Де? Коли? Скільки? Що?, а також надає можливість прикріпити дані про ситуацію у фото чи відео-форматі. Повідомлення про екстрену ситуацію повідомляються різними шляхами: email, SMS, WhatsApp або відео-дзвінок. Локація визначається на основі даних GPS, GSM радіо-хвилі чи WLAN. Додаток простий у використанні, має інтуїтивний інтерфейс та надає можливість безкоштовного тестування перед використанням. Серед недоліків варто визначити потребу у Інтернет-підключенні та відсутність адаптації українською. Отже, попри наявні переваги та зручність у використанні, застосунок не може використовуватися українськими користувачами повною мірою.

Оскільки трапляються випадки, коли екстренний чи критичний стан людини супроводжується падінням, наступним варто відзначити FallSafety Home [6] – додаток, що виявляє падіння користувача. Крім того, додаток додатково фіксує показники пульсу, у випадку використання смартгодинника. У AppStore середня оцінка додатку становить 4,1/5 на основі 357 відгуків. У Google Play додаток недоступний, однак можна застосувати альтернативну версію FallSafetyPro: застосунок доступний як у Google Play, так і у AppStore. Серед недоліків слід відзначити відсутність української мови у інтерфейсі, потребу у

додаткових пристроях, наприклад, смартгодинник чи більш технологічний смартфон та постійний доступ до інтернету.

Наразі існує потреба у покращенні знань населення України з надання домедичної допомоги, а також адаптації ринку мобільних додатків до українського користувача. На сьогоднішній день, ситуація з використанням мобільних технологій є сприятливою, що пояснюється поширенням мережі Інтернет, простотою використання сучасних технологій. Однак, варто зазначити, що серед людей, які старші за 65 років, кількість регулярних користувачів Інтернетом становить лише 29% (станом на 2019 рік) [3]. Такі показники можна пояснити високою вартістю мобільних пристроїв, передплати користування Інтернетом, недостатній рівень знань старших користувачів.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про екстрену медичну допомогу» від 05.07.2021 N5081-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5081-17#Text>
 2. Постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2020 року № 1271 "Про норматив прибуття бригад екстреної (швидкої) медичної допомоги на місце події" URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1271-2020-%D0%BF#Text>
 3. Майже 23 млн українців регулярно користуються Інтернетом – дослідження. [Електронний ресурс] // Mind.UA незалежний журналістський бізнес-портал. – Режим доступу: <https://mind.ua/news/20204323-majzhe-23-mln-ukrayinciv-regulyarno-koristuyutsya-internetom-doslidzhennya>
- Посилання на додатки:
4. Додаток TacticMedAiD:IOS: <https://apps.apple.com/ua/app/tacticmedaid/id1614859215>
Android:<https://play.google.com/store/apps/details?id=app.TacticMedAid&hl=en&gl=US>
 5. Додаток HandHelp IOS:<https://play.google.com/store/apps/details?id=de.asnug.handhelp&hl=uk&gl=US>
Android: <https://apps.apple.com/us/app/handhelp-emergency-call-app/id1001987648>
 6. Додаток FallSafety Home IOS: <https://apps.apple.com/us/app/fallsafety-home-personal-alert/id1097177984> Повний перелік застосунків на офіційному сайті компанії: <https://fallsafetyapp.com/downloads>

Мельник В.В.¹, Кривецький В.В.², Проняєв Д.В.²

Перспективи застосування штучного інтелекту в охороні здоров'я та медичній освіті

¹Івано-Франківський національний медичний університет, Чернівці, Україна

²Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

proniaiev@bsmu.edu.ua

Доведеним є факт, що використання комп'ютерних технологій в системі охорони здоров'я значно покращує її якість. Дослідження, проведене у 2016 році, показало, що лікарі

витрачають 27 % свого робочого дня на безпосередній клінічний час зі своїми пацієнтами і 49,2 % робочого дня витрачають на лікарняні записи та роботу за столом. Перебуваючи в оглядовому кабінеті з пацієнтами, лікарі витрачали 52,9 % свого часу на ведення документації та призначення ліків. Лікарі, які користувалися підтримкою додатків на основі штучного інтелекту більше безпосередньо спілкувалися з пацієнтами, ніж ті, хто цими послугами не користувався. Крім того, збільшення використання штучного інтелекту в медицині не тільки зменшує рутинну роботу та звільняє час лікаря первинної ланки, але також підвищує продуктивність, точність та ефективність роботи [1].

Пошук і розробка фармацевтичних засобів проти певної хвороби шляхом клінічних випробувань займає роки і коштує мільярди доларів. Але, беручи до уваги нещодавній приклад, штучний інтелект використовувався для скринінгу існуючих ліків, які можна було б використовувати для боротьби з новою загрозою вірусу Ебола, на обробку якої в іншому випадку знадобилися б роки. За допомогою штучного інтелекту ми зможемо прийняти нову концепцію «точної медицини» [2].

Були задокументовані деякі дослідження, де системи штучного інтелекту змогли перевершити дерматологів у вірній класифікації підозрілих уражень шкіри. Це тому, що системи штучного інтелекту можуть дізнатися більше з послідовних випадків і можуть опрацювати кілька випадків за кілька хвилин, що значно перевищує кількість випадків, які клініцист може оцінити за одне життя. Підходи до прийняття рішень на основі штучного інтелекту використовуються в ситуаціях, коли експерти часто не погоджуються, наприклад, виявлення туберкульозу легень на рентгенограмах грудної клітки [3].

Існує багато різних моделей штучного інтелекту здатних вирішувати різноманітні клінічні проблеми. Проте незважаючи на попередній оптимізм, використання медичних технологій штучного інтелекту не були прийняті з ентузіазмом. Однією з причин цього є ставлення клініцистів до технологій, які використовуються до процесу прийняття рішень. Парадоксально, але немає сумнівів у сприйнятті вірогідності отриманих біохімічних результатів з автоматичного аналізатора або зображення, створені магніто-резонансним томографом, однак все що стосується висновків фізикальних досліджень зроблених системою штучного інтелекту підлягає сумнівам. Безумовно перед науковцями стоїть ще багато завдань перед безапеляційним сприйняттям висновків зроблених системами штучного інтелекту, це і необхідність використовувати більш рандомізовані контрольовані дослідження для підтвердження їх ефективності. Тому системи штучного інтелекту в медицині є життєво важливими. Існують переконливі докази того, що медичний штучний інтелект може зіграти

важливу роль у допомозі клініцистам надавати медичну допомогу ефективно в 21 столітті. Немає сумнівів, що ці техніки будуть слугувати посиленню та доповненню «медичного інтелекту» майбутнього клініциста [4].

Список використаних джерел

1. Amisha, Paras Malik, Monika Pathania, Vyas Kumar Rathaur. Overview of artificial intelligence in medicine. J Family Med Prim Care. 2019;Jul;8(7):2328-2331. doi: 10.4103/jfmpe.jfmpe_440_19.
2. AN Ramesh, C Kambhampati, JRT Monson, PJ Drew Artificial intelligence in medicine Ann R Coll Surg Engl 2004; 86: 334-8. doi 10.1308/147870804290.
3. Zhou R, Wang P, Li Y, Mou X, Zhao Z, Chen X, Du L, Yang T, Zhan Q, Fang Z. Prediction of Pulmonary Function Parameters Based on a Combination Algorithm. Bioengineering (Basel). 2022 Mar 25;9(4):136. doi: 10.3390/bioengineering9040136.
4. Graham S, Depp C, Lee EE, Nebeker C, Tu X, Kim HC, Jeste DV. Artificial Intelligence for Mental Health and Mental Illnesses: an Overview. Curr Psychiatry Rep. 2019 Nov 7;21(11):116. doi: 10.1007/s11920-019-1094-0.

УДК: 043.371

Остафійчук Д.І., Бірюкова Т.В.

Алгоритми в навчальному процесі та їх застосування в медичних ЗВО

Буковинський державний медичний університет

ostafichukdmytro@gmail.com, tanokbir@ukr.net

Анотація. У напрямках вдосконалення навчального процесу велика роль відводиться різноманітним способам алгоритмізації навчання. Алгоритми мають різноманітні функції, можливості, що дозволяє широко використовувати їх в навчальному процесі. Алгоритм – це вказівка поетапного виконання в певному порядку системи дій чи операцій, що призводить до розв’язання задач певного типу. Зміст навчання не може повторити повністю зміст даної науки. Він є моделлю останнього, побудованого у відповідності до вимог навчального процесу. [1, с. 167]. При цьому під моделлю розуміється спеціально створена форма об’єкта чи системи, яка відображає його в більш простій чи наочній формі, здатна замінити його так, щоб можна було відтворити деякі його характеристики, що належить пізнати [2, с. 67]. У випадку коли змістом навчання є діяльність по розв’язанню професійних задач, така модель може бути представлена у вигляді алгоритмів. У відповідності до професійних задач при навчанні лікаря можуть бути використані алгоритми обстеження хворого, діагностичні

алгоритми, алгоритми диспансеризації, алгоритми оволодіння навичками. Також існують декілька способів задання алгоритмів: мовний, формульний, структурний, оперативний.

Ключові слова: алгоритм, навчальний процес, студент.

Діагностичні алгоритми. Основу діагностичного процесу складає алгоритм. Лікар при визначенні діагнозу діє за певними алгоритмами, яких він був навчений чи розробив сам у процесі своєї практичної діяльності. Слід відмітити, що лікарі ніколи не називають алгоритмом ту струнку систему розумового аналізу, яка приводить до діагнозу, вважаючи що він поставив діагноз інтуїтивно, спираючись на свої базові знання, медичну практику та відчуття. Проте у всіх випадках після відповідного аналізу можна детально відтворити всю послідовність його роздумів, тобто сформуванати, скласти відповідний алгоритм.

Розглянемо ряд вимог, яких необхідно дотримуватись при побудові діагностичних алгоритмів [3, с. 63]. Діагностичний алгоритм можна побудувати виходячи тільки з синдрому чи симптому, тобто з справжньої умови задачі. Неможливо створити алгоритм на інфаркт міокарду або на ваду серця, тому що діагноз – це результат розв’язання конкретної задачі. Але ми можемо створити алгоритм на синдром “аускультативних досліджень серця” на “електрокардіографічні дослідження – синдром вогнищевих змін міокарда”.

Діагностичний алгоритм повинен мати мінімально можливу кількість етапів і кінцеві етапи в ньому повинні містити всі нозологічні одиниці, для яких є характерний початковий синдром. [4, с. 26]. На кожному етапі діагностичного алгоритму повинен розглядатись тільки один симптом, причому для цього симптому необхідно розглянути всі можливі варіанти (наявність симптому або ступінь його вираженості). Симптоми повинні бути розташовані у чітко визначеній послідовності.

Першим у діагностичному алгоритмі має бути симптом, що дозволяє відразу розмежувати найбільш значимі категорії хвороб. Наступні етапи діагностичного алгоритму повинні містити симптоми меншої значимості з метою все більш детальної диференціальної діагностики на окремі групи захворювань і конкретні нозологічні одиниці. Після кожного етапу діагностичного алгоритму дається резюме: до чого привів даний етап. В резюме називаються діагностичні вірогідності, які в подальшому диференціюються наступними етапами алгоритму. Діагностичний алгоритм повинен бути орієнтований на роботу практичного лікаря в умовах лікувального закладу і включати в себе диференціальну діагностику, яка доступна на основі загальноприйнятих методів дослідження.

Діагностичному алгоритму повинні бути притаманні деякі важливі властивості.

Простота алгоритму. При створенні діагностичного алгоритму необхідно прагнути до того, щоб кожний етап алгоритму був загальнозрозумілим для всіх студентів. Вимога простоти може бути розкрита як необхідність більш чіткого і прямолінійного формулювання завдання на дію для кожного етапу. Для цього на кожному етапі повинен розглядатись тільки один симптом з чіткою вказівкою підходу до цього симптому.

Однозначність алгоритму. Алгоритм повинен давати можливість проводити впевнено обробку поданої інформації і одержати точно визначений і конкретний результат.

Масовість алгоритму. Алгоритм повинен дозволяти розв'язати не одну конкретну задачу, а клас задач. При цьому клас задач буде визначатись ведучим синдромом, який стоїть на початку алгоритму, а кількість задач, які можна розв'язати з допомогою алгоритму відповідає даному алгоритму.

Результативність алгоритму. Діагностичний алгоритм повинен забезпечити в кожному окремому випадку результативність розв'язання задачі, тобто встановлення правильного діагнозу після використання заданого числа операцій.

Дискретність алгоритму. Одна з важливих умов розв'язання задач – розчленування складного діагностичного мислення на прості елементарні операції, розташовані в оптимальній послідовності. Все розв'язання поділяються на малі, прості, елементарні етапи, що вірогідність помилки при розв'язуванні кожного з них є виключно малою, крім того, це дозволяє проконтролювати кожний етап. [5, с. 12]

При складанні діагностичного алгоритму необхідно дотримуватись певного плану дій: вибрати один ведучий синдром, на який пропонується створення діагностичного алгоритму; скласти перелік всіх важливих захворювань, що необхідно віддиференціювати, які проявляються даним синдромом; виписати всі симптоми, які характерні для даного синдрому; виділити всі вирішальні симптоми для кожного з захворювань, що диференціюються; виділити один з вирішальних симптомів, який відразу розмежує захворювання на великомасштабні групи; послідовно виділити подальші симптоми з умовою, що на одному етапі розглядається тільки один симптом; з допомогою діагностичного алгоритму віддиференціювати всі нозологічні одиниці; доповнити діагностичний алгоритм вказівками тактичного типу; провести клінічне дослідження діагностичного алгоритму. В етап клінічного дослідження може бути включено один з варіантів; випробування діагностичного алгоритму на багатьох хворих, при умові різноманітності картини їх клініки; перевірка за діагностичним алгоритмом історій хвороб з усіма, визначеними в ньому нозологічними одиницями при умові доведеної достовірності діагнозу в історії хвороби; перевірка з діагностичним алгоритмом всіх

включених в нього одиниць опублікованих в медичній пресі у вигляді спостережень з практики, клінічних прикладів, витягів з історії хвороб. У випадку виявлення помилок у побудові діагностичного алгоритму можливо провести корекцію, для одержання стійких безпомилкових результатів.

В системі навчання лікарів алгоритми можуть знайти дуже широке використання. Діагностичний алгоритм, розроблений досвідченим лікарем – викладачем, дозволяє відкрити студенту систему мислення та пошуку фахівця. Лікар високої кваліфікації одночасно бачить і оцінює всі симптоми і тому йому важко буде пояснити, як він прийшов до того чи іншого висновку. Алгоритм же являє собою послідовну перевірку симптомів, що демонструють всі розумові операції та їх послідовність. При цьому викладач може прослідкувати за правильністю діагностичного мислення студентів, вказати на їх помилки, навчити способам оптимального знаходження рішень. Діагностичний алгоритм може виховувати економічне діагностичне мислення. Озброєний великою кількістю методів обстеження лікар нерідко прагне до збору максимально великого об'єму даних про хворого, часом завчасно не уявляючи собі необхідність цих даних для постановки діагнозу. Діагностичний алгоритм дозволяє вказати найкоротші шляхи постановки діагнозу, відібрати найбільш суттєві симптоми, що розмежовують категорії хвороб, конкретні нозологічні одиниці. Використання діагностичних алгоритмів дозволяє раціонально використовувати навчальний час, в найкоротші терміни часу формувати ефективне діагностичне мислення у період підготовки лікаря. Діагностичні алгоритми допомагають організувати процес навчання з урахування фаху майбутніх лікарів, їх можна і слід складати для визначеної категорії лікарів з врахуванням переліку діагностичних процедур, знання яких входить в коло їх професійних обов'язків. Діагностичні алгоритми можна використовувати при проведенні різних видів занять. На лекції для викладача алгоритм може стати основою як загального підходу до диференціальної діагностики, так і розгляду важливих моментів в діагностичних ситуаціях. Ці алгоритми бажано видавати студентам у вигляді роздаткового матеріалу або ж виділяти час для перенесення їх в конспект. Алгоритм при цьому буде засобом демонстрації навчальної інформації, дає можливість матеріалізувати розумовий процес.

Семінар також може будуватися на готовому алгоритмі, його обговоренні, розв'язанні ситуаційних задач за допомогою алгоритму, перевірці алгоритму згідно історії хвороби, розгляді клінічних прикладів. Семінар можна присвятити розробці діагностичного алгоритму і тоді з'являється можливість активізувати розумову діяльність студентів, скерувати хід їх думок на пошук правильного шляху, розглянути оптимальні підходи до вибору симптомів. [6]

На практичному занятті з'являється можливість відпрацювати алгоритмічні прийоми. При цьому студенту пропонують поставити діагноз захворювання в реальних умовах при обстеженні хворого. Викладач одержує можливість прослідкувати за правильністю всіх розумових операцій і на практиці показати ефективність застосування алгоритмів. [7, с. 200]

При організації контролю знань та вмінь також доцільно використовувати алгоритм. Можна запропонувати студентам контрольну роботу по складанню діагностичного алгоритму на синдром; контроль можна провести на практиці, даючи студенту роботу з пацієнтом контролюючи етапи його діяльності; на кінець, організація контролю можлива на основі ситуаційних задач, які належить вирішувати алгоритмічним шляхом.

Клінічна діагностика є варіантом медичного розпізнання, під яким розуміють віднесення патологічних станів, процесів чи біологічних об'єктів до певного класу. До медичного розпізнання відносяться і клінічна діагностика, прогнозування перебігу процесу, ідентифікація яких-небудь речовин, мікроорганізмів. Розробка алгоритмів розпізнання – складний процес, що вимагає певних навичок і великого досвіду роботи. При цьому необхідно врахувати, що шлях розпізнання хвороби повинен бути найбільш економним. Діагностичні алгоритми можна використати в процесі навчання лікарів визначенню діагнозу, що дає можливість усунути ряд діагностичних помилок, дозволяє навчити лікаря новим прийомам та методам, вказати шляхи правильного мислення, знайти оптимальний шлях постановки діагнозу, розробити тактику лікаря для різноманітних ситуацій.

При діагностичному алгоритмі можна виділити наступні етапи мислення, що призводять до визначення діагнозу: збір інформації; виявлення ведучого синдрому; виділення ряду вирішальних симптомів найбільш вірогідного патологічного процесу; визначення за вирішальними симптомами найбільш вірогідної етіології (характеру) патологічного процесу; визначення за вирішальними симптомами найбільш вірогідної нозологічної одиниці; визначення за вирішальними симптомами найбільш вірогідної фази захворювання, його ускладнень; встановлення діагнозу.

Професійні алгоритми щодо формування вмінь та навичок – використовуються на першому етапі оволодіння вміннями та навичками, коли відбувається теоретичне засвоєння процедури виконання, послідовності дій. Після цього етапу, а також демонстрації викладача, здійснюється наступний етап – практичний тренінг у відпрацюванні вмінь та навичок згідно заданого і засвоєного алгоритму [8, с. 53]. Професійними алгоритмами важливо забезпечити ті розділи практичної роботи студентів, що пов'язані з оволодінням складними та новими навичками та вміннями. Тобто тими, методика виконання яких не може бути засвоєна всіма

студентами на основі тільки демонстрації – показу викладача. Особливо важливу роль має використання професійних алгоритмів для екстремальних станів, невідкладної допомоги, реанімаційних заходів. В системі вищої медичної освіти широке використання набули навчальні посібники – збірники алгоритмів, що добре ілюстровані і забезпечені матеріалами самоконтролю. На їх основі відпрацьовуються і контролюються стандарти професійної діяльності сучасного медичного працівника. Професійні алгоритми обстеження, курації хворого, визначення плану лікування, надання невідкладної допомоги, проведення лабораторно-експериментальних досліджень, здійснення догляду краще складати у вигляді таблиць – завдань з відображенням завдань (оволодіти методикою обстеження, провести курацію хворого, провести лабораторне дослідження) з обов’язковим вказанням послідовності виконання чи заданням чіткого покрокового алгоритму виконання.

Алгоритм орієнтовних карт для організації самостійної роботи студентів з літературою. Інструктивні матеріали такого роду навчають студентів універсальним прийомам структурування матеріалу, його систематизації виділенню головних блоків, питань, елементів теоретичної інформації, визначенню логічних зв’язків між ними, а також орієнтують студентів на конкретні форми фіксації результатів [9, с. 168; 10, с. 361]. Тому орієнтовні карти такого типу будують таким чином, щоб одна їх частина орієнтувала студентів на основні цілі вивчення теоретичного матеріалу, а інша дає вказівки в термінах діяльності студента, що орієнтують його на виділення головного, найбільш суттєвого по кожному з питань і фіксації результатів вивченого матеріалу у певній формі. Наприклад, навчальному завданню:

- “вивчити етіологію” формуються вказівки назвати основні етіологічні фактори;
- “вивчити клініку” - “скласти класифікацію”;
- “вивчити діагностику ...” – “перелічити основні діагностичні критерії...”; “вивчити диференціальну діагностику...” – “заповнити таблицю диференціальної діагностики...”;
- “вивчити лікування...” – “назвати основні види лікування, групи лікарських препаратів, скласти план лікування...”.

Відповіді на дані завдання плануються і заповнюються студентами під час підготовки завдань.

Організація самостійної роботи студентів з літературою на основі орієнтовних карт (алгоритмів) найбільш є доцільною на молодших курсах навчання у медичному ЗВО. На цьому етапі йде активний процес оволодіння індивідуальними прийомами переробки великих обсягів інформації і є потреба в тому, щоб викладач керував цим процесом. На старших курсах

прийоми самостійної роботи з літературою вже сформовані, тому використання орієнтовних карт цього типу виправдане лише вибірково: при вивченні складних тем, при відсутності необхідної навчальної літератури, при систематизації великих розділів дисципліни. На заняттях орієнтовні карти можуть бути запропоновані студентам у вигляді роздрукованих матеріалів, або в усній формі, як інструкція до виконання домашнього завдання, яка коротко записується студентами.

Процес професійної підготовки медичного працівника не обмежується тільки діагностичною сферою і передбачає широке використання сучасних інструктивних матеріалів іншого призначення для забезпечення формування різноманітних професійних навичок та вмінь, а також для організації самостійної роботи студентів з літературою [11, с. 158; 12, с. 189].

Висновки. Таким чином, при застосування алгоритмів спостерігається підвищення рівню розумового розвитку студентів, формування логічного мислення, краще засвоєння вивчаемого матеріалу, оволодіння практичними професійними навичками. Використання алгоритмів у навчальному процесі на різних етапах проведення занять призводить до кращого засвоєння матеріалу, відпрацювання певних навичок та вмінь, підвищення продуктивності навчання.

Список використаних джерел

1. Освітні технології / за заг. ред. О.М. Пехоти. Київ: А.С.К., 2001. 256 с.
2. Галіцина Л. Інтерактивні методи навчання. Київ: Ред. Загальнопед. газ., 2005. 128 с.
3. Канівець Т.М. Основи педагогічного оцінювання. Ніжин, 2012. 102 с.
4. Експертні системи в медицині / Продеус А.М. та ін. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2014. 332 с.
5. Медичні знання та прийняття рішень в медицині / під ред. Хіммзона І.І. Вінниця, 2007. 180 с.
6. Алгоритмізація медичних задач та формалізація медичних даних. URL: <http://moodle.bsmu.edu.ua/file.php/263/Topic6.pdf>
7. Алгоритми діагностично-лікувальних навичок і вмінь із внутрішніх хвороб для лікаря сімейної практики / за ред. Кривенка В.І. 2019. 360 с.
8. Активні та інтерактивні технології навчання. *Віхи століть*. 2004. №4. С. 48-74.
9. Вища освіта України і Болонський процес / за ред. В.Г. Кременя. Тернопіль: Навчальна книга, 2004. 384 с.
10. Пісоцька Л.С. Використання інтерактивних методів навчання у контексті системного підходу. *Педагогічний дискурс*. 2013. Вип. 14. С. 360-363.
11. Серьожникова Р.К., Пархоменко Н.Д., Яковицька Л.С. Основи педагогіки і психології. Київ: Центр навчальної літератури, 2003. 243 с.
12. Амеліна С.М. Діалогічні методи навчання як фактор вдосконалення професійної підготовки студентів. *Педагогіка і психологія формування творчої особистості: проблеми і пошуки: зб. наук. пр. Київ; Запоріжжя*. 2005. Вип. 36. С. 248

Проняєв Д.В.¹, Мельник В.В.², Кривецький В.В.¹

Впровадження комп'ютерних технологій у охорону здоров'я

¹Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

²Івано-Франківський національний медичний університет, Чернівці, Україна

proniaiev@bsmu.edu.ua

Штучні нейронні мережі (ШНМ), судячи з обсягу публікацій в останні два десятиліття, є найпопулярнішою технікою штучного інтелекту в медицині. ШНМ – це обчислювальні аналітичні засоби, які «натхненні» біологічною нервовою системою. Вони складаються з мереж взаємопов'язаних комп'ютерних процесорів які називаються «нейронами», та здатні виконувати паралельні обчислення для обробки даних. Їх здатність вчитися, використовуючи дані результатів минулих процесів, аналізувати нелінійні дані, обробляти та узагальнити неточну інформацію, що дозволяє застосовувати модель незалежних даних, зробила їх дуже привабливим аналітичним інструментом у галузі медицини. Мак-Каллох і Піттс (1943) винайшли перший штучний нейрон за допомогою простих двійкових порогових функцій [1]. Наступна важлива віха сталася, коли Френк Розенблатт, психолог, розробив перцептрон в 1958 році як практичну модель. Багато варіацій базового перцептронного мережі були запропоновані, але найпопулярнішою моделлю був багаторівневий перцептрон з прямим зв'язком. Ці мережі як правило складаються з декількох взаємопов'язаних шарів нейронів: вхідний шар, один або кілька середніх або прихованих шарів і вихідний шар. Нейрони сполучені ланками, і кожна ланка має числове навантаження, пов'язане з ним. Нейронна мережа «навчається» шляхом багаторазового коригування цих цифрових навантажень.

Важливою характеристикою ШНМ є те, що вони можуть навчатися зі свого досвіду в навчальному середовищі. Використання багаторівневого прямого зв'язку перцептронного було обмеженим через відсутність відповідного алгоритму навчання аж до появи робіт Пола Вербоса (1974). Аспірант ввів «зворотне поширення» навчання [2]. Деякі з інших популярних мереж містять мережі Хопфілда, радіальну базову функцію та карту самоорганізаційних функцій. ШНМ вже знайшли широкий спектр застосувань в реальному світі. Їх здатність класифікувати та розпізнавати шаблони точно залучили дослідників до їх застосування у вирішенні багатьох клінічних проблем. Так як діагностика, лікування та прогнозування результатів у багатьох клінічних ситуаціях залежать від складної взаємодії між клінічними, біологічними та патологічними змінними то останнім часом спостерігаємо зростання потреби

в аналітичних інструментах, таких як ШНМ, які можуть використовувати складні зв'язки між цими змінними.

ШНМ були використані в клінічній діагностиці, аналізі зображень в радіології та гістології, інтерпретації даних в умовах інтенсивної терапії та аналізі форми хвилі [3].

Stamey та ін. розроблено нейронну мережу – алгоритм класифікації під назвою ProstAsure Index, який може класифікувати простату як доброякісну або злоякісну. Ця модель, результати функціонування якої яка згодом були підтверджені в проспективних дослідженнях мала діагностичну точність 90 %, за чутливістю 81 % і специфічністю 92 %. Деякі інші мережі використовуються в хірургії для діагностування апендициту та холедохолітазу, глаукоми, тощо. PAPNET, комп'ютеризована автоматизована система скринінгу на основі нейронних мереж, була розроблена для допомоги цитологу при цервікальному скринінгу і є однією з небагатьох моделей ШНМ, яка рекламується комерційно. Гістологічні зразки грудної залози, шлунку, щитоподібної залози, оральний уротеліальний епітелій, плевральні та перитонеальні цитологічні зразки випоту були піддані аналізу нейронними мережами з різним ступенем успіху. У радіології ШНМ використовувалися для інтерпретації простих рентгенограм, УЗД, КТ, МРТ, та радіоізотопного сканування. Здатність ШНМ до розпізнавання шаблонів була використана для аналізу різних форм хвиль, включаючи інтерпретацію ЕКГ для діагностики інфаркту міокарда, фібриляції передсердь та шлуночкових аритмій. Аналіз електроенцефалограм (ЕЕГ) за допомогою нейронних мереж дозволили провести якісну дьягностику епілепсії та розладу сна. Вони також були навчені аналізувати електроміографічну (ЕМГ) та ультразвукову доплерівську хвилю [4].

Список використаних джерел

1. Amisha, Paras Malik, Monika Pathania, Vyas Kumar Rathaur. Overview of artificial intelligence in medicine. *J Family Med Prim Care*. 2019;Jul;8(7):2328-2331. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_440_19.
2. AN Ramesh, C Kambhampati, JRT Monson , PJ Drew Artificial intelligence in medicine *Ann R Coll Surg Engl* 2004; 86: 334-8. doi 10.1308/147870804290.
3. Zhou R, Wang P, Li Y, Mou X, Zhao Z, Chen X, Du L, Yang T, Zhan Q, Fang Z. Prediction of Pulmonary Function Parameters Based on a Combination Algorithm. *Bioengineering (Basel)*. 2022 Mar 25;9(4):136. doi: 10.3390/bioengineering9040136.
4. Graham S, Depp C, Lee EE, Nebeker C, Tu X, Kim HC, Jeste DV. Artificial Intelligence for Mental Health and Mental Illnesses: an Overview. *Curr Psychiatry Rep*. 2019 Nov 7;21(11):116. doi: 10.1007/s11920-019-1094-0.

Використання інформаційних технологій у медицині та галузі охорони здоров'я

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава, Україна

Saenkomarina89@ukr.net

Анотація. У статті розглянуто поняття «інформаційні технології». Описані можливості застосування інформаційних технологій у медицині та галузі охорони здоров'я. Наголошено на важливості підготовки майбутніх спеціалістів у галузі медицині до використання інформаційних технологій у майбутній професійній діяльності. Проаналізовані позитивні тенденції впровадження інформаційних технологій в практичній охороні здоров'я.

Ключові слова: інформаційні технології, інформаційно-комунікаційні технології, медична інформатика, телемедицина, експертні системи.

У сучасному суспільстві інформаційні технології (ІТ) використовуються у багатьох сферах діяльності людини. Поступово вони проникають і в галузь медицини та охорони здоров'я. У цьому можна назвати багато переваг, перш за все, це є зручно, а і деяких випадках – навіть необхідно. У результаті цього медицина набуває абсолютно нових рис. Під час проведення низки медичних досліджень без комп'ютера та спеціального програмного забезпечення до нього не можливо обійтися. Процес інформатизації медицини викликає появу багатьох змін у медичній теорії та практиці, які є пов'язані з внесенням коректив як на етапі підготовки медичних працівників, так і для медичної практики.

У результаті розвитку ІТ образ медичного працівника та медицини в цілому протягом останніх років досить змінюється. Аналізуючи останні 20 років, можна помітити, що використання комп'ютерних технологій у медицині стало більш поширеним, практична медицина все більше переходить на автоматизований рівень.

Таким чином, мета статті полягає у визначенні сутності інформаційних технологій, а також виділенні найбільш доцільних можливостей їх використання у галузі медицини та охорони здоров'я.

Досліджуване питання знаходиться у центрі уваги великої кількості науковців. Ю. Машбиць у своїй роботі висвітлив теоретико-методологічні основи ІТ [3]; питання, що стосуються використання ІТ під час організації навчального процесу у ВНЗ, висвітлені у роботах Р. Гуревича, В. Монахова; у роботі О.Я. Романишиної здійснено огляд інформаційних

технологій та засобів їх реалізації у вищих навчальних закладах [5]; у роботі Сасенко М.С., Мороховець Г.Ю. досліджувалися питання використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у майбутній професійній діяльності в процесі вивчення медичної інформатики [6]; С.К. Мисловська розкривала проблему підготовки студентів медичних ВНЗ до використання інформаційних технологій у професійній діяльності [4]. Таким чином, можемо стверджувати про те, що використання інформаційних технологій є досить актуальним питанням. Проте ми вважаємо, що питання, що стосується їх використання у медицині, є малодослідженим, тим паче, за сучасних умов відбувається стрімкий розвиток інформаційних технологій – вони удосконалюються, з'являється велика кількість нових. Тож це і зумовило вибір теми даного дослідження.

Про необхідність використання інформаційно-комунікаційних технологій у майбутній професійній діяльності лікарів йдеться у роботі Сасенко М.С. та Мороховець Г.Ю. Ними було доведено необхідність ознайомлення студентів медичних ВНЗ з поняттям інформаційних технологій та можливостями їх використання у майбутній професійній діяльності. Сформульовано висновок про те, що ІКТ складаються з інформаційних технологій, а також телекомунікацій, медіа-трансляцій, усіх видів аудіо- і відеобробки, передачі, мережевих функцій управління та моніторингу. Автори зазначають, що діяльність сучасних медичних працівників є неможливою без використання інформаційних технологій. Вони – це необхідний і доступний інструмент, який можна використовувати з метою проведення медичних досліджень, а також у клінічній практиці. Спираючись на це, виникає необхідність впровадження принципово нових підходів до питань розробки технологій навчання у процесі підготовки медичних працівників у закладах вищої освіти [6].

Виникнення поняття “технологія” пов’язують із сферою матеріального виробництва. Розглядаючи його у широкому значенні, технологія означає спосіб, за допомогою якого людина має здатність освоювати матеріальний світ. Для цього вони використовуює соціально організовану діяльність, яка містить у собі три компоненти. Першою складовою є інформаційна складова (наукові принципи та обґрунтування), другою – матеріальна (знаряддя праці), третьою – соціальна (фахівці, які володіють професійними навичками). У поєднанні ці три компоненти пояснюють сутність сучасного розуміння поняття технології.

Появу поняття «інформаційної технології» пов’язують з появою інформаційного суспільства. Його основою є не матеріальні ресурси, які вважаються традиційними, а інформаційні – знання, наука, організаційні чинники, інтелектуальний рівень, ініціатива, творчість тощо.

У Законі України “Про національну програму інформатизації” дається визначення поняття «інформаційна технологія». Під ним розуміється «цілеспрямована організована сукупність інформаційних процесів з використанням засобів обчислювальної техніки, що забезпечують високу швидкість обробки даних, швидкий пошук інформації, розосередження даних, доступ до джерел інформації незалежно від місця їх розташування» [2].

О.Я. Романишина, підсумовуючи погляди науковців, дійшла висновку, що в науково-педагогічній літературі, розглядаючи сутність поняття «інформаційні технології», серед науковців існує два підходи щодо його тлумачення: загальнотехнічний (М. Скопень) та педагогічний (І. Булах, І. Соколова) [5]. Відповідно до загальнотехнічного підходу інформаційні технології являють собою сукупність прийомів, методів та засобів, які можна використовувати з метою послідовного якісного перетворення інформації під час здійснення різних інформаційних процесів (збирання, передавання, зберігання, обробка, накопичення інформації) [7]. Розглядаючи педагогічний підхід, якого притримується І. Булах, «інформаційна технологія являє собою систему засобів та методик, що забезпечують оптимізацію роботи з інформацією на базі комп’ютерної техніки» [1].

Розглядаючи медицину та охорону здоров’я, варто відмітити те, що використання інформаційних технологій є доцільним на будь-якому етапі, починаючи із проведення базових досліджень і закінчуючи організацією надання медичних послуг населенню. До основних напрямів використання інформаційних технологій у медицині відносять: «застосування комп’ютера та інформаційних технологій як засобу навчання та з метою вдосконалення контролю засвоєння знань студентів, моделювання різноманітних процесів, професійне застосування інформаційних технологій у медичній практиці, застосування автоматизованих навчальних систем» [6].

ІТ надають допомогу лікарям у проведенні об’єктивної діагностики захворювань, під час накопичення інформації, яку вони мають можливість ефективно використовувати на всіх стадіях лікувального процесу.

Виділимо основні напрями використання сучасних ІТ у медицині:

– **медичні інформаційні системи** – це програмно-технічний комплекс, який здатний виконувати процеси щодо збору інформації, забезпечує її зберігання та обробку у медицині (інформаційно-довідкові системи, електронні медичні картки, консультативно-діагностичні системи, автоматизовані робочі місця фахівців);

– **телемедицина** – напрямок у медицині, основою якого є використання телекомунікацій для того, щоб здійснювати адресний обмін медичними даними між

спеціалістами у даній сфері з метою підвищення якості та доступності процесу діагностики та лікування;

– **медична діагностика** – сучасні дослідження (томографія, магніто-резонансна томографія, ультрасонографія), що можуть бути використані у медицині, неможливо уявити без застосування обчислювальної техніки. Той об'єм інформації, який отримується у процесі проведення таких досліджень, людина не здатна сприйняти та обробити без використання комп'ютера;

– **експертні системи (ЕС)** – це один із найбільш поширених типів систем, які у своїй роботі використовують штучний інтелект. ЕС розроблялися як науково-дослідні інструментальні засоби. Їх розглядали як штучний інтелект, що має спеціальне призначення. Такі системи використовуються для того, щоб мати можливість успішно вирішувати складні завдання у деякій вузькій предметній галузі. В галузі медицини мається на увазі медична діагностика захворювань. В експертних системах зібрані знання фахівців, що працюють в конкретних предметних галузях, вони дають можливість використовувати такий емпіричний досвід з метою проведення консультацій користувачів, у яких кваліфікація є нижчою;

– **медичні апаратно-комп'ютерні системи** – прийнято вважати, що це один із видів ЕС. Це медичні системи моніторингу, які доцільно використовувати для того, щоб проводити моніторинг за станом здоров'я хворих на основі неперервного аналізу великого об'єму даних, які дають характеристику стану фізіологічних систем всього організму;

– **робототехніка** займає важливе місце серед багатьох медичних апаратно-комп'ютерних систем. Сучасні роботи, які застосовуються у медицині, є такими, які здатні здійснювати досить складні маніпуляції;

– **інноваційні технології, які використовуються під час проведення лікування**, можуть позитивно впливати на підвищення ефективності діагностики.

Отже, впровадження ІТ у галузі охорони здоров'я та медицини має низку переваг. Їх використання сприяє покращенню ставлення до процесу лікування; впливає на зниження кількості госпіталізації пацієнтів; призводить до зменшення кількості смертельних випадків серед хворих; покращується якість життя, психологічний та соціальний стан пацієнтів; зростає рівень задоволення якістю медичних послуг; інформованість пацієнтів про стан захворювання зростає; покращується якість медичного обслуговування, висока ефективність медикаментозне лікування має високу ефективність.

Використання комп'ютерів та ІТ у медицині стає все більш поширеним явищем, а це вимагає підготовку фахівців, які б, окрім спеціальної медичної підготовки, мали б навички

правильного та ефективного використання великої кількості інформації, використовували сучасні ІТ з метою самоосвіти та самовдосконалення. Використання ІТ у вищих навчальних закладах є психологічно та педагогічно обґрунтованим. Це дає можливість використовувати усі ланки навчально-виховного процесу, сприяє оптимізації методів навчання. В умовах реформування медичної галузі та зважаючи на сучасні тенденції в охороні здоров'я, підготовка майбутніх медиків є складним багатогранним процесом, націленим на підготовку компетентних спеціалістів у питаннях використання інформаційних технологій.

Список використаної літератури

1. Булах І. Є. Теорія і методика комп'ютерного тестування успішності навчання (на матеріалах медичних навчальних закладів): Дис... д-ра пед. наук: 13.00.01 / Київський ун-т ім. Т. Шевченка. Київ, 1995. 430 с.
2. Закон України «Про Національну програму інформатизації» від 4 лютого 1998 року № 74/98-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/98-%D0%B2%D1%80>
3. Машбиц Е.И. Компьютеризация обучения: проблемы и перспективы. Москва: Знание, 1986. 80 с.
4. Мисловська С. К. Підготовка студентів медичних ВНЗ до використання інформаційних технологій у професійній діяльності. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія. Вінниця, 2015. Вип. 43. С. 261–265.
5. Романишина О.Я. Огляд інформаційних технологій та засобів їх реалізації у вищих навчальних закладах. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота. 2013. Випуск 29. С.179-183.
6. Саєнко М. С., Мороховець Г. Ю. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у майбутній професійній діяльності в процесі вивчення медичної інформатики. Імідж сучасного педагога. 2018. № 3 (180). С. 18–21.
7. Скопень М. М. Комп'ютерні інформаційні технології в туризмі. Київ : Кондор, 2005. 301 с.

УДК 004.8.032.26: 616-7

Саєнко М.С.

Штучний інтелект: сутність, сучасний стан розвитку та можливості його застосування у медицині

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава, Україна

Saenkomarina89@ukr.net

Анотація. У статті розкрито сутність поняття «штучний інтелект», розглянуто історію його виникнення та розвитку. У процесі розгляду можливостей використання та методів застосування штучного інтелекту у різних галузях також розглядалися питання про поточний

стан його розвитку в цілому, визначено актуальність даного питання. Розглянуто основні можливості застосування штучного інтелекту у медицині з метою діагностики хвороб, прискорення розробки ліків, можливості персоналізованого лікування, розвитку телемедицини та медичних пристосувань. Названі найбільш вагомі розробки відомих компаній у галузі медицині, які в основі своєї роботи використовують штучний інтелект.

Ключові слова. Штучний інтелект, телемедицина, медицина, нейромережа, смартпристрої.

За сучасних умов існування у великій кількості областей науки та суспільного життя на машини людство переклало низку завдань, які ще зовсім нещодавно виконувалися виключно людиною. Це стало можливим завдяки впровадженню технологій штучного інтелекту (ШІ) у багатьох сферах життя сучасної людини і сприяло підвищенню результативності багатьох видів діяльності.

Розумні програми і машини навчилися проводити аналіз і систематизацію інформації, через це вони стали ефективними помічниками сучасних лікарів. Як відомо, постановка діагнозу є прерогативою людини, проте штучний інтелект здатний досить швидко збирати і опрацьовувати дані. Таким чином, у результаті її опрацьовання лікарі можуть за менший часовий проміжок встановити діагноз. В області медицини досить поширеним є застосування розумних програм, що надають допомогу під час діагностики онкології, у процесі прогнозування генетичних захворювань, а також проблем з серцево-судинною системою. Досить поширеним на сьогоднішній день є розумні браслети, які здатні зчитувати життєві показники людини, відправляти дані на пошту лікаря та викликати швидко допомогу у тих випадках, коли це є необхідно. Отже, застосування штучного інтелекту у медицині є досить актуальним питанням, тому важливим є його дослідження.

Мета статті полягає в аналізі можливостей застосування штучного інтелекту у галузі медицини, систематизації перспектив його розвитку.

Виклад основного матеріалу. На даний момент розвиток штучного інтелекту та його застосування – це питання, якому приділяється значна увага багатьох науковців та винахідників. Серед відомих постатей, які на сьогоднішній день формують технологічну складову розвитку світу, можемо назвати Ілона Маска, Стівена Хокінга, Марка Цукерберга, Джозефа Безоса. Крім цього, існує величезна кількість фахівців, які працюють у провідних лабораторіях та інститутах для того, щоб сприяти розвитку штучного інтелекту.

Досліджуване питання висвітлюється у багатьох сучасних наукових працях. Зокрема, серед закордонних вчених – Н. Бостром, Д. Ланье, Д. Маркоф, М. Форд вважають, що саме за

цими дослідженнями стоїть майбутнє у розвитку науки та промисловості. Дане питання є цікавим і для багатьох українських вчених, таких як Д. Іванюк, М. Єфремов, І.А. Твердохліб, Т. Улянівський., В. Панченко., Н. Резнікова та ін.

Джон Маркофф вважає, що причиною появи штучного інтелекту можна вважати еру технічного прогресу (1950-ті роки) та персональних комп'ютерів (1970-ті роки). На його думку, ми живемо у той час, коли варто чекати переломного моменту у світлі розвитку інформатики, програмування, робототехніки та нейробіології. Адже зовсім скоро людство буде свідком появи світу машин, які будуть здатні замінити або навіть перевершити людину за певними якостями.

Поняття «штучний інтелект» виникло у другій половині ХХ століття. Джон МакКарти запропонував одне із перших його тлумачень, яке було оприлюднене на конференції у Коледжі Дармуту (Нью Хемпшир) 1956 року. На його думку, це «спосіб примусити обчислювальну машину думати, як людина» [5].

У Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні «штучний інтелект» пояснюється наступним чином. Це «організована сукупність інформаційних технологій, із застосуванням якої можливо виконувати складні комплексні завдання шляхом використання системи наукових методів досліджень і алгоритмів обробки інформації, отриманої або самостійно створеної під час роботи, а також створювати та використовувати власні бази знань, моделі прийняття рішень, алгоритми роботи з інформацією та визначати способи досягнення поставлених завдань» [3].

Область застосування ШІ надзвичайно широка (сільське господарство, сфера безпеки, побут, управління персоналом, маркетинг). Протягом останніх років, у зв'язку з розповсюдженням вірусу Covid-19 та впровадженням карантинних норм усі навчальні заклади були змушені перейти на дистанційну форму навчання. Працівники освіти були змушені налаштуватися на новий для них вид роботи та швидко організувати весь процес навчання в дистанційній формі, використовуючи для цього сучасні інформаційні технології [4]. До таких можемо віднести і досягнення в області ШІ. Як показала практика, використання штучного інтелекту сприяє розширенню освітніх можливостей, які ще зовсім нещодавно були доступними виключно для невеликої кількості людей. У результаті використання ШІ педагоги мають можливість створити та розширити не лише свою аудиторію, але й подбати про якість взаємодії із суб'єктами навчання. Це сприяє постійному самовдосконаленню, а також змінює зміст освітнього процесу, адже у такому випадку не має значення, у якій частині світу знаходиться педагог та його слухачі.

На сьогоднішній день значна частина медиків з величезним досвідом досить скептично ставляться до можливості застосування штучного інтелекту у своїй галузі. Не зважаючи на таке їхнє ставлення, у багатьох лабораторіях по всьому світу проводяться дослідження, метою яких є з'ясування перспектив подальшого застосування штучного інтелекту у медицині. І, як показує практика, їх виявляється достатньо. Зокрема, штучний інтелект є кращим помічником у процесі постановки діагнозу, призначенні персоналізованої терапії, яка є заснованою на аналізі великої кількості даних пацієнта.

Можемо виділити **основні можливості застосування ШІ** у медицині:

діагностика хвороб – для того, щоб мати можливість правильного діагностування захворювань, необхідно отримати медичну освіту. Проте навіть у цьому разі діагностика є важким і тривалим процесом, крім того, хотілося б наголосити на існуванні лікарської помилки, яка залишається однією з найчастіших причин смерті пацієнтів. Алгоритми машинного інтелекту здатні навчитися бачити закономірності, які є характерними для певних захворювань (крововиливи, пухлини) так само, як їх помічають лікарі. Головна відмінність полягає у тому, що для алгоритмів необхідними є тисячі конкретних оцифрованих прикладів для того, щоб навчитися їх помічати їх. Проте після того, як відбулося навчання, вони здатні сформулювати висновки за долі секунди та виділити найменші деталі, на які людина могла б не звернути увагу;

прискорення розробки ліків – перед тим, як будь-який лікарський засіб буде використовуватися для лікування пацієнтів, йому необхідно пройти безліч етапів, тому це досить тривалий процес. ШІ дає можливість зробити велику частину ручної роботи автоматизованою, прискорити розробку клінічних випробувань, автоматично визначаючи «кандидатів» на включення до складу лікарського засобу, а також здійснювати фільтрацію мільйонів потенційних молекул до тих пір, доки не буде знайдено найкращий варіант – такий, який матиме найменшу кількість побічних ефектів;

персоналізоване лікування – усі пацієнти неоднаково реагують на лікарські препарати та схеми лікування, тому індивідуальне лікування є необхідним для того, щоб збільшити тривалість життя кожного пацієнта. Проте лікарі стикаються з такою складністю, як чинники, що впливають на вибір лікування. Застосування ШІ має здатність автоматизувати цю складну статистичну роботу та допомогти виявити, які характеристики свідчать про те, що пацієнт матиме певну реакцію на конкретне лікування. Це є можливим на основі порівняння схожих випадків з іншими пацієнтами, аналізі їхнього лікування та отриманих результатів. Такі

прогнози результатів дають можливість лікарям прийняти правильне рішення про план лікування;

телемедицина – на основі використання ШІ існує безліч можливостей для того, щоб здійснювати віддалену перевірку стану пацієнта;

медичні застосунки – виготовляються медичні пристрої для діагностики, лікування, пом'якшення лікування, моніторингу або запобігання захворювань. Серед таких портативних пристроїв можемо виділити фітнес-трекери, «розумні» годинники, аналізатори параметрів людини та інші подібні девайси. Широкого розповсюдження набуває і медичний інтернет речей – це пристрої, які володіють функцією обміну даних через глобальну мережу, використовують їх з метою моніторингу за станом пацієнта.

Отже, використання штучного інтелекту у медицині стає все більш поширеним. В Оксфорді дослідники у шпиталі імені Джона Редкліффа запропонували систему діагностики, яка здатна виявляти хвороби серця краще, ніж це роблять медики. Гарвардські учені розробили «розумний мікроскоп», який уміє виявляти небезпечні інфекції в крові. Японська венчурна компанія LPIXEL запропонувала програмне забезпечення на основі ШІ, яке можна використовувати для аналізу знімків магнітної-резонансної томографії. Вчені, що працювали в інститутах ракових досліджень у Лондоні та Единбурзькому університеті, запропонували техніку, яка здатна виявляти закономірність мутації в ДНК під час ракових захворювань. Така інформація використовується для того, щоб робити прогнозування можливих генетичних змін. Вчені з університету в Ізраїлі розробили нейронну мережу, яка може виявляти більшість рідкісних спадкових хвороб на основі аналізу фото, аналізуючи для цього риси обличчя. Одна із найбільших ІТ-компаній світу – компанія IBM використовує суперкомп'ютер, який містить систему ШІ, яка називається IBM Watson. Її призначення полягає у визначенні оптимальної, доказової, заснованої на даних стратегії лікування раку [2, с. 86].

Таким чином, штучний інтелект є галуззю інформатики, яка пов'язана зі створенням розумних машин, які є здатними до виконання завдань, що вимагають людського інтелекту. Призначення ШІ полягає у тому, щоб зробити життя людини більш простим, звільнити її від виконання рутинних завдань. Не винятком є і медична сфера, адже на даний момент ШІ надає свою допомогу у діагностуванні захворювань, розробці ліків, персоналізації лікування та можливості стежити за станом здоров'я, не виходячи з дому. У результаті автоматизації збору даних у медичних установах діагностика захворювань зовсім скоро стане більш точною, лікарі зможуть прогнозувати і попереджати хвороби. У результаті цього існуватиме можливість збереження життя мільйонів людей по всьому світу. Зовсім скоро професійна діагностика буде

доступною для кожної людини. Якщо розглядати використання технологій із застосуванням ШІ з економічної точки зору, то це є вигідним тому, що витрати, необхідні на систему охорони здоров'я, стануть меншими, а якість медичних послуг при цьому зросте.

Список використаних джерел

1. Погореленко А. К. Штучний інтелект: сутність, аналіз застосування, перспективи розвитку. Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. : Економічні науки. 2018. Вип. 32. С. 22-27.
2. Прейзнер Є. Е., Яшина О. М. Методи штучного інтелекту в сфері охорони здоров'я. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2020. № 1. С. 84-87.
3. Проект Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні. 2020 URL: <https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BB%20%D0%A8%D0%86.docx>.
4. Саєнко М.С., Лобач Н.В., Ісичко Л.В. Проблеми впровадження дистанційного навчання у закладах вищої медичної освіти в умовах карантину: зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т імені М.П. Драгоманова. Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2021. Вип. 79, Т. 2. С. 98–102.
5. John McCarthy, book review of B.P. Bloomfield, The Question of Artificial Intelligence: Philosophical and Sociological Perspectives, in Annals of the History of Computing 10, no. 3 (1988): 224–229.

УДК 616.12-008.318-071-072.7

Ташук В.К., Іванчук П.Р., Ташук М.В.

«Дигіталізація» в кардіології – роль ЕКГ маркерів у диференційній діагностиці серцевої патології

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

vtashchuk@ukr.net

Анотація. Пандемія COVID-19 внесла корективи у порядок надання допомоги пацієнтам з захворюваннями серцево-судинної системи (ССС). Однак, при необхідності стаціонарного лікування пацієнта кардіологічного профілю з підозрою на COVID-19 постає питання щодо ранньої діагностики власне вірусного захворювання з подальшим розподілом його у «ковідне» чи «чисте» відділення. Встановлення можливих відмінностей на ЕКГ пацієнтів з/без підтвердженого діагнозу SARS-CoV-2 та різноманітною кардіальною патологією при цифровій обробці рутинної ЕКГ за допомогою програмно-діагностичного комплексу «Смарт-ЕКГ». Застосування «дигіталізації» ЕКГ для виявлення і аналізу особливостей змін отриманих показників, у залежності від наявності того чи іншого захворювання ССС та

наявності/відсутності захворювання на COVID-19, може значно покращити інформативність та специфічність класичної ЕКГ та покращити її діагностичну та прогностичну цінність у даної групи пацієнтів.

Вступ. Пандемія COVID-19 внесла корективи у порядок надання допомоги пацієнтам з захворюваннями серцево-судинної системи (ССС). Згідно останньому Європейському консенсусу Експертів потрібно оцінювати ризик як від COVID-19, так і від власне самого захворювання ССС: при відсутньому COVID-19 діяти згідно встановленого протоколу, при підозрі на COVID-19 чи підтвердженому діагнозі – потрібно оцінити стан пацієнта на необхідність госпіталізації [1]. Однак, при необхідності стаціонарного лікування пацієнта кардіологічного профілю з підозрою на COVID-19 постає питання щодо ранньої діагностики власне вірусного захворювання з подальшим розподілом його у «ковідне» чи «чисте» відділення. Зрозуміло, що остаточний діагноз COVID-19 можна поставити тільки за наявності позитивного ПЛР чи ІФА тесту, та наявності інших «специфічних» ознак саме SARS-CoV-2 інфекції. Згідно [2] ніяких специфічних відмінностей електрокардіограми (ЕКГ) у пацієнтів з та без підтвердженого COVID-19 виявлено не було. Мінімальні знахідки стосувалися радше ознак міокардиту (вочевидь викликаного самим вірусом) та невеликої кількості порушень ритму у таких пацієнтів. Однак, вказана мала інформативність стосується рутинної ЕКГ, що виконується всім пацієнтам, котрі надходять до стаціонару.

Мета роботи. Встановлення можливих відмінностей на ЕКГ пацієнтів з/без підтвердженого діагнозу SARS-CoV-2 та різноманітною кардіальною патологією при цифровій обробці рутинної ЕКГ за допомогою програмно-діагностичного комплексу «Смарт-ЕКГ» [3]

Матеріал та методи. Для визначення можливого впливу наявності/відсутності COVID-19 у пацієнтів з різноманітними захворюваннями ССС, за допомогою програмно-діагностичного комплексу «Смарт-ЕКГ» була проведена цифрова обробка рутинної ЕКГ цих пацієнтів з визначенням кількісної оцінки нахилу ST («ST slope») та змін сегмента ST через 0,08 с після точки J, кута β спрямування сегмента ST і висоти продовження Н спрямування нахилу сегмента ST (висота нахилу ST, mV) через 1 секунду реєстрації, як наведено на рисунку 1.

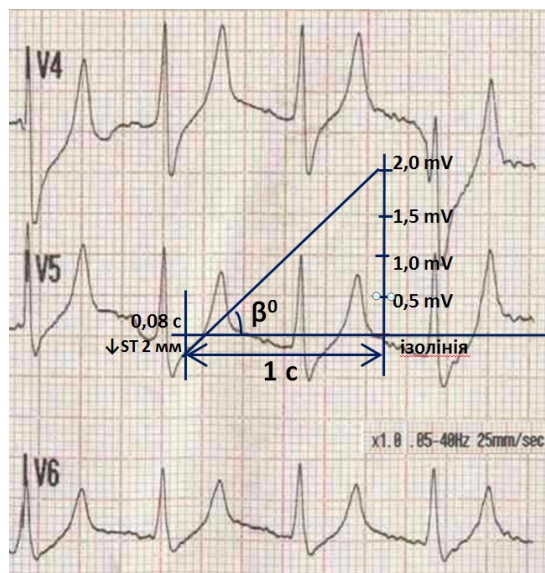


Рис.1. Визначення кута β^0 нахилу сегмента ST, через 0,08 с після точки J і висоти продовження спрямування нахилу сегмента ST (висота нахилу ST, mV) через 1 секунду реєстрації.

Також, за допомогою «Смарт-ЕКГ» була проведена цифрова обробка хвилі зубця T, з визначенням першої похідної зубця T стандартної ЕКГ. В даному випадку похідна (функції в точці) - поняття диференційного числення, що характеризує швидкість зміни функції (в даній точці). Визначається як границя відношення приросту функції до приросту її аргументу при прагненні збільшення аргументу до нуля, якщо така межа існує. Функція, що має кінцеву похідну (в деякій точці), є диференіюємою (в даній точці). Для математичних розрахунків використано стандартний підхід побудови першої похідної ЕКГ-кривої за рівнянням:

$$Y'_x = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

де \lim – границя; Δy – приріст функції; Δx – приріст аргумента.

Для оцінки кількісних розрахунків швидкості змін різниці потенціалів в період реполяризації шлуночків використовували показник відношення максимальних швидкостей (ВМШ) та відношення сусідніх екстремальних значень (ВСЕЗ) [4]. На першій похідній ЕКГ показник ВМШ - це відношення амплітуди другої фази зубця T до першої, а ВСЕЗ розраховується за формулою, як вказано на рис. 2.

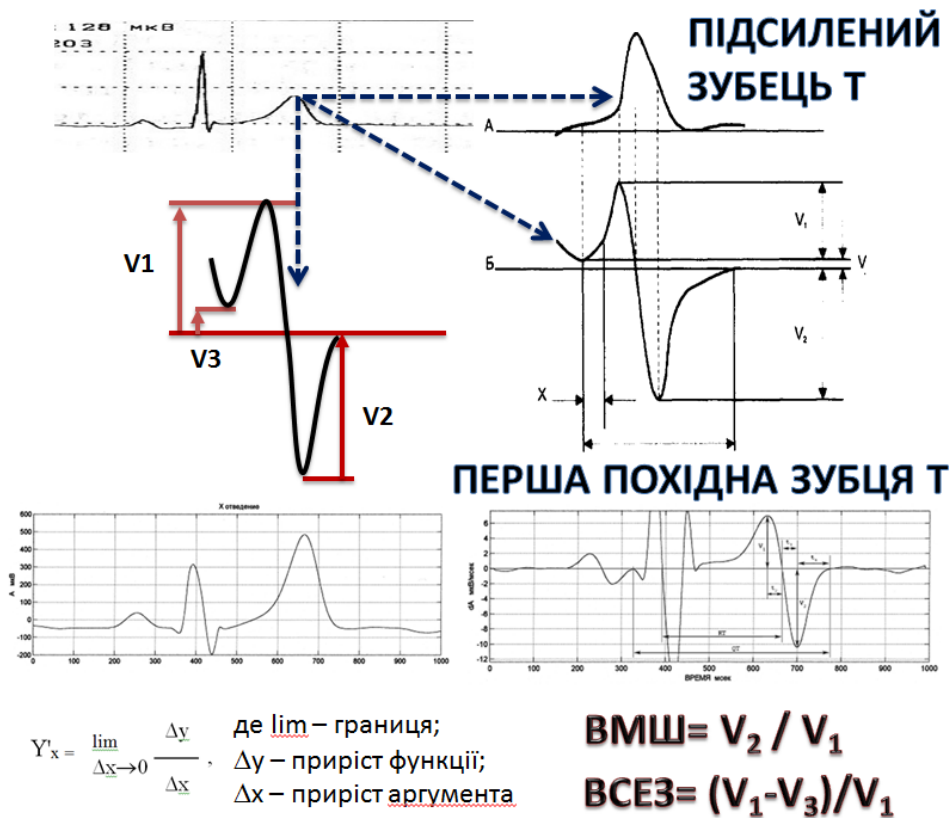


Рис. 2. Принципи побудови першої похідної ЕКГ та диференціації зубця Т ЕКГ.

Було проведено визначення кута β° спрямування сегмента ST і висоти продовження Н (мм) спрямування нахилу сегмента ST, VMШ і ВСЕЗ у пацієнтів з діагностованим гострим інфарктом міокарда (ГІМ), підтвердженим діагнозом гострого міокардиту та позитивним тестом на COVID-19. Отримані дані порівнювались з даними у пацієнтів з аналогічними захворюваннями та підтвердженою відсутністю COVID-19. Також досліджувалась динаміка змін досліджуваних показників упродовж 10 діб від початку захворювання. Контрольну групу склали пацієнти з підтвердженим COVID-19 та відсутністю гострої кардіальної патології.

Результати дослідження та їх обговорення. На закордонному спеціалізованому ресурсі для лікарів авторами Pendell Meyers та Ken Grauber [5] було опубліковано клінічний випадок у якому описувалась госпіталізація пацієнта зі скаргами на сильну задуху. На ЕКГ даного пацієнта було відмічені зміни, котрі могли вказувати на розвиток ГІМ (рис. 3).

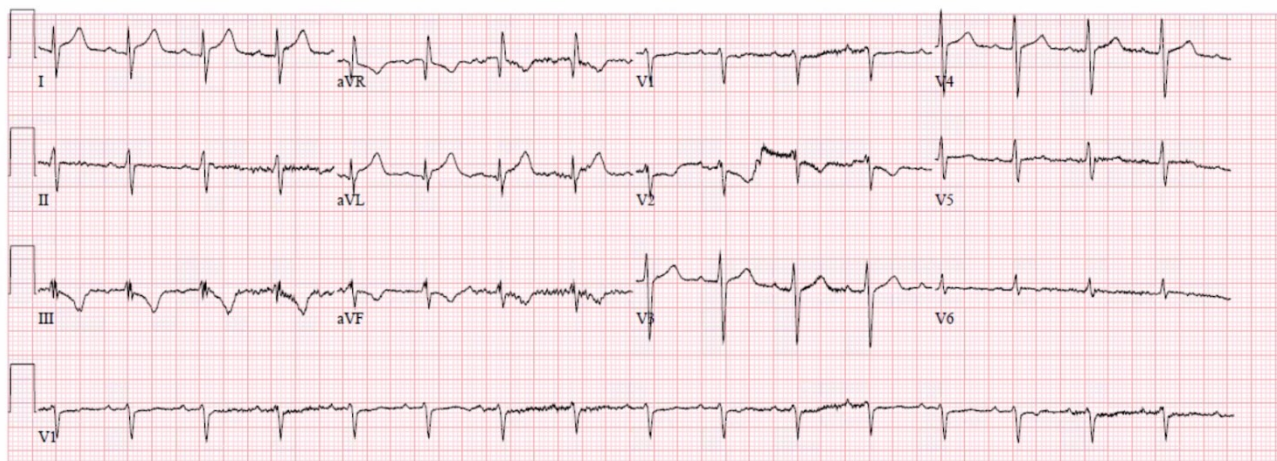


Рис. 3 Інфарктоподібні зміни на ЕКГ: синусова тахікардія -100 уд/хв; елевация ST в I та aVL (відповідає критеріям STEMI); натяк на депресію ST в III та aVF; депресія ST в V1 та V2; гіпергострі T-хвилі в I і aVL (з реципрокними негативними T в III)

Пацієнт пройшов низку обстежень: ЕхоКГ – загальна дифузна гіпокінезія, фракція викиду 25%, однак без локальної акінезії, та триразове визначення рівня тропоніну T: 1,34; 1,29; 1,27 ng/mL – досить підвищений. На рентгенологічному обстеженні – двостороння пневмонія. ПЦР тест – позитивний. Питання діагнозу було вирішено у бік міокардиту зі зняттям первинного діагнозу ГІМ.

Таким чином постає питання диференційної діагностики ГІМ, міокардиту та можливого впливу поєднання COVID-19 з цими патологіями. За допомогою програмно-діагностичного комплексу «Смарт-ЕКГ» була проведена цифрова обробка («дигіталізація») ЕКГ та порівняння отриманих результатів у пацієнтів з підтвердженим ГІМ та відсутнім COVID-19 (1) [6] і позитивним COVID-19 та не підтвердженим ГІМ (2) [7], як відображено на рисунку 4.

Було встановлено, що при ГІМ показники диференційованого зубця T – VMШ і ВСЕЗ знижувалися, тоді як при наявному Covid-19 навпаки зростали. Такі ж зміни були відмічені і при аналізі «ST slope»: зменшення значень кута β° і його висоти продовження Н у випадку ГІМ і збільшення цих параметрів у пацієнта з Covid-19. Однак, за наявних інфарктоподібних змін на ЕКГ у 2-го пацієнта, також реєструвалося збільшення значень VMШ та ВСЕЗ, що не є характерним для ГІМ [8] а характер росту значень кута β° і його висоти продовження Н, дозволив говорити про так звану «швидку висхідну» елевацию ST, та не підтверджували ішемію міокарда [9].

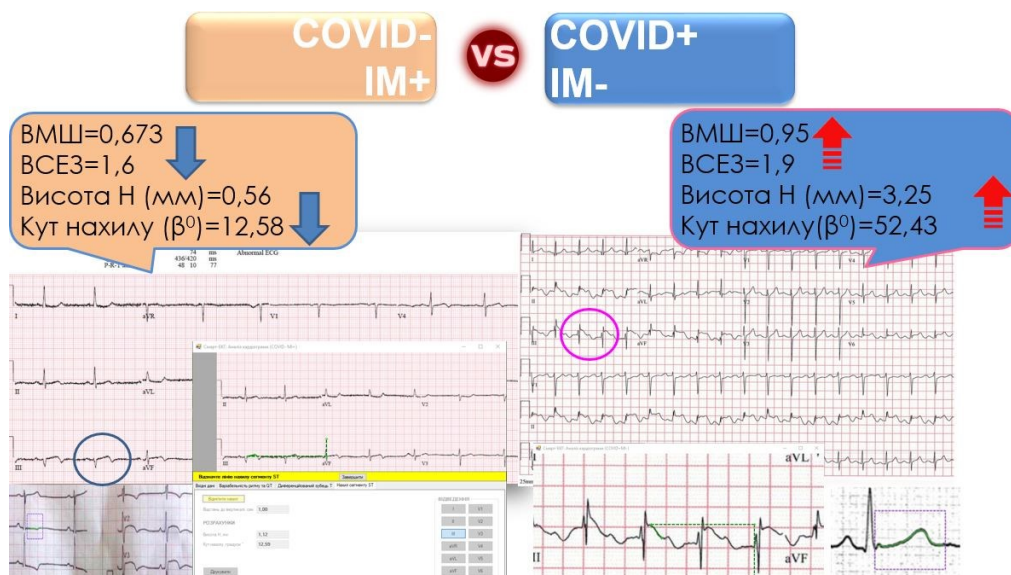


Рис. 4 Дигіталізація ЕКГ в порівнянні «Covid-/IM+» (1) проти «Covid+/IM-» (2)

Наступним було проведено «дигіталізацію» ЕКГ та порівняння отриманих результатів пацієнтів з підтвердженим ГІМ та COVID-19 (3) [7] та з підтвердженим міокардитом та COVID-19(4), як показано на рисунку 5.

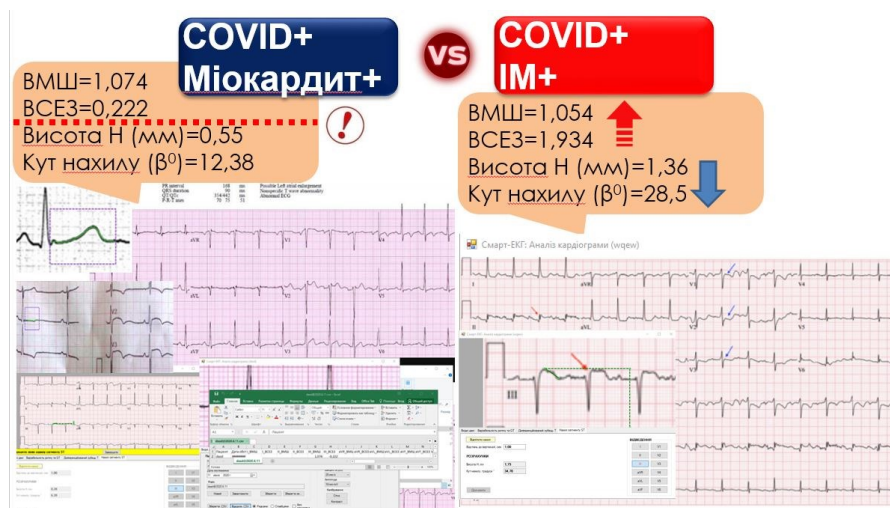


Рис. 5 Дигіталізація ЕКГ в порівнянні «Covid+/Міокардит+» проти «Covid+/IM+»

Першим, що звертає на себе увагу - це значне зниження показника ВСЕЗ у випадку поєднання міокардиту та COVID'у, а також нівелювання «COVIDних» змін «ST-slope», порівняно до таких у пацієнта з «чистим» COVID'ом. Подібний взаємовплив двох патологій на показники отримані у результаті цифрової обробки ЕКГ може свідчити про пліпатогенетичний характер цих змін. До загального запального процесу при міокардиті приєднується мікросудинне ураження з розвитком ішемії, а також запальний процес у перикарді, що більш притаманний саме COVID-19 [10].

Щодо констеляції ГІМ і COVID-19 то тут спостерігалось переміщення показників ВМШ і ВСЕЗ в бік COVID-19, а «ST-slope» навпаки показував зміни більш характерні для гострої ішемії. Враховуючи дані літератури [11, 12, 13] можна зробити припущення що при поєднанні гострого ішемічного пошкодження та вірусного ураження коронарних судин і структур серця відбувається взаємне «потенціювання» негативних проявів обох захворювань та веде до гіршого прогнозу зі збільшенням смертності у даних груп пацієнтів.

Цікаві зміни відбувалися при визначенні досліджуваних показників у пацієнта з діагностованим COVID-19 та імовірним міокардитом впродовж його лікування. Були проаналізовані ЕКГ зроблені на 1-й (1), 5-й (2) та 10-й (3) дні лікування як показано на рис. 6.

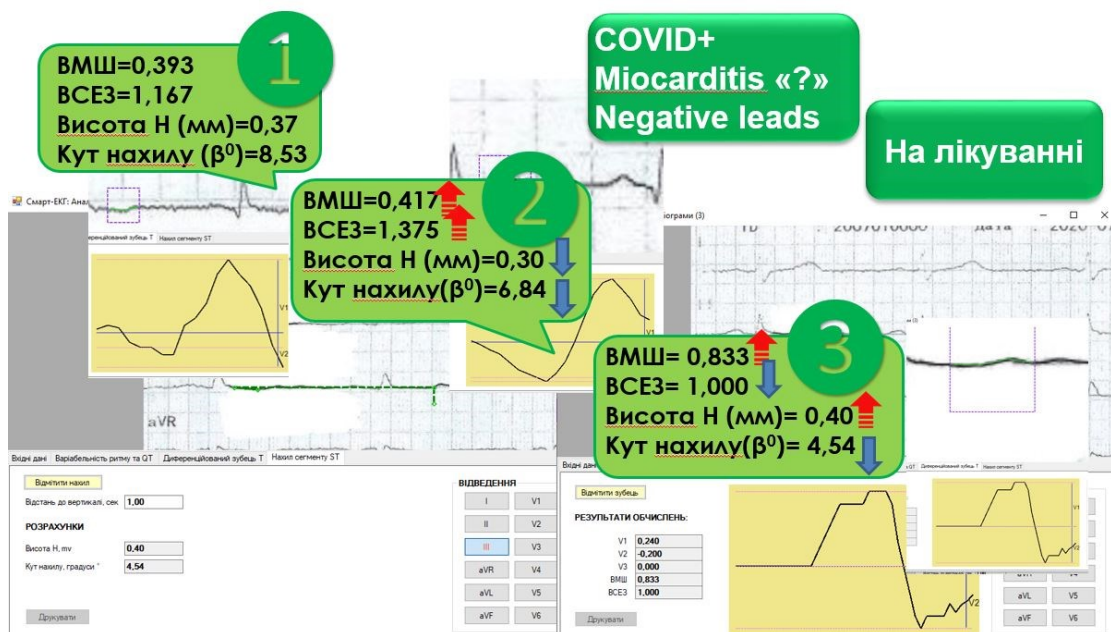


Рис. 6 Дигіталізація ЕКГ: зміни досліджуваних показників 1-10 день лікування

Динаміка змін показників на фоні терапії демонструє нормалізацію ВМШ що свідчить про позитивний ефект антиішемічної терапії, а також про зменшення рівня мікросудинного ураження міокарда COVID-19, з розвитком пошкодження перичитів, що також призводить до ішемії [14]. Водночас, ріст ВСЕЗ з його подальшим падінням, так само як і зміни кута β° і його висоти продовження Н, можуть відображати перебіг COVID-19 у даного пацієнта [15].

Таким чином, враховуючи малоспецифічний вплив COVID-19 на ЕКГ, остання не може слугувати надійним методом для діагностики останнього. Однак зміни, що виникають при ураженні вірусом SARS-CoV-2 мікросудинного русла та власне міокарду часто бувають такими, як при міокардиті та/або ішемії міокарда викликаних неCOVIDними чинниками. В той же час у пацієнта з ішемією приєднання COVIDної інфекції веде до погіршення прогнозу [11] і ЕКГ, як маркер перебігу ішемічної хвороби вже не може адекватно відображати стан

пацієнта [15, 16]. Саме тому застосування «дигіталізації» ЕКГ для виявлення і аналізу особливостей змін отриманих показників, у залежності від наявності того чи іншого захворювання ССС та наявності/відсутності захворювання на COVID-19, може значно покращити інформативність та специфічність класичної ЕКГ та покращити її діагностичну та прогностичну цінність у даної групи пацієнтів.

Висновки.

1. Застосування «дигіталізації» ЕКГ у пацієнтів з серцево-судинними захворюваннями та наявним/відсутнім захворюванням на COVID-19, може значно покращити інформативність та специфічність класичної ЕКГ та покращити її діагностичну та прогностичну цінність у даної групи пацієнтів.
2. Аналіз отриманих показників при «дигіталізації» ЕКГ у пацієнтів з COVID-19 при інфарктоподібній ЕКГ дозволяє відрізнити «мікроішемію COVID-19» від такої при ГІМ
3. Констеляція ГІМ і COVID-19 має ознаки обох патологій, однак показники ВМШ і ВСЕЗ мають більш COVIDний напрямок, а "ST-slope" ближчий до значень при ГІМ
4. Динаміка змін показників отриманих при «дигіталізації» на фоні терапії демонструє їх нормалізацію, що свідчить про позитивний ефект терапії, та може відображати перебіг COVID-19 та супутньої кардіальної патології.

Список використаних джерел

1. CSC Expert Consensus on Principles of Clinical Management of Patients With Severe Emergent Cardiovascular Diseases During the COVID-19 Epidemic //Yaling Han, , Chair Hesong Zeng, Hong Jiang, Yuejin Yang // Circulation. 2020;141:e810–e816 // <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047011>
2. The European Society for Cardiology. ESC Guidance for the Diagnosis and Management of CV Disease during the COVID-19 Pandemic. <https://www.escardio.org/Education/COVID-19-and-Cardiology/ESC-COVID-19-Guidance>. (Last update: 10 June 2020)
3. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №73687 Комп'ютерна програма «Програмний діагностичний комплекс «Смарт-ЕКГ»» / Бойчук Т.М., Ташук В.К., Іванчук П.Р. // Дата реєстрації 05.09.2017
4. Малиновская И.Э. Дифференцированная ЭКГ и чреспищеводная электрокардиостимуляция в диагностике ишемической болезни сердца / И.Э. Малиновская, В.К. Ташук, В.А. Шумаков // Врачебное дело.- 1990.- N 3. - С. 50-52.
5. <http://hqmeded-ecg.blogspot.com/search/label/COVID>
6. J. McLaren «ECG Cases 8 Cardiovascular Emergencies During The COVID-19 Pandemic» Emergency medicine cases <https://emergencymedicinencases.com/ecg-cases-8-cardiovascular-emergencies-during-the-covid-19-pandemic>

7. Siddamreddy S, Thotakura R, Dandu V, et al. (April 22, 2020) Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) Presenting as Acute ST Elevation Myocardial Infarction. *Cureus* 12(4): <https://www.cureus.com/articles/30976-corona-virus-disease-2019-covid-19-presenting-as-acute-st-elevation-myocardial-infarction>
8. Тащук ВК, Іванчук ПР, Полянська ОС, Руснак ІТ. Побудова програмного забезпечення для кількісної оцінки електрокардіограми: можливості і дослідження зубця Т. *Клін. анат. та операт. хірургія*. 2015;14(4):10-6.
9. Тащук ВК, Полянська ОС, Іванчук ПР, Костенко ОВ, Злонікова КМ. Створення програмного забезпечення для кількісної оцінки змін сегмента ST при електрокардіографії. *Клін. та експерим. патол.* 2015;14(1):155-9.
10. Bhurint Siripanthong, Saman Nazarian, Daniele Muser et al. //Recognizing COVID-19-related myocarditis: The possible pathophysiology and proposed guideline for diagnosis and management // . 2020 Sep;17(9):1463-1471. doi: 10.1016/j.hrthm.2020.05.001.
11. Eric Peterson, Kevin Bryan Lo, Robert DeJoy et al. // The relationship between coronary artery disease and clinical outcomes in COVID-19: a single-center retrospective analysis // *Coron Artery Dis.* 2020 Jul 23. doi: 10.1097/MCA.0000000000000934.
12. Hasan Ali Barman, Adem Atici, Irfan Sahin et al. // Prognostic significance of cardiac injury in COVID-19 patients with and without coronary artery disease // *Coron Artery Dis.* 2020 Jun 19;10.1097/MCA.0000000000000914. doi: 10.1097/MCA.0000000000000914.
13. Emmanuel Villa, Matteo Saccocci, Antonio Messina et al. // COVID-19 and coronary artery disease: selective and collaborative use of resources during public health crisis // *G Ital Cardiol (Rome)*. 2020 May;21(5):360-363. doi: 10.1714/3343.33135.
14. Chen L. Li X. Chen M. Feng Y. Xiong C. //The ACE2 expression in human heart indicates new potential mechanism of heart injury among patients infected with SARS-CoV-2. // *Cardiovasc Res.* 2020; 116: 1097-1100
15. Jia He, Bo Wu, Yaqin Chen et al. // Characteristic Electrocardiographic Manifestations in Patients With COVID-19 // *Can J Cardiol.* 2020 Jun;36(6):966.e1-966.e4. doi: 10.1016/j.cjca.2020.03.028.
16. Payam Dehghani, Laura J Davidson, Cindy L Grines et al. // North American COVID-19 ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction (NACMI) registry: Rationale, design, and implications // *Am Heart J.* 2020 Sep;227:11-18. doi: 10.1016/j.ahj.2020.05.006.

ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

Filipets N.D., Filipets O.O.

Founders of scientific medical schools in Chernivtsi: Ivanov Yuriy Ivanovych

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

filipets.natalja@bsmu.edu.ua

The history of Bukovinian State Medical University is replete with a large number of names of the founders of new scientific directions, thanks to which the whole medical community has been enriched with new knowledge in the field of basic and clinical medicine [1]. Among them - an outstanding scientist, inventor, gifted and multifaceted person, a recognized scientist and respected teacher - Yuri Ivanovich Ivanov. The head of the Department of Pharmacology from 1972 to 1997, Doctor of Medical Sciences, Professor Y. I. Ivanov, rightfully won his place as the founder of the scientific school thanks to scientific works in the field of pathophysiology and pharmacology of the kidneys and water-salt metabolism.

A new scientific approach for the Chernivtsi State Medical Institute was based on stable provisions on the regulatory mechanisms of water-salt homeostasis, violation of which leads to severe multiorgan dysfunction and provided promising experimental studies on monitoring and correction of renal dysfunction. The results of the research conducted by Y. I. Ivanov and under his leadership not only enabled the effective development of the chosen theoretical direction in the study of water-salt metabolism, but also expanded the pharmacological approaches of pathogenetic treatment of functional state of kidneys. Cooperation with Professor B. A. Pakhmurny, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Pathological Physiology from 1964 to 1980 largely served to reach a qualitatively new level of research work, natural scientific leadership not only in the field of domestic science but also at the international level [2].

Common scientific interests, based on the principles of analytical approach, and organizational work ensured the establishment of a scientific school, which currently operates and its number at Bukovinian State Medical University is actively replenished by researchers in the field of pathology and pharmacology of kidney and clinical nephrology.

High competence of Professor Y. I. Ivanov, creative approach, sociability, constant exchange of scientific information with colleagues and students contributed to the release of a number of publications of theoretical and scientific-practical direction. Such fundamental works, which are the

methodological basis for the study of renal function and water-salt balance, include co-authored with the teacher and research mentor of Y. I. Ivanov – Professor Y. B. Berkhin, a monograph on the methodology of research on experimental animals [3]. It is worth noting that this fundamental work on the coverage of classical and modified methods for five decades retains the status of one of the main theoretical and methodological guidelines, as well as a universal source of bibliographic reference in scientific work on renal function and water-salt metabolism.

Y. I. Ivanov paid great attention to assessing the quality of experimental research, in particular biostatistics, which is the main component of evidence-based medicine. In addition to participating in the development and improvement of a computer program for statistical processing of renal function and processes, he mastered the methods of statistical calculations using programmable microcalculators. The monograph for physicians and experimenters, published together with co-author O. N. Pogorelyuk, in an adapted form describes the principles of work on microcalculators such as "Electronics" in automatic (manual) mode and in programming mode [4].

At the same time, being an experienced pharmacologist with a huge baggage of multidisciplinary knowledge, Y. I. Ivanov directed a significant part of his research to the study of renal pharmacodynamics of drugs. His commitment to renal pharmacology is reflected in a book on the effects of drugs on different levels of regulation of renal function [5]. In addition to consideration of the therapeutic renal action of drugs of different pharmacological classes, special attention was paid to the nephrotoxicity of drugs. It is in this scientific work, for convenience in the work of general practitioners and pharmacologists, the classification of diuretics, which was proposed by Y. I. Ivanov was published (Y. I. Ivanov, 1976). It is currently in the curriculum of pharmacology for students of medical institutions of higher education. It should be noted that a characteristic feature of Y. I. Ivanov, as a highly qualified teacher, was the ability to maximize the adaptation of educational material for the student audience. His lectures and practical classes have always aroused the interest of both students and teachers.

Thus, the professional activity of Professor Y. I. Ivanov has always been and remains an example of devotion to scientific and pedagogical work, a natural way to wide recognition as a scientist, pharmacologist, teacher.

References

1. Founders of scientific schools. University studies. Bukovynian State Medical University (historical bibliographic retrospective in e-format) [in Ukrainian]. URL: <https://libhistoria.in.ua/fundatory-naukovyh-shkil-na-bukovyni/>
2. Myslytsky V. F., Pakhmurnyi Borys Andriyovych (Scientists of Bukovyna). Chernivtsi: Medical Academy, 2002. 129 p. [in Ukrainian].

3. Berkhin E. B., Ivanov Y.I. Methods of experimental study of the kidneys and water-salt metabolism. Barnaul: Altai Book Publishing House, 1972. 199 p. [in Russian].
4. Ivanov Y. I., Pogorelyuk O.N. Statistical processing of researches on microcalculators on programs. M.: Meditsina, 1990. 224 p. [in Russian].
5. Ivanov Y. I. The effect of drugs on the kidneys. Kyiv: Zdorovya, 1982. 104 p. [in Russian].

УДК 615.33:001.894(09)

**Зайцев В.І., Федорук О.С., Ілюк І.І., Владиченко К.А., Степан В.Т., Візнюк В.В.,
Широкий В.С.**

Пеніцилін та троянда – історія зорі антибіотиків

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

zaitsev.valerii@bsmu.edu.ua

Анотація. Історія розвитку антибіотиків цікава та з карколомним сюжетом. Їх відкриття за запровадження у реальну клінічну практику відбулось поступово – між відкриттям пеніциліну та початком його використання пройшло майже 15 років. Антибіотики дозволили спасти життя мільйонів людей та збільшити тривалість життя людини щонайменше на 10 років.

Ключові слова: антибіотики, Говард Флорі, пеніцилін.

Сучасна медицина неможлива без антибіотиків. Вони є серед тих груп медичних препаратів, які призначаються найчастіше, а за епідемії ковіду їх використання ще більше виросло. Приміром, в США ринок антибіотиків оцінюється у 47,150 млн. доларів у 2021 р., а 2027 очікується його ріст до 63 млн. доларів. В той же час, багато в чому саме завдяки антибіотикам ми досягли значного подовження тривалості життя, особливо у розвинутих країнах – орієнтовно на 30 років за останнє століття, і половина цього успіху належить саме антибіотикам [1, 2].

Антибіотики (грец. anti — проти + bios — життя) — продукти життєдіяльності (або їхні синтетичні аналоги і гомологи) живих клітин, які вибірково пригнічують функціонування інших клітин — мікроорганізмів, пухлин і т.п. [2]. Їх відкриття, як і багато інших проривів у науці, відбулось відносно випадково та ця історія, гідна роману, де поєднуються англійська неквапливість та американська підприємливість... В ній є місце гарній та небезпечній троянді, старовинній німецькій казці та гнилій дині.

Почати можна з George Washington - першого президента Сполучених Штатів, батька-засновника США та творця американського інституту президентства. 14.12.1799 р. він

захворів ангіною після переохолодження на прогулянці. Діагнози лікарів відповідали рівню медицини того часу - порушення балансу життєвих соків чи вдихнув міязми (ядовите повітря). Тактика лікування – стандартна для важких хворих тоді – випустити погану кров (бо жар викликаний її надлишком). Після декількох венесекцій йому випустили близько 2 л. крові. Не зважаючи на такі героїчні зусилля лікарів, він помер від ускладненої ангіни. Серед відомих людей, життя яких вкоротила інфекція, слід назвати Т.Шевченко, О.Пушкіна, російського композитора О.Скрябіна та ін..

Декілька фактів щодо реалій впливу інфекцій на життя людей в доантибактеріальну еру: смертність від пневмоній до 90%, велика післяпологова смертність, а у 14 ст. чума викосила 25% населення Європи. Крім того, більшість населення заражені туберкульозом, а у I світову війну в армії більше були втрати від інфекції, ніж від куль та снарядів. Для боротьби з інфекціями створювались спеціальні інфекційні палати зі смертністю до 50%, тому що окрім видалення гною та ампутації реального лікування не було.

Першими, хто відкрив бактерії, слід вважати Луї Пастера та Роберт Коха, однак вони не могли нічого нового внести у їх лікування. Перше інфекційне захворювання, яке стали лікувати дією на його причину – мікроб, був сифіліс. Він уражав мільйони людей, приводив до каліцтв не тільки фізичних, а і важкої психічної патології. Серед найбільш відомих сифілітиків з ураженням головного мозку – серійний вбивця Джек Потрошитель та ще більш серійний В.Ленін, спланований яким переворот в Росії у 1917 р. призвів до мільйонів жертв та 70 років занепаду 1/3 суші. Хто його знає, як повернулась історія, якби він не хворів би сифілісом...

Сифіліс традиційно лікували ртуттю – але не всі пацієнти переносили лікування та виживали. Німецький вчений П.Ерліх вивчав медицину та барвники. Якось він випадково помітив, що синька може фарбувати тільки бактерії – так стартувала ера вибіркового виявлення бактерій. Також під час одного з експериментів він випадково помітив токсичну дію барвників. П.Ерліх довго вивчав миш'як як один з найбільш типових ліків в різних комбінаціях – лікував заражених кролів, прагнучи знайти «Чарівну кулю», яка вбиває тільки певну жертву, як у відомій німецькій казці. І у 1910 р. тільки 606-й (!!!) його компонент показав ефективність, а кролик вижив – так вперше було показано дієвість ліків щодо бактерій. Так народився сальварсан, який був найбільш популярними ліками на початку 20-го ст., що можна вважати початком хіміотерапії.

Але інші інфекції залишались непереборними. Всім відомо, що пеніцилін відкрив Александр Флемінг у 1928 р., але він не зміг ні оцінити своє відкриття, ні зацікавити ним інших

вчених. Тільки через 10 років (!!!) група Говарда Флорі (Оксфорд) зацікавились першою публікацією про пеніцилін (1938 р.) (Г.Флорі, Е.Чейн, Н.Хітлі). У травні 1940 р – вперше пеніцилін успішно виділили, стабілізували та використали на мишах. В той час пристрій для вирощування пеніциліну – це ванна, бідон з молока, судна, і отримати його у достатній кількості не вдавалось.

Вперше клінічно пеніцилін був випробуваний на поліцейському Александрі Альберті, який після оцарапування обличчя трояндою при роботі в саду отримав важку інфекцію, після чого півроку (!) знаходився в інфекційній палаті, переніс декілька важких операцій на обличчі, йому видалили око і він практично помирав. Після перших ін'єкцій пеніциліну він ожив, почав їсти, але через місяць все ж помер – бо пеніцилін просто закінчився.

Почалась війна і Говард Флорі носив штамп грибка в підкладці піджака на випадок початку захоплення Англії німцями. Для продовження роботи виїхав в США у 1941 р., де одразу оцінили важливість їх відкриття – по важливості поставили налагодження виробництва пеніциліну на друге місце після Манхеттенського проекту [4]. Але у 1943 р. пеніциліну вистачало на дуже небагатьох щасливчиків (курс лікування – 200 \$, шалена вартість по тим цінам). Пробували різні варіанти збільшити його виробництво, наприклад повторно використовували пеніцилін з сечі пролікованих (тому забороняли хворим вживати алкоголь!). Тому і досі є міф про заборону вживання спиртного під час антибіотикотерапії. Паралельно шукали найбільш продуктивний штамп грубку – і абсолютно випадково знайшли його у гнилій дині на базару поруч.

Але війна тривала, скоро висадка в Нормандії... За допомогою звернулись до маленької (тоді) компанії Файзер – виробника компонентів до газводи. Ризикуючи, керівництво компанії інвестувало мільйони доларів власних активів у придбання обладнання та приміщень, що були потрібні для інноваційного процесу глибокої ферментації - обладнання 14 чанів з подачею повітря – це була чудова (але абсолютно неперевірена!) ідея для збільшення виробництва пеніциліну. Компанія придбала розташований по сусідству холодокомбінат, що не працював. Співробітники компанії, працюючи цілодобово, переобладнали приміщення, постійно вдосконалюючи складний процес виробництва [5]. Вже за чотири місяці результат перевищив очікування в 5 разів і за 2 місяці до висадки десанту у Нормандії вперше вдалось налагодити промислове виготовлення пеніциліну. В результаті при висадці практично не було тривалої госпіталізації серед американських солдат. Один з аспектів успіху другого фронту?

Епілог

- З 20-х років до кінця століття тривалість життя в розвинених країнах збільшилась з 55 до 75 років – з них мінімум 10 за рахунок антибіотиків.
- Е. Чейн та Г. Флорі, разом з А. Флемінгом у 1945 р. отримали Нобелівську премію з фізіології та медицини «за відкриття пеніциліну та його лікувального ефекту при багатьох інфекційних захворюваннях».
- Ще у 1946 р. виявили перший пеніциліно-резистентний штам та була виявлена пеніциліназа.
- Натепер відомо до 2000 антибіотиків, але користуємось близько 100 продуктами, тому що інші токсичні.

«Кожен успіх викликає нові бажання» - Александр Флемінг.

Список використаних джерел

1. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/antibiotics-market>
2. <https://ourworldindata.org/life-expectancy>
3. <https://www.pharmacencyclopedia.com.ua/article/2810/antibiotiki>
4. https://www.wikiwand.com/uk/Говард_Волтер_Флорі
5. <https://www.pfizer.ua/наша-історія>

УДК 612

**Дідух В.Д., Рудяк Ю.А., Багрій-Заяць О.А.,
Паласюк Б.М., Горкуненко А.Б., Майхрук З.В.**

Історія радіаційної медицини

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України,

Тернопіль, Україна

bagrijzayats@tdmu.edu.ua

Анотація. Фізика і медицина – могутні гілки дерева філософії, коріння якого сягає правікових часів. В історії науки шляхи розвитку медицини і фізики і збігалися, і перетиналися. Відкриття у медицині породжували нові фізичні ідеї, а досягнення фізики сприяли новітнім медичним дослідженням. Епохальні відкриття і дослідження явища радіоактивності А. Беккерелем, М. і П. Кюрі, катодних променів В. Круксом, рентгенівського випромінювання В. Рентгеном і І. Пулюєм, створення О. Лоуренсом циклотрона, сцинтиляційного сканера Б. Кассеном, кругового ПЕТ сканера Е. Фелпсом і Е. Хоффаном, гама-камери Х. Енджером, винаходи гама-

ножа Л. Лекселем та рентгенівської комп'ютерної томографії (КТ) А. Кормаком і Г. Хаунсфілдом, породили нові галузі науки: медична радіаційна фізика, онкологічна фізика, терапевтична і діагностична фізика і т.д. [1]. У статті віддзеркалена історія становлення та розвитку радіаційної медицини з часів відкриття рентгенівських променів, відображена роль учених, які зробили революційний переворот у медицині та заставили служити іонізуюче випромінювання людству.

Ключові слова: радіаційне випромінювання, мічені ізотопи, комп'ютерна томографія, позитронно-емісійна томографія.

Історія радіаційної фізики розпочалася із повідомлення німецького фізика Вільгельма Рентгена від 28 грудня 1895 року «Про новий вид променів».

Вплив радіаційного випромінювання на людський організм був помічений із часів відкриття X-променів та радіоактивного випромінювання. Так, у 1895 р. помічник Рентгена В. Груббе отримав радіаційний опік рук при роботі з рентгенівськими променями, а у 1902 році про аналогічну дію променів радію повідомили Анрі Беккерель та П'єр Кюрі.

У 1911 р. Є. Лондон опублікував монографію «Радій у медицині та у біології». У ній було відзначено, що радіаційне випромінювання гальмує клітинний поділ та зумовлює зміни у клітинах. Найчутливішими виявилися сперматогонії, а найрезистентнішими — сперматозоїди, опромінення яких не викликало морфологічних змін. На підставі подальших досліджень було сформульоване правило Бергоньє-Трібондо: «Іонізуюча радіація тим сильніше впливає на клітини, чим інтенсивніше вони поділяються і чим менш закінчено виражена їхня морфологія та функція».

Угорський вчений Георг Хевеші – хімік і радіолог, у 1911 році запропонував принцип використання мічених ізотопів для вивчення механізму хімічних реакцій. У 1943 році за роботи по використанню ізотопів як індикаторів для дослідження хімічних процесів він був нагороджений Нобелівською премією з хімії.

Перша спроба науково обґрунтувати вплив іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти була зроблена фізиком Ф. Дессауером в 1922–1923 рр., який запропонував теорію «точкового тепла», що пояснювала пошкодження клітини при її іонізації.

Перше радіонуклідне дослідження біооб'єкту було здійснено у 1927 р. Германом Блумгартом і Отто Венсом. Вони вводили розчин ^{222}Ra в периферичну вену і досліджували швидкість руху крові від периферичної вени до серця, а потім від серця до периферичної артерії [2].

Канадський фізик Гарольд Джонс розробив наприкінці 1940-х рр. перший апарат для лікування кобальтом і перший гама-апарат на основі ^{60}Co із активністю 1000 Кі.

У кінці 1950-х років Девід Е. Кул, Люк Чепмен та Рой Едвардс розробили принципи однофотонної емісійної комп'ютерної томографії (ОФЕКТ). Принцип ОФЕКТ полягає в отриманні серії сцинтиграм при обертанні одного чи декількох детекторів томографа навколо повздовжньої осі тіла пацієнта, якому введений радіофармпрепарат (РФП). Проекції зображення, отримані за повний оберт детектора, опрацьовуються комп'ютером, який реконструює відповідні зрізи.

Застосовуючи радіофармпрепарат (РФП) Г. Енсел і Ю. Ротблат у 1948 р. здійснили поточкову реєстрацію зображень щитоподібної залози.

Для реєстрації просторового розподілу РФП у біологічному об'єкті застосовують гама-камеру, ідея створення якої належить Коупленду і Бенжаміну (1949 р.).

Перший сканер всього тіла був створений Хелом Енджером у 1951 р. В ньому використовувались 10 периферійних детекторів, які відтворювали картину відсканованого тіла пацієнта. У 1958 р. Хел Енджер удосконалив свою першу гамма-камеру, створивши «сцинталіційну камеру», здатну проводити діагностику об'єкта не переміщаючи сканер, створений у 1951 р. Бенедиктом Кассеном.

Основною установкою для проведення сцинтиграфічних досліджень є гамма-сцинтиліційна камера, яку винайшов Хел Енджер в 1963 р., яка дозволяє отримати велику просторову роздільність та високу швидкість візуалізації гамма-випромінювання від введеного радіо фармацевтичного препарату (РФП).

Доктор Ларсол Лексел винайшов Gamma Knife (гама-ніж), який із 1968 р. почали застосовувати у клінічній практиці. Гама-ніж містить джерела ^{60}Co , вмонтованих у півсферичну або конічну поверхню-опромінювач так, щоб випромінення всіх джерел фокусувалось в одній точці, яка потім суміщається з об'єктом опромінення. Для цього застосовується стереотаксична рама, винайдена у 1948 р. Ларсом Лекселлом.

У 1992 р. доктором Джоном Адлером був розроблений CyberKnife G4, за допомогою якого усувалися певні недоліки існуючих радіохірургічних установок, які мають обмежену кількість ступенів вільності лікування.

В системі CyberKnife G4 використовується компактний лінійний прискорювач, прикріплений до роботизованої руки, якою керує комп'ютер (із 6-ма ступенями свободи), щоб забезпечити точне наведення визначеної кількості радіаційних пучків у пухлину з багатьох різних напрямків.

Метод прискорення заряджених частинок електричними імпульсами, траєкторія руху яких близька до прямої, належить норвезькому фізику Рольфу Відероу (1928 р.).

Перший медичний лінійний прискорювач з енергією 4 MeV був введений в експлуатацію у 1952 р. в Hammersmiss-Hospital (Англія).

Ідею створення циклотрона в 1929 р. висунув американський фізик Ернст Лоуренс (1929 р.). У 1939 р. Е. Лоуренс за створення і вдосконалення циклотрона був удостоєний Нобелівської премії з фізики.

Припущення, що прискорені електрони можуть бути ефективним методом лікування пухлин було висловлено у 1946 році Робертом Вільсоном. Перші дослідження Тобіаса, Ангера і Лоуренса впродовж з 1935 по 1940 рік (США), показали, що густина іонізуючої радіації має значно більший ефект на піддослідних мишах ніж рентгенівське опромінення [3].

Перший пацієнт, з використанням піку Брегга, у якого були метастази уражень делотоподібного м'язу із застосуванням прискорених альфа-частинок, був пролікований у Радіаційній лабораторії Берклі в 1960 році [4].

У процесі позитронної емісійної томографії (ПЕТ), винайденої у 1951 р. Л. Раньє, в організм людини вводять невелику кількість радіоактивного препарату, приміром, ^{18}F , період піврозпаду якого становить 1,2 хв. Після цього радіоізотоп, переміщуючись судинами організму, досягає, наприклад, тканини головного мозку чи серцевого м'язу, де, розпадаючись, випромінює позитрон β^+ , який, взаємодіючи із електроном найближчого атома, утворює атом позитронія. При його розпаді електрон і позитрон анігілюють, утворюючи два протилежно напрямлених гама-кванти, які реєструються зовнішніми детекторами, які кільцеподібно розташовані навколо досліджуваного об'єкта, які реконструюють зображення внутрішніх органів. Так, за допомогою позитронної томографії вдається виявляти хворобу на ранньому етапі, ще до прояву клінічних симптомів. Відзначимо, що чутливість ПЕТ на 12 порядків вища порівняно з ОФЕКТ, і ПЕТ є функціональним методом, тоді як КТ чи МРТ – анатомічні. При різних захворюваннях в більшості випадків порушення метаболізму передують морфологічним, таким, що відображаються структурними методами візуалізації: ультразвукове дослідження (УЗД), комп'ютерна томографія (КТ), магнітнорезонансна томографія (МРТ).

Перша у світі позитронна камера, у якій пара сцинтиляційних камер була розташована на протилежних сторонах від пацієнта, була створена у 1959 р. Хелом Енджером.

У 1953 р. Гордон Браунелл ініціював розробку позитрон емісійного сканування за допомогою подвійних детекторів. Випромінені позитрони, стикаючись із електронами,

анігілювали й утворювали два гама-промені з енергією 511 кеВ, які рухались у діаметрально протилежних напрямках. Якщо ж детектори одночасно зареєструють сигнал, то точка анігіляції буде знаходитись на лінії, що з'єднує детектори. Під'єднавши детектори до електронної схеми збігів, яка спрацьовує лише при появі сигналів від них, можна зафіксувати положення цієї лінії.

У 1968 р. Аллан Кормак (США) провів лабораторні дослідження, а у 1972 р. Годфрі Хаунсфілд (США) розробив методику рентгенівської томографії (РКТ) і застосував її у клініці. За створення фундаментальних основ медичної рентгенівської комп'ютерної томографії (РКТ) у 1979 р. Кормак і Хаунсфілд одержали Нобелівську премію. За допомогою обчислювальної рентгенівської томографії можна одержати зображення поперечного шару досліджуваного об'єкта, чому сприяє математична обробка множини рентгенівських зображень досліджуваного об'єкта, зроблених під різними кутами. Для одержання якісних зображень при дослідженні судинних структур, серця, а також для проведення диференційної діагностики в КТ проводяться дослідження з внутрішньовенним контрастним підсиленням.

Спіральна КТ (ангіографія) – останнє досягнення рентгенівської комп'ютерної томографії. На відміну від звичайної КТ, дослідження проводиться в момент швидкого внутрішньовенного введення водорозчинної неіонної контрастної речовини в обсязі 100 мл.

Майкл Фелпс у 1979 р. запропонував вимірювати локальний рівень метаболічного засвоєння глюкози людьми, вводячи дезоксиглюкозу, мічену радіоактивним ізотопом ^{17}F (фтородезоксиглюкоза), період піврозпаду якого становить 109,8 хв.

У найкраще оснащених зарубіжних медичних центрах значну частину ПЕТ досліджень проводять на обладнанні, в якому є ПЕТ і КТ- чи МРТ-сканери, – обидва види досліджень виконуються одночасно. Комбінація ПЕТ і КТ- чи МРТ-сканерів дає змогу отримати зображення місця розташування порушень метаболізму в організмі. За допомогою ПЕТ можна виявити вогнища запалення чи ракові пухлини, а за допомогою КТ – визначити їхню локалізацію.

Найбільш перспективним напрямком в радіаційній онкології є протонно-променева терапія. Основні переваги протонної терапії над фотонною:

1. Метод протонної терапії дозволяє різко знизити опромінення здорових органів і тканин, а також, на відміну від фотонної терапії, підвищити дозу опромінення пухлини.
2. Може застосовуватися для лікування пухлин, розташованих поруч з життєво важливими органами: головним і спинним мозком, серцем, великими судинами і нервами.

Точне фокусування потоку протонів дозволяє впливати на область локалізації пухлини з міліметровою точністю, не чинячи шкідливого впливу на судини і нервові закінчення ока.

Список використаних джерел

1. В.Д. Дідух, Ю.А. Рудяк, О. А. Багрій-Заяць. Медична фізика, ідеї, винаходи, відкриття. Тернопіль, Медобори, 2019. 183 с.
2. Herman L. Blumgart, Otto C. Vens. STUDIES ON THE VELOCITY OF BLOOD FLOW. The journal of clinical investigation, 1927; 4(1):6.
3. John H Lawrens, M.D Cornelins A. Tobias, Ph. D., Games L. Rorn, M.D. and others. Heave- particle irradiation in neoplastic and neurologic disiace. Douner laboratory and Lawrens Radiation Laboratory, University of California, Berceley. Received for publication February 23, 1962., P.717.
4. John H Lawrens, M.D Cornelins A. Tobias, Ph. D., Games L. Rorn, M.D. and others. Heave- particle irradiation in neoplastic and neurologic disiace. Douner laboratory and Lawrens Radiation Laboratory, University of California, Berceley. Received for publication February 23, 1962., P.717-718.

УДК 37:615(477)(09)

Махрова Є.Г.

Фармацевтична освіта, зародження, сучасність та перспективи розвитку в Україні

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Анотація. На сьогоднішній час фармацевтична освіта є гігантською системою підготовки та удосконалення провізорів, фармацевтів і науково-педагогічних фармацевтичних кадрів. Це – рівень професійної кваліфікації працівника, отриманий у закладах вищої освіти I-IV рівня акредитації на базі повної або середньої освіти, що підтверджено відповідним дипломом, який дозволяє займатися діяльністю, пов'язаною з ліками. Ліки – це особливий продукт, з яким мають працювати високоосвічені фахівці. В запропонованій статті освітлено зародження фармацевтичної освіти, сучасний стан та аспекти її розвитку із використанням системи забезпечення якості освіти.

Ключові слова: фармацевтична галузь, провізори, фармацевтична освіта, навчальні заклади, система забезпечення якості освіти.

Перші аптеки як заклади охорони здоров'я в Україні з'явилися у XIII ст., але тільки у XVIII ст. у зв'язку зі збільшенням кількості населення, та, як наслідок, збільшенням кількості аптек в містах та селищах виникла необхідність у підготовці державних кадрів – аптекарів, які володіли б спеціальними знаннями з виготовлення ліків. Державних навчальних закладів з підготовки таких фахівців на той час в Україні не було. Власники аптек (невелика їх частина) отримували фармацевтичну освіту в університетах Польщі, Франції, Італії та Німеччини.

Історичні витoki української фармацевтичної освіти починаються в 1805 р., коли при відділенні лікарських та медичних наук (пізніше медичного факультету) Харківського Імператорського університету була відкрита кафедра лікарського речеслів'я, фармації та лікарської словесності, де і відбувалася підготовка аптечних працівників. У 1812 р. при фармацевтичному відділенні університету була організована перша фармацевтична лабораторія, де проводилися практичні заняття з виготовлення та дослідження фармацевтичних препаратів, фармацевтичних та судово-хімічних досліджень. У 1805-1919 рр. підготовка фармацевтів здійснювалася за схемою: учень аптекаря – помічник аптекаря (гезель) – провізор – магістр фармації. Учень аптекаря міг стати кожен, хто мав освіту чотирьох класів гімназії. Через три роки паралельно з виконанням підсобних робіт учню дозволялося скласти іспит на медичному факультеті університету та отримати звання помічника аптекаря. Відпрацювавши ще три роки в аптеці, він мав право слухати лекції в університеті на провізорських курсах та навчатися протягом двох років. Після цього фармацевт складав державний іспит і отримував звання провізора. Для отримання звання магістра фармації, провізор готувався досить значний час (нерідко декілька років), складав іспит, після чого допускався до захисту дисертації [1].

На сьогоднішній час фармацевтична галузь і медична промисловість в Україні розвиваються інтенсивно. Набрал значних обертів фармацевтичний бізнес – суттєво збільшилася кількість організацій, які займаються розповсюдженням, зберіганням та реалізацією лікарських засобів. Відповідно, це потребує не тільки високих темпів нарощування кількісного складу кваліфікованих працівників у сфері фармації, але й підвищення рівня якості їхньої фахової підготовки [2]. На щастя, держава, Міністерство охорони здоров'я та Міністерство освіти і науки це добре розуміють, дивляться у майбутнє і приділяють неабияку увагу фармацевтичній освіті – поліпшенню матеріально-технічної бази, розширенню науково-практичної діяльності, вдосконаленню навчально-методологічного процесу. Не випадково сьогодні в Україні більшість медичних вузів мають повноцінні фармацевтичні факультети (а ті, які ще не мають – працюють у цьому напрямку), у багатьох

містах функціонують середні фармацевтичні навчальні заклади, що підвищує базовий рівень фармацевтичної освіти в цілому [3].

У практичному значенні фармацевтична освіта являє собою синтез двох великих напрямків, таких, як фармація і фармакологія. Вона постійно розширюється і доповнюється, відбувається конкретизація багатьох понять і термінів [4].

Сучасна фармацевтична освіта оперує такими поняттями, як: наукова діяльність – інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання, використання нових знань, основними її складовими є фундаментальні та прикладні наукові дослідження; наукова кваліфікація – ступінь і вид професійного рівня фахівця, наявність у нього знань, умінь та навичок, необхідних для виконання певної наукової роботи; наукова експертиза – дослідження, аналіз та оцінка науково-технічного рівня об'єктів експертизи і підготовка обґрунтованих висновків для прийняття рішень щодо таких об'єктів; науково-дослідна установа – юридична установа незалежно від форми власності та підпорядкування, створена у встановленому законодавством порядку, для якої наукова або науково-технічна діяльність є основною; науково-дослідні центри – центри, що об'єднують споріднені наукові лабораторії, інші підрозділи за певним напрямом науково-дослідної роботи, та багато інших.

На даному етапі розвитку нашої країни фармацевтична освіта намагається концентруватися на потребах саме вітчизняної промисловості та вітчизняної науки, хоча асортимент представлених на ринку зарубіжних лікарських засобів сьогодні дуже широкий [5]. У зв'язку з цим необхідно створювати відповідні умови, щоб інтенсифікувати власний науковий пошук, що потребує своєчасного реформування та розвитку вітчизняної фармацевтичної освіти, адже розробка і виробництво вітчизняних ліків завтрашнього дня повинні базуватися на розвинутих вітчизняними вченими високими технологіях, які зможуть цілком гідно конкурувати із світовими.

Щодо світової практики: на даний час розроблено багато інноваційних стратегій, прийнятих міжнародними організаціями, що працюють з метою реформування освіти та наукових досліджень. Одною з таких організацій є Міжнародна асоціація оцінки досягнень у навчанні (International Association for the Evaluation of Education Achievement – IEA), що є незалежним міжнародним органом співпраці між дослідницькими установами.

В межах своїх проєктів, таких як проведення порівняльних досліджень та проведення оцінки, IEA має на меті:

- забезпечити досягнення міжнародних контрольних показників, які можуть допомогти відповідним органам держави у порівнянні визначити сильні та слабкі сторони їхніх освітніх систем;
- надавати високоякісні дані, які покращать розуміння органами влади ключових факторів освіти, що впливають на викладання та навчання, а також слугуватимуть ресурсом для визначення проблем і, як наслідок, розробки подальших дій для підготовки та оцінки освітніх реформ;
- розвивати та покращувати потенціал освітніх систем для участі в розробці національних стратегій моніторингу та вдосконалення освіти;
- сприяти розвитку всесвітньої спільноти дослідників у сфері оцінювання освіти.

Визнаючи необхідність підтримки та зміцнення фармацевтичної освіти в усьому світі, у листопаді 2007 р. Міжнародна фармацевтична федерація (International Pharmaceutical Federation – FIP) у співпраці зі Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) та Організацією Об'єднаних Націй з питань освіти, науки та культури (ЮНЕСКО) створила робочу групу з фармацевтичної освіти [6]. Робоча група є координаційним органом для установ, організацій та окремих осіб, що має на меті стимулювати дії щодо розвитку фармацевтичної освіти шляхом виконання Плану дій, який, в свою чергу, повинен забезпечити стабільну роботу фармацевтичної галузі та її відповідність місцевим потребам. План дій має три сфери діяльності: забезпечення якості, академічного та інституційного потенціалу, а також компетентність фармацевтичної освіти.

Заснована в 1912 році, Міжнародна фармацевтична федерація (FIP) є глобальною федерацією національних асоціацій фармацевтів і вчених-фармацевтів та перебуває в офіційних відносинах із Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) [6]. До складу FIP входять 124 організації, що складає понад два мільйони практичних спеціалістів та науковців у всьому світі. Протягом своєї 100-річної історії FIP постійно зростала та розвивалася, її пріоритетами стали задоволення потреб споживачів, розширення послуг охорони здоров'я, інтеграція нових наукових розробок тощо. Стрімкий розвиток фармацевтичної галузі та поява аптечної практики призвели до того, що FIP стала всесвітньо відомою завдяки своїй пропаганді ролі фармацевта у наданні медичної допомоги, зберігаючи при цьому свою у фармацевтично-наукову основу.

FIP вважає, що для підтримки розвитку висококваліфікованої конкурентоспроможної робочої сили у фармацевтичній галузі, академічній та інституційній інфраструктури

фармацевтичної освіти, кожна країна повинна мати власну стандартизовану систему забезпечення якості, засновану з урахуванням міжнародних стандартів.

Прикладом такої системи може бути Система управління якістю (Total Quality Management TQM), яка з'явилася в освіті у 1988 році в середній школі Маунт-Еджкомб у Сітці, Аляска, коли Девід Ленгфорд, шкільний викладач, застосував концепцію управління якістю у своїх класах [7]. З тих пір TQM стала дуже популярною в освіті, про що свідчить велика кількість книг та журнальних статей, опублікованих з цього приводу. TQM проваджена в багатьох провідних освітніх організаціях. Одною із стратегій TQM є зосередження на якості використовуваної системи навчання, а не на результатах іспитів студентів. Вважається, що іспити є лише діагностичним інструментом для забезпечення якості системи навчання [7].

На даний час, щоб задовольнити освітні потреби у фармацевтичній галузі, необхідно спрямовувати зусилля на постійне вдосконалення системи навчання, в чому може допомогти Державна система забезпечення якості освіти.

Державна система забезпечення якості освіти спроможна:

- відображати бачення фармацевтичної практики та освіти, розроблене на основі широкого обговорення та консенсусу між різними спеціалістами;
- дозволяти вносити належний внесок усім зацікавленим сторонам, включаючи студентів та громадськість;
- забезпечити базування освітніх програм на доказах та компетентних висновках, забезпечити їх високу якість та відповідність потребам громадян, фармацевтів та країни в цілому;
- оцінювати результати освітніх програм, а також інституційні структури та процеси.
- бути прозорою і вільною від негативних впливів та лобіювання конфліктних інтересів при її розробці та реалізації;
- сприяти самооцінці та постійному підвищенню якості навчальних закладів;
- бути підзвітною відповідним державним органам.

Система управління якістю у багатьох країнах є універсальною допомогою в будь-якому аспекті життя, вона має рішення для всіх проблем, з якими люди стикаються в повсякденному житті. Про неї говорять як про найпотужніший управлінський інструмент, який має універсальну застосовність. Правильний спосіб використання цього інструменту не є легким завданням, а успіх повністю залежить від того, як її використовувати. Застосування системи забезпечення якості у фармації – потреба сьогодення. Освіта є товаром, що швидко розвивається на ринку, і в основному орієнтована на бізнес, що означає, що в результаті вона

повинна приносити певний прибуток. Освіта також дотримується певної етики: клієнт або студент повинен отримувати якісні знання за гроші, які він витрачає. Принципи системи забезпечення якості є універсальними, і їх можна і треба використовувати для підвищення якості освітнього фармацевтичного продукту.

Список використаних джерел

1. Терещук Т.О. Історичні аспекти розвитку фармацевтичного законодавства і освіти, становлення суспільно-професійних організацій у західноукраїнських землях (XV ст. – 1-а половина XX ст.): дис. ... канд. фармацевт. наук : спец. 15.00.04 /Львівський державний медичний університет. Львів, 1996. – 190 с.
2. Кулицький С. Фармацевтична галузь і фармацевтичний ринок в Україні: стан і проблеми розвитку (Продовження, початок у № 6) [Електронний ресурс] / С.Кулицький // Україна: події, факти, коментарі. – 2019. – № 7. – С. 69–76.
3. Сліпчук В.Л. Професійна підготовка фахівців фармацевтичної галузі в Україні (XX – початок XXI століття): монографія / за ред. д-ра пед. наук, проф., чл.-кор. НАПН України Я.В. Цехмістера. Київ : Едельвейс, 2017. 520 с.
4. Аптека онлайн: сайт В.П Черних, ректора Національного фармацевтичного університету (НФаУ), члена-кореспондента НАН України, професора, доктора фармацевтичних та хімічних наук, та Олександра Фомича Пімінова, директора Інституту підвищення кваліфікації спеціалістів фармації (ІПКСФ) НФаУ.
5. Стратегія розвитку фармацевтичного саморегулювання в Україні: науково-методичні рекомендації / укл. О. Б. Панькевич, Б. П. Громовик; рекомендовано ВР ЛНМУ імені Данила Галицького. Львів : Ліга-Прес, 2019. 24 с.
6. International Pharmaceutical Federation. FIP statement of policy Quality assurance of pharmacy education. Proceedings of FIP Council: 2009.Sep 8; Istanbul. Hague. The Netherlands. FIP; [cited 2011 Feb].
7. Total Quality Management. Chapter 5. [cited 2010 Dec 21]; 138-67. (<http://www.wiley.com/college/sc/reid/chap5.pdf>)

УДК 61:004.9

Махрова Є.Г.

Сучасний розвиток інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (ІСПР) в медичних галузях

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Анотація. У статті представлено часткову історію розвитку ІСПР та описано їх вибіркочну класифікацію, пояснено прості приклади для розуміння понять спеціалістами всіх галузей, відмінних від ІТ. Також, описано великий ряд платформ з інтегрованими нейромережами на

базі сучасного штучного інтелекту, які вже практично функціонують та виконують задачі, направлені на вирішення проблем медичної галузі та перспективи їх застосування в подальшому розвитку.

Ключові слова: нейромережа (Neural Networks/NN/), штучний інтелект (Artificial Intelligence/AI/), глибинне навчання (Deep Learning), комп'ютерний зір (Computer Vision), хмарний сервіс (Cloud Services).

Загальновідомим і логічним є той факт, що кожна людина на планеті має потребу та беззаперечне право на здорове та безпечне співіснування одна з одною та з оточуючим світом. Тому, будь-які досягнення у медицині є не просто актуальними а критично значущими. Світ не стоїть на місці, і сьогодні автоматизація та інформаційні системи використовуються майже у всіх сферах життя. Не виключенням є і медична галузь. Сучасний світ зрозумів, що створивши собі відданих невтомних розумних помічників, можна використати такий дорогоцінний ресурс, як час, на розвиток світового інтелекту, покращення якості життя та здоров'я, побудову більш якісних суспільних відносин, або на щось більш важливе, ніж монотонна праця на станках та складний багаторівневий аналіз величезних масивів даних.

Першу нейромережу (NN) запропонували У. Маккалоу та У. Питтс у 1944 р., які заклали перший камінь у фундамент кафедри когнітології Массачусетського університету, математики якого і поховали її на початку. Перша успішна програма для штучного інтелекту (AI) була написана в 1951 р. К. Стрейчі, яка у 1952 р. могла грати у шахи з людиною. А у 1953 р. А.М. Тьюрінг опублікував статтю про шахове програмування. Відродження ж нейромережі отримали на початку 1980-х, далі – знов були поховані, для того, щоб у першому десятиріччі нової епохи вибухнути під гуркіт сурм з усіх сфер життя на гребені розвитку графічних плат та ростом потужностей їх оброблюваної здатності.

За останнє 10-річчя світ отримав найпрогресивніші системи AI завдяки технологіям Deep Learning, які обробляють величезні масиви даних, навіть несистематизовані та різноманітні, самостійно вкладаючи їх у стрункі ряди алгоритмів та навчаючись з кожною новою ітерацією. Сьогодні світ побачив першого «розумного андроїда» – Sophia – здатного не лише до самостійного глибинного аналізу, але й до самонавчання, самопрогресу та прийняття складних рішень, схожих на емоційні відповіді людини. Або, якщо дуже спростити – машина демонструє свій «характер», усвідомлює свою статтю, володіє почуттям гумору та навіть може фліртувати.

Опишемо деякі поняття та наведемо прості приклади, для розуміння NN або, по суті, ІСППР (інтелектуальна систем підтримки прийняття рішень). У загальному вигляді, ІСППР – це така система, яка асистує ОПР (Особам, що приймають Рішення) в прийнятті цих самих рішень, використовуючи інструментарії Data Mining моделювання та візуалізації, володіє доброзичливим (G) користувацьким інтерфейсом (User Interface/UI/), стійка за якістю, інтерактивна і гнучка в налагодженні. Будь-яка більш-менш прогресивна ІСППР повинна «навчатися». Отож, навчати можна за допомогою алгоритмів простого машинного навчання (Machine Learning), або ж технологій глибинного навчання (Deep Learning). Останні і дають на виході сучасні NN, що контролюються AI. За типом вхідних даних розрізняють NN прості (однорідні данні) та байесовські (неоднорідні дані).

Наведемо приклад простої NN. Припустимо, ви намагаєтеся визначити, чи є пухлина злаякісною або доброякісною. Представимо зібрані дані в такому вигляді (Рис. 1): значення по осі абсцис – розмір пухлини, а значення по осі ординат можуть бути 1(Yes) або 0(No).

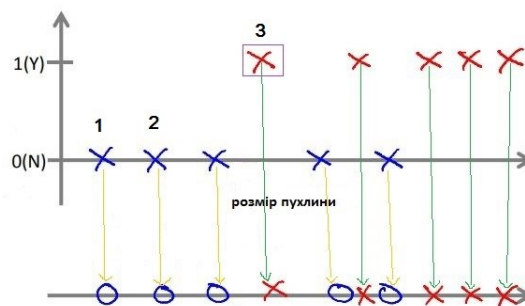


Рис.1. Завдання класифікації

Припустимо, пухлина одного розміру (1) виявилася доброякісною 0(N), іншого розміру (2) – теж доброякісною 0(N) тощо. Нажаль, також бачимо кілька злаякісних 1(Y) пухлин. Отже, є п'ять доброякісних пухлин і п'ять злаякісних пухлин. Уявимо, є пацієнт, в грудях якого виявлена пухлина, скажімо, розміру (3). Задача NN полягає в тому, щоб розрахувати ймовірності того, чи є пухлина злаякісною, або доброякісною. Подібні завдання називаються завданнями класифікації (classification): 0 або 1 – на виході.

Наведемо приклад байесовських мереж. Деякі дані пацієнта нам відомі з анкети (стать, вік, вага, ріст тощо) і анамнезу (перенесені хвороби, наприклад). Назвемо ці дані статичними. Інші дізнаємося в процесі періодичного обстеження і лікування. Ці дані назвемо динамічними. Зрозуміло, що хороша ІСППР повинна вміти враховувати всі ці дані і видавати рекомендації, ґрунтуючись на всій повноті інформації. Динамічні дані оновлюються в часі, відповідно, алгоритм роботи моделі буде таким: навчання-рішення-навчання. Це в загальному схоже на

роботу лікаря: попередньо визначити діагноз, провести лікування, зафіксувати реакцію. Таким чином, ми постійно перебуваємо в стані невизначеності, подіє лікування чи ні. Стан пацієнта змінюється динамічно, одже нам треба побудувати динамічну ІСППР. У таких випадках нам і допоможуть Динамічні Байєсовські Мережі (ДБС) – узагальнення моделей на основі фільтрів Калмана і Прихованої Марківської Моделі.

За задачею застосування розрізняють NN: стандартні (standard neural networks /SNN/) для лінійної архітектури аналізу, конволютивні / згорнуті (convolution neural networks /CNN/) для аналізу зображень, рекурентні (recurrent neural networks /RNN/) для аналізу послідовних даних, гібридні (hybrid neural networks /HNN/) для поєднання перших трьох NN.

Розглянемо різноманіття сучасних NN та задачі, які вони вже виконують в медицині. У 2021 році світ побачив перший нейроімплант доктора медицини Едварда Чанга та колег з розгорнутою NN, яка генерує думки у слова. Ця технологія дарує інвалідам з важкими формами паралічу та з порушенням мовного апарату радість спілкування, і по суті, нову якість життя [1].

Команда розробників DeepMind у липні 2021 за допомогою NN нового AI розшифрувала та представила структуру усіх відомих науці протеїнів. Ця технологія широко розкриває величезні двері у лікування майже всіх відомих важких хвороб людства, які до цього часу вважалися невиліковними. Піонером серед таких хвороб стала СМА – вбивця новонароджених, рідкісне генетичне захворювання, яке тепер МОЖНА вилікувати за допомогою препарату генної модифікації Zolgensma, виробленого на основі даних технологій [2].

Згідно інформації, висвітленої у виданні Wired, платформа моніторингу здоров'я на основі AI BlueDot сповістила своїх користувачів про спалах нового вірусу в Китаї на тиждень раніше, ніж це зробили ВОЗ та Американська ЦКЗ (Центри США з контролю та профілактики захворювання). Платформа успішно виконує свої завдання і зараз [3]. Ці, та подібні NN, інтегровані у програмні інтерфейси (API) користувачів, можуть діагностувати і прогнозувати не лише критичні або загрозливі стани пацієнтів в часовому тренді, але й моделювати розвиток пандемії.

AI може прискорювати розробку молекул ліків чи нових матеріалів за допомогою передбачення молекулярних хвильових функції та електровластивостей молекул. Цей метод використання Deep NN запропонувала команда Університету Уоріка, Технічного університету Берліну та університету Люксембургу [4].

Прогресивні NN на базі потужних AI допомагають у розробці та створенні так званих роботів-орігамі. Це сучасні м'які та гнучкі роботи та наноботи, які тестуються для використання у різноманітних сферах медицини, а також у доставці ліків в людські тіла. Технологія відкриває

доступ до наносвіту організму і можливість діагностики та лікування невиліковних хвороб макросередовища через наноструктури [5].

Спеціалісти Google Brain дослідницького проекту Google по вивченню AI розробляють алгоритми, які самостійно будуть створювати процесори. Тобто найближчим часом ми станемо свідками розвитку нової ери робототехніки та «народження» штучного інтелекту другого покоління. Вже зараз існують розробки по створенню нанопроцесорів AI, які будуть інтегровані в людський організм для «налагодження» роботи судинних систем. Ці процесори будуть створені машинами [6].

Сьогодні вже існують платформи на базі потужного AI для ідентифікації та прогнозування росту ракових клітин. І це не просто дослідницькі проекти, а відлагоджена машина, поставлена на комерційні рейки, наприклад, аналітична платформа SOPHiA, яка була представлена світові у 2021 році у Бостоні [6].

А от NN корпорації IBM здатна виявляти та прогнозувати рак в динаміці, а також деякі небезпечні хронічні захворювання. IBM використовує так звані «прості» алгоритми Machine Learning, наприклад, в своїй найвідомішій ІСППР Tivoli, яка дозволяє визначати стан суперкомп'ютерів корпорації (Watson в першу чергу) [7].

Команда Deep Mind від Google досліджує та оцінює ризики для здоров'я людини в режимі реального часу, застосовуючи мобільний додаток гаджету респондента. Використовуючи технології Computer Vision та Deep Learning, вони навчили свої конволютивні NN «бачити» стан систем організму по графічних матеріалах, а також прогнозувати розвиток хвороб, наприклад, рак.

Революційним продуктом є платформа LaMDA (Language Model for Dialogue Applications). Цю NN розробники Deep Mind навчили спілкуванню на будь-які теми майже безкінечно, виводити логічні мовні та сенсові конструкції, слідкувати за глобальною ідеєю діалогу, що майже не відрізняє бесіду з AI LaMDA від бесіди з живою людиною. Цей продукт може бути застосований у дистанційних формах спілкування із пацієнтами на підготовчих етапах, наприклад при реєстрації в клініку, створенні облікової картки, або у формуванні попередніх діагнозів та виборі вузьких спеціалістів. Також існує можливість допомоги AI LaMDA у психологічній підтримці для самотніх, людей похилого віку в хоспісах і вдома, хронічних хворих (рак, СНІД тощо) та осіб із легкими формами психоневрологічного розладу та залежностей [8].

Багато корисних результатів можна отримати, застосовуючи Azure Cognitive Services на базі AI від Microsoft. Ця NN дозволяє генерувати хмарні рішення у локальному, гібридному,

багатохмарному чи міжмережевому середовищі. Вона розгортає високоякісну модель AI у вигляді API – інтерфейсів (Application Programming Interface) у таких напрямках: мова, вимова, зір, рішення. Блок мови дозволяє транскрибувати текст у звук і навпаки, що використовується для людей із порушенням мови та зорового апарату, перекладати бесіду в режимі реального часу для полегшення комунікації та знищення мовних кордонів, ідентифікувати співрозмовника за унікальними мовними ознаками для забезпечення кібербезпеки даних та суттєвого зниження втрат часу за рахунок автоматизації алгоритмів реєстрації. Блок вимови дозволяє розпізнавати вузьку термінологію для полегшення спілкування у ланцюжках «пацієнт-лікар» та «медспеціаліст-спеціаліст», аналізувати тональності та відтінки думок у тексті для виявлення можливих психоемоційних розладів, створювати шари «питання-відповіді» для автоматизації консультування та перекладати інформацію на більш ніж 100 мов в режимі реального часу. Надсучасні технології та Deep Learning у блоку комп'ютерного зору дозволяють виконувати потужні та багатовимірні задачі розпізнавання облич, відео, графічних матеріалів тощо. Подібні технології є на сьогодні одними з найбільш важливих та прогресивних у моніторингу стану здоров'я. Блок рішення дозволяє ідентифікувати контент принизливого та образливого характеру, що захищає спілкування від небажаних інцидентів подібного роду в обох напрямках, виявляти аномалії роботи алгоритмів логічної машини до її побудови, або на ранніх етапах життя, що суттєво скорочує витрати часу на опрацювання хибних рішень та забезпечує максимальну точність вибору найбільш оптимального сценарію, персоналізувати Local DB та API [9].

І на останок. У 2021 на спеціальній зустрічі в Лондоні Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA, представила новий AI наступного покоління, Artificial Intelligence Next - Explainable AI. Його покликання – надати можливість непрофесійному користувачеві зрозуміти алгоритми та логіку хмарних обрахунків ядра NN. Це дало продукту суттєву перевагу над домінуючим у сфері хмарних розробок конкурентами Microsoft та Amazon [10].

Список використаних джерел

1. Robin Marks. "Neuroprosthesis" restores words to Man. *University of California San Francisco*. San Francisco. 2021. URL: <https://www.ucsf.edu/news/2021/07/420946/neuroprosthesis-restores-words-man-paralysis/>;
2. Will Douglas. DeepMind says it will release the structure of every protein known to science. *Artificial intelligence*. MIT. 2021.
3. Lauren Gardner. Mapping COVID-19. *Center for Systems Science and Engineering (CSSE) with the Department of Civil and Systems Engineering (CaSE)*. Johns Hopkins University (JHU): веб-сайт. URL: <https://systems.jhu.edu/> (дата звернення 30.05.2022);

4. Unifying machine learning and quantum chemistry with a deep neural network for molecular wavefunctions. K. T. Schütt et. al. *Nature Communications*. 2019. V.10. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-12875-2/>;
5. Multifunctional metallic backbones for origami robotics with strain sensing and wireless communication capabilities. Haitao Yang et. al. *Science Robotics*. *Science*. 2019. V.4. URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.aax7020/>;
6. SOPHiA DDM™ for Blood Cancers. Boston. 2022.:
7. Insights from AI. Cancer research at IBM. *Supporting cancer research and treatment*. IBM. 2022.: веб-сайт. URL:<https://www.ibm.com/watson-health/solutions/cancer-research-treatment/>;
8. Eli Collins, Zoubin Ghahramani. LaMDA: our breakthrough conversation technology. 2021.: веб-сайт. URL: <https://blog.google/technology/ai/lamda/>;
9. Azure Cognitive Services: веб-сайт. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/cognitive-services/#overview/>;
10. Explainable AI. Google Cloud: веб-сайт. URL: <https://cloud.google.com/explainable-ai/>

УДК: 577.34:001.894(09)

Олар О.І.

Становлення фотобіології через наукові відкриття в галузі природничих наук

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

olena.olar@bsmu.edu.ua

Анотація. Розглянуто становлення фотобіології через відкриття у природничих науках. Висвітлено події, пов'язані з початком документування етапів становлення УФ-терапії та діагностики і встановлення шкідливого впливу УФ-випромінювання на людину.

Ключові слова: геліотерапія, УФ-випромінювання, УФ-терапія, фотохімія, фотофізика, фототерапія.

Стародавні цивілізації цілком усвідомлювали важливість Сонця для свого життя і здоров'я та всього, що є навколо і ототожнювали його з божеством. Навіть стародавні греки, які першими задокументували важливість сонячного світла для здоров'я людини, поклонялися богу Сонця - Геліусу. Проте, починаючи з XVII-XVIII століття, з інтенсивним розвитком наук про природу багато речей переставали виглядати міфічними. На початку XIX століття з'явилося й усвідомлення того, що сонячне світло – це сукупність подразників і кожен з них може спричиняти різні ефекти. Досягнення у галузі техніки початку XX століття, ще й дозволили отримувати штучним шляхом окремі компоненти спектру сонячного випромінювання, що й стало початком їх використання у медицині. За останні 100 років

кількість публікацій щодо ультрафіолетового випромінювання (УФВ) та його зв'язок зі здоров'ям людини дуже чисельна. Тільки в базі PUBMED вона наближається до 100000 [1], а нові відкриття в галузі молекулярної біології, фотохімії та біофізики тільки поповнюють цей список робіт.

Відкриття УФВ та його властивостей тривало майже три століття: ще до його відкриття у 1801 році Рітгером було помічено, що під дією сонячного випромінювання чорніють кристали нітрату срібла (1614, Sala), темніє папір, змочений хлоридом срібла (1777, Scheele). Рітгер, для того щоб підкреслити хімічну реакційну здатність променів, які лежали за межами видимого світла і відрізнити їх від «теплових променів», на іншому кінці видимого спектру назвав їх «деоксидуючими променями», але з часом була прийнята простіша назва - «хімічні промені», яку використовували впродовж XIX століття. Врешті-решт від них відмовилися на користь термінів ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання.

Початкові дослідження «хімічних променів» зосереджувалися на їх здатності стимулювати хімічні реакції (1809, Gay Lussac та Thenard - концентроване сонячне світло здатне перетворювати суміш газів водню і хлору в соляну кислоту; 1815, Planche – «хімічні промені» затемнюють багато видів солей металів; 1826-1837, Niepce та Daguerre - йодисте срібло особливо світлочутливе, базові роботи для розвитку фотографії; 1842, Becquerel та Draper – випромінювання з довжинами хвиль у ділянці спектру 300-400 нм - причина фотохімічних реакцій на желатинових пластинах з йодистим сріблом).

Впродовж XIX століття фізики зробили кілька важливих теоретичних та емпіричних внесків, які допомогли прояснити властивості УФВ (1802, Wollaston - розширення спостереження Ньютона про дискретні смуги сонячного світла; 1814, Fraunhofer – «картографування понад 500 смуг сонячного світла, в т.ч. УФ-ділянки, пізніше названих «лініями Фраунгофера»; 1859, Kirchhoff and та Bunsen - винайдення спектроскопа та демонстрація поглинання і випромінювання світла різної довжини хвилі різними атомами; 1865, Maxwell – електромагнітна природа світла; 1882, Hertz – розробка пристрою для вимірювання мікрохвиль, підтвердження існування випромінювання за межами УФ та ІЧ спектру; 1850, Stokes – модифікації у будові кварцових трубок, отримання УФ-променів до 185 нм і т.ін.). Ще одним значущим досягненням у фотофізиці був винахід приладів для кількісної оцінки випромінювання (1829, Nobili – термобатарея; 1876, Crookes - обертовий лопатковий радіометр; 1878, Langley - болометр) [2].

На початку XX-го століття нові відкриття у фотохімії та фотофізиці покращили як теоретичні, так і емпіричні розуміння поведінки електромагнітного випромінювання (1900,

Planck – квантова теорія світла; 1905, Einstein - кванти - безмасові частинки енергії з 1928, Lewis - «фотони»; 1913, Bohr - пояснення спектру випромінювання та інших властивостей атома водню; 1926, Schrodinger – заснування хвильової механіки). Приблизно в цей же час експериментатори розробляють нові способи вимірювання ступеня УФВ (1903, Schumann - «вакуумний спектрограф»; 1906–1908, Lyman - виявлення випромінювання гелію при 50 нм, демонстрація поглинання випромінювання від 127 до 176 нм киснем; 1920, Millikan - виявлення слабкого рентгенівського випромінювання, яке вказує на відсутність природного розмежування між УФ- та рентгенівськими променями). Дослідники атмосфери допомогли встановити зв'язок між сонячним світлом та УФ-випромінюванням (1902, Langley – встановлення факту приблизно на 40 % поглинання УФВ земною атмосферою; 1909, Miethe та Lehman – гіпотеза поглинання УФ киснем в атмосфері, встановлення нижньої межі, що досягає поверхні Землі - 291,21-291,55 нм; 1919, Dorno - зміни інтенсивності УФВ, що проникає в атмосферу, впродовж дня та сезонів) [2]. До 1920 року існування УФВ, його властивості та зв'язок із сонячним світлом був добре встановлений. Потенціал комерційних та промислових застосувань сконцентрувався на розробці нових джерел (люмінесцентних ламп, фотоспалахів, стробоскопів, удосконалених джерел фотонів та ін.) та кращих пристроїв для їх вимірювання (фільтрів, детекторів, спектрометрів та ін.). Продовжувалися дослідження взаємодії УФВ з атомами, молекулами, розчинами та атмосферою, зростав інтерес до розуміння впливу УФВ на живі організми, особливо на людей.

Впродовж ХХ-го століття вивчення УФВ призвело до розвитку відмінностей у термінології:

- фізики розробили термінологію, яка базувалася на фізичних властивостях УФВ: «ближній УФ» для позначення сонячного УФ, який досягає поверхні Землі (290–400 нм), «вакуумний УФ» для ділянки, для вимірювання якої необхідний вакуум (нижче 180 нм), «дальній УФ» - для ділянки між ближньою та вакуумною (180–290 нм).

- біологи розробили термінологію, яка підкреслювала вплив сонячного УФ на живі організми: використовували термін «UVC» для позначення ділянки спектру, яка поглинається озоновим шаром у атмосфері Землі, тобто нижче 290 нм, і, отже, не мала біологічного ефекту. Термін «UVA» використовувався для ділянки 320–400 нм, яка має фізіологічний вплив на організми, термін «UVB» застосовувався до ділянки між UVC та UVA, тобто 290–320 нм, і вважалося, що ця ділянка відповідає за шкідливий вплив сонячного світла на живі організми.

Те, що сьогодні називають «геліотерапією» практикувалося багатьма древніми цивілізаціями, а понад 2,5 століття тому позитивний вплив сонячного світла було

задокументовано Гіппократом (близько 400 р. до н.е.), який призначав його як для лікувальних цілей, так і для психологічного впливу на людей, оскільки помітив, що депресії були поширенішими в зимові місяці в Греції, коли було менше сонячного світла, було помічено, що фіолетово-синє світло було корисним для зменшення манії, тоді як червоне світло покращувало стан пацієнтів з депресіями. Практика геліотерапії продовжувалася впродовж греко-римської епохи, і вона відображена в працях Геродота (5 ст. до н.е.), Цицерона і Цельса (II ст. до н.е.), Вітрувія (I ст. до н.е.), Плінія Старшого (23–79 н.е.), Галена (130–200 н.е.), Антілла (III ст. н.е.) та Орібасія (325–400 н.е.). Після падіння Римської імперії ця практика занепала. Вона знову з'явилася в ранньому середньовіччі, задокументована перським ученим і лікарем Авіценною (980–1037 рр. н.е.). Ці події започаткували розуміння взаємозв'язку між сонячним світлом і живими організмами, хоча об'єктивних доказів, які б підтверджували терапевтичний вплив було мало.

У XVII-XIX століттях у медичній літературі почали з'являтися повідомлення про те, що сонячне світло покращує стан пацієнтів (попри те, що результат діагностування захворювань, ще залишав багато запитань, у силу відсутності об'єктивних методів діагностики) зі шкірними захворюваннями (1735, Fiennius - лікування ракової пухлини на губі пацієнта; 1774, Faure - лікування виразок шкіри; 1776 LePeure та LeConte - прискорення загоєння ран і знищення пухлин), внутрішніми захворюваннями (1782, Haggis - лікування рахіту), прогресуючою дегенерацією зорового нерва (1815, Loebel – лікування часткової сліпоты; 1879, Martin – використання синього та білого світла для лікування прогресуючої дегенерації зорового нерва), бактеріальними інфекціями (1845, Bonnet - лікування туберкульозного артриту). Додаткові спостереження підтверджували (майже за століття до винайдення і підтвердження циркадних ритмів), що сонячне світло здатне впливати на фізіологію людини (1843, Scharling – кількісне підтвердження зниження вироблення CO₂ людиною вночі; 1866 von Pettenkofer та Voit – підтвердження зменшення рівня бікарбонату в сироватці крові вночі; 1850, Berthold – реєстрація інтенсивнішого росту волосся вдень; 1888 Fere – зафіксовано зниження частоти дихання та пульсу при червоному світлі) та її психічне здоров'я (1806, Pinel – гіпотеза про наявність двох типів сезонної депресії: взимку та влітку; 1845, Esquirol - документування двох типів депресій; 1876, Ponza – встановлено, що фіолетово-синє світло корисне для зменшення манії, а червоне світло покращувало стан тих, хто страждав від депресії) [2]. Впродовж XX-го століття фототерапія була підтверджена, як ефективний засіб для лікування сезонних афективних розладів.

Однією із перших ознак того, що сонячне світло може чинити шкідливий вплив, були випадки віспи. Впродовж століть було відомо, що сонячне світло загострює віспу, хоча етіологія цього зв'язку була невідомою, а стандартною практикою було покривати пацієнтів і вікна червоними простирадлами та ковдрами. Тим не менш, до XIX століття практично не було наукової оцінки явища. Вперше шкідливий вплив сонячного світла на хворих на віспу задокументував у 1832 Picton. Він повідомляв, що солдати, які перебували в підземеллях під час епідемії віспи, хворіли, але одужували без нагноєння і рубців. У 1848 Piorry рекомендував тримати хворих на віспу в затемнених кімнатах до одужання. У 1867 Black виявив, що відсутність сонячного світла сповільнює розвиток пустул віспи і запобігає утворенню рубців. До 1871 Waters і Barlow незалежно підтвердили позитивні результати лікування пацієнтів з віспою в контрольованих умовах. У 1898 Chatiniere використовував подібну терапію червоним світлом для лікування кору. Незважаючи на успіхи терапії червоним світлом, не було згоди щодо механізмів його дії. У 1893 році Finsen припустив, що «хімічні промені» шкідливі для хворих на віспу, хоча він не надав жодних доказів цього і не запропонував жодних пояснень щодо того, як такі промені можуть посилити хворобу. Чотири роки потому він продемонстрував антибактеріальну дію променів при лікуванні туберкульозу шкіри, за що був удостоєний Нобелівської премії з фізіології та медицини у 1903 [3].

Тривалий час вважалося, що такі негативні ефекти, як сонячні опіки (еритема) і сліпота (сонячна ретинопатія), пов'язані з надмірним впливом сонячного тепла. У 1821 Номе вперше поставив під сумнів це припущення на основі власних спостережень. Крім того, він виявив, що темношкіра людина, навідміну від нього не отримала сонячних опіків, хоча температура її шкіри підвищилася на таку ж величину, як і його власна. Він висунув гіпотезу, що чорна шкіра певним чином захищає від сонячних опіків [4].

Докази того, що УФ-промені можуть бути шкідливими для людей, спочатку надійшли від вчених, які працювали з дуговими лампами (1843, Fizeau та Foucault -повідомлення про проблеми з очима після експерименту з вугільною дугою лампою, і підозра, що це викликано «хімічними променями»; 1859, Charcot – констатація того, що дугові лампи викликають опіки шкіри і, що це пов'язано з «хімічними променями»; 1889, Maklakoff - повідомлення, що зварювальники відчувають подразнення очей і шкіри впродовж кількох годин після впливу зварювальних дуг високої інтенсивності, констатація прогресування наслідків, включаючи гострі грипоподібні симптоми, еритему, біль і затримку пігментації). У 1889 Widmark опублікував свої дослідження, які підтвердили, що УФ-промені від дугових ламп відповідальні за опіки шкіри, де показав, що опіки викликаються «хімічними променями»

вугільної дугової лампи, що проходять через призму і фільтруються через воду для видалення теплових променів. Крім того, опіків можна було уникнути, якщо світло лампи фільтрувалося крізь віконне скло, що вказувало на те, що головними винуватцями були промені коротші за 320 нм. Ці результати були розширені в 1891 Hammer, який виявив чіткі відмінності між сонячними опіками, викликаними хімічними та тепловими променями. Він показав, що теплові промені викликають почервоніння шкіри, яке з'являється швидко і зникає незабаром після впливу (впродовж хвилин), а «хімічні промені» - викликають почервоніння, яке з'явилося через кілька годин, є постійним і супроводжується десквамацією (втратою шкіри) і, зрештою, посиленням пігментації. Ці результати були підтверджені Hausser та Vahle у 1927, і вони ж вперше визначили детальні спектри відповідальні за утворення еритеми та пігментацію.

Ряд дослідників задокументували зміни в шкірі, пов'язані з «хімічними променями» сонячного світла (1885, Unna - встановлено, що шкіра, піддана впливу сонця, товща і демонструє посилене кератинування, 1894 - УФ і, можливо, фіолетово-блакитні промені сонячного світла відповідальні за збільшення товщини шкіри, пігментацію та рак шкіри у моряків; 1890–1892 Berliner та Wolters – «хімічні промені» є причиною сонячних опіків, пігментної ксеродерми; 1896, Dubreuilh – констатував, що люди, які працюють на природі (у сільській місцевості), були більш схильні до раку шкіри, ніж ті, хто працює в приміщеннях (міських)) [5].

Кінцева картина шкідливості УФВ була сформована лише впродовж ХХ століття. Цьому сприяли експериментальні дослідження з використанням тварин і мікроорганізмів, створення ряду установ, які виступали за підтримку досліджень, пов'язаних зі здоров'ям і активно фінансували дослідження, які вивчали патологічний вплив УФВ, аналіз епідеміологічних даних, який вказував на кореляцію між раком шкіри та надмірним впливом сонячного світла.

Використання світла в діагностичних цілях було ініційоване у 1868 Richardson. Використовуючи різні джерела світла, зокрема магнієву дугову лампу, він показав, що світло пропускається через прозоріші структури живих і мертвих тіл. Поглинання світла внутрішніми структурами дозволило йому розглянути нечіткі обриси кісток кисті і стопи, а також структури щоки, шиї, грудей і живота. Були помітні навіть пульсації в кровоносних судинах, хоча самі судини були нечіткими. У надзвичайно виснаженого молодого суб'єкта серцебиття було помітно, хоча рухів серцевих клапанів не було. У 1870 Nicholson зміг розглянути внутрішні органи людського тіла за допомогою кальцієвої лампи, а у 1898 році Gebhard використав

дугову лампу, щоб показати, що світло може проникати в тіло людини. У 1901 Darbois продемонстрував, що шматочок фотопаперу, поміщений між двома предметними скельцями і вставлений в ротову порожнину, а потім опромінений дуговою лампою через щоку, почорнів через 1 хв. [2]. Проте, незважаючи на ці успіхи, відкриття рентгенівського випромінювання у 1895 та його неймовірна роздільна здатність відвернули увагу від світла як діагностичного інструменту. Однак інтерес знову відновився наприкінці ХХ-го століття з винаходом методу оптичної когерентної томографії [6].

Відкриття УФВ та його впливу на живі організми було поступовим процесом, який залучав хіміків, фізиків та біологів. Коли стало зрозуміло, що УФВ є компонентом сонячного світла, виникла велика зацікавленість у тому, чи може воно бути відповідальним за деякі ефекти сонячного світла на живі організми. Сукупні дані на сьогодні вказують на те, що УФВ має як сприятливі, так і шкідливі ефекти залежно від типу організму, довжини хвилі випромінювання (UVA, UVB або UVC) та дози опромінення (інтенсивність × тривалість). Біологічні дані наразі узгоджуються з наступними загальними твердженнями: високі дози або UVC, UVB або UVA-випромінювання шкідливі для всіх живих організмів. У випадку UVC і UVB причиною є пряме пошкодження нуклеїнових кислот і білків, максимум поглинання яких лежить у цих ділянках спектру, що може призвести до генетичної мутації або загибелі клітин. Механізм, що лежить в основі пошкодження UVA, недостатньо зрозумілий, але, ймовірно, він включає генерацію активних молекул кисню, які можуть пошкодити багато різних компонентів клітин, включаючи нуклеїнові кислоти та білки, саме тому дослідження тривають.

Список використаних джерел

1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=uv+radiation&filter=dates.1900%2F1%2F1-2022%2F1%2F1>.
2. A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms Hockberger P.E. A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms *Photochemistry and Photobiology*, 2002, 76(6): 561–579. DOI: 10.1562/0031-8655(2002)0760561AHOUPF2.0.CO2
3. Rajakumar K., Greenspan S.L., Thomas S.B., Holick M.F.: SOLAR ultraviolet radiation and vitamin D: a historical perspective. *Am J Public Health* 97: 1746-1754, 2007. DOI: 10.2105/AJPH.2006.091736.
4. Holick M.F., Jung E.G., Holick M.F.: Biologic effects of light: historical and new perspectives. In: Holick M.F., Jung E.G. (eds.) *Biologic Effects of Light*. Boston: *Kluwer Academic Publishers* 11-32, 1999.
5. Michael R. Albert, and Kristen G. Ostheimer (2002) The evolution of current medical and popular attitudes toward ultraviolet light exposure: Part 1. *J. Am. Acad. Dermatol.* 47(6), 930-937. DOI: 10.1067/mjd.2002.127254
6. Huang, D., E. A. Swanson, C. P. Lin, J. S. Schuman, W. G. Stinson, W. Chang, M. R. Hee, T. Flotte, K. Gregory, C. A. Puliafito and J. G. Fujimoto (1991) Optical coherence tomography. *Science*. 254, 1178–1181. doi: 10.1126/science.1957169.

Семенова Л.С., Романюта І.А.

Історія біостатистики, внесок вітчизняних вчених в її розвиток

Дніпровський державний медичний університет, м.Дніпро, Україна

302_04@dmu.edu.ua

Біологічна статистика, біометрія – це розділ математичної статистики для обробки результатів біологічних експериментів. За допомогою біометрії, в основі якої лежить теорія імовірностей, дається точна характеристика значення ознаки, яка вивчається, та її мінливості, встановлюється вірогідність подібності або відмінності цієї ознаки в двох чи кількох групах особин, встановлюється ступінь залежності зміни одних ознак від зміни інших. Біометрія широко застосовується при вивченні різних теоретичних та практичних питань медицини, біології, рослинництва і тваринництва.

Основи біометрії заклав бельгійський антрополог і статист А. Кетле (1796–1874). Створення ж математичного апарату даної науки належать англійській школі біометрів ХІХ століття, на чолі якої стояли двоюрідний брат Дарвіна Ф. Гальтон (1822–1911) та його учень Карл Пірсон (1857–1936). Власне Гальтон і ввів термін «біометрія» в 1889 році.

Значний вклад в розвиток біометрії здійснив англійський ботанік Рональд Фішер, який працював у 1910–1914 роках на агробіологічній станції поблизу Лондона. Рональд Фішер підготував класичну працю «Статистичні методи для дослідників», яка була видана в 1925 році в Единбурзі [1].

В Україні розвиток біометрії почався з 30-х років ХХ століття. У 1934 році був створений статистичний відділ в Українському демографічному інституті. В ці ж роки були підготовлені перші підручники, в яких були відображені методи біометрії. Авторами стали українські вчені А. Мерков, Л. Абрамович, М. Камінський та інші [2].

Вагомий внесок в розвиток біометрії в Україні, особливо в формування її як предмету викладання у вищій школі, зроблено проф. О.Г. Процек, проф. А.Р. Уваренко, проф. В.М. Пономаренко.

На сучасному етапі значну роботу в удосконаленні викладання біометрії в медичних університетах здійснюють акад.НАМН України, проф. Ю.В. Вороненко, проф. В.М. Лехан, проф. Т.С. Грузева та багато інших. Вони є авторами підручників, навчальних посібників, монографій, що сприяє розвитку біометрії, як наукової галузі та навчальної дисципліни, знання якої необхідні кожному медичному фахівцю [3,4].

Список використаних джерел:

1. Калінін М. І., Єлісеєв В. В. Біометрія: Підручник для студентів вузів біологічних і екологічних напрямків. — Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2000. — 204 с.
2. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я Під. заг. ред. Ю.В.Вороненка, В.Ф.Москаленка.- Тернопіль:Укрмедкнига,2000.-680с.
3. Біостатистика: підручник [Грузева Т.С., Лехан В.М.,Огнев В.А. та ін.];за заг. ред.Грузевої Т.С.- Вінниця: Нова Книга,2020.-384с.
4. Професори Дніпропетровської медичної академії 1916-2019рр. Бібліографічний довідник професорів ДМА. За загальною редакцією Т.О.Перцевої, В.Й.Мамчура.- Дніпро: «Пороги»,2020.-576с.

Чалий О.В.

Класифікація Річарда Фейнмана та перші принципи вивчення природних явищ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

avchalyi7@gmail.com

Перші принципи природи були сформульовані видатним фізиком, лауреатом Нобелівської премії з фізики за 1965 рік Річардом Фейнманом у відомих «Фейнманівських лекціях з фізики» [1] За «Класифікацією Річарда Фейнмана 3-х етапів вивчення природних явищ» [2] існує три етапи вивчення природних явищ:

1-й експериментальний етап – спостереження та отримання експериментальних даних;

2 теоретичний етап – створення теорії, яка описує експериментальні дані;

3-й етап є найважливішим і потребує формулювання основного закону або так званого «першого принципу», що лежить в основі тієї теорії, яка пояснює наявні експериментальні дані.

Підкреслюючи значення 3-го етапу для глибокого розуміння і пояснення головних причини природних процесів, Фейнман використав такі слова: «...реальна слава науки полягає в тому, що ми можемо знайти такий спосіб мислення, щоб зробити закон очевидним».

Як приклад, який ілюструє вивчення певного природного явища на рівні всіх зазначених вище трьох етапів, Фейнман розглядає явище заломлення світла [1]. Початок 1-го етапу вивчення цього явища був пов'язаний з дослідженнями давньогрецького ученого Клавдія Птолемея, який біля 140 року нашої ери експериментально встановив зв'язок між кутами падіння і заломлення світла на межі розділу повітря-вода. На 2-му етапі голандський фізик Снелл отримав у 1621 році добре відому теоретичну формулу для закону заломлення світла, яка пов'язує відношення синусів цих кутів з показником заломлення води відносно

повітря. І, нарешті, на 3-му етапі французький математик, фізик та юрист П'єр де Ферма сформулював у 1662 році перший принцип, який носить зараз його ім'я «Принцип Ферма найменшого часу», відповідно до якого промінь світла обирає таку траєкторію між двома точками, для переміщення вздовж якої потрібний мінімальний час.

Зауважимо також, що перші принципи природи, які пояснюють існування загальновідомих законів збереження енергії, імпульсу та моменту імпульса, зумовлені їхніми зв'язками з симетрійними властивостями простору і часу. Виявляється, що закон збереження енергії є прямим наслідком принципу однорідності часу, закон збереження імпульсу – прямим наслідком принципу однорідності простору, а закон збереження моменту імпульса – прямим наслідком принципу ізотропності простору. Ці зв'язки були відкриті математиком Еммі Ньотер в її «теоремі Ньотер» та послідовно доведені лауреатом Нобелівської премії 1962 року з фізики, видатним фізиком Левом Ландау та його співавтором, академіком Євгеном Ліфшицем в 1-му томі «Механіка» класичного курсу теоретичної фізики.

У 2014 році Джон О'Кіф, Мей-Брітт Мозер та Едвард Мозер Тепер отримали Нобелівську премію з фізіології або медицини «за відкриття клітин, які створюють систему позиціонування в мозку» [3]. Для пояснення появи клітинної сітки в мозку (grid cells in the brain), Едвард Мозер запропонував використати якісну аналогію, яка виникає між цим нейрофізіологічним утворенням та вихровими структурами в надпровідниках, відкритими Олексієм Абрикосовим, лауреатом Нобелівської премії з фізики 2003 року [4].

Розглянемо перший принцип появи гексагональних структур з точки зору «Класифікації Річарда Фейнмана» (див. кількісний опис виникнення гексагонів та відповідні посилання в статті [2]). Він дає можливість надати інше пояснення появи гексагональної сітки, аніж ідея певної подібності двох систем: (а) клітинної сітки в мозку людини і тварини, а також (б) вихорів Абрикосова, які виникають в надпровідниках другого роду в магнітному полі.

Основною ідеєю наших досліджень є використання синергетичної підходу [5-7] для більш глибокого розуміння процесу утворення гексагонів поблизу біфуркаційних (критичних) точок у різних об'єктах живої та неживої природи. Система клітинної сітки в мозку виявляється синергетично подібною (ізоморфною) до біохімічно реагуючої системи зі скалярним параметром порядку, яким є ступінь повноти (координата) реакції, а спряженої (в термодинамічному сенсі) величиною – спорідненість реакції. Такий підхід дозволяє перенести теоретичні результати Германа Хакена для вивчення фізичної системи комірок Бенара [5] на нейрофізіологічну систему клітинної сітки. В результаті послідовного використання потужних і добре апробованих методів флуктуаційної теорії фазових переходів,

зокрема концепції класів універсальності, яка дозволяє сформулювати основні умови схожої поведінки систем різної природи поблизу їх біфуркаційних (критичних) точок [8], вдається отримати універсальний перший принцип з точки зору «Класифікації Річарда Фейнмана», котрий пояснює появу гексагональних структур у мозку людини і тварини, як прояв нелінійної взаємодії флуктуацій відповідних параметрів порядку в живій та неживій природі.

Список використаних джерел

1. Feynman RP, Leighton RB, Sands M. (2013) The Feynman Lectures on Physics, vol. 1, Chapter 26, California Institute of Technology; <http://www.feynmanlectures.caltech.edu>
2. Chalyi AV (2021) J. Molecular Liquids, 329: 114248.
3. O'Keefe J, Moser M-B, Moser EI (2014) The Nobel Prize in Physiology or Medicine. Nobel Prize. org. Nobel Media AB 2020; <http://nobelprize.org/prizes/medicine/2014/summery>.
4. Abrikosov AA (1957) Sov. J. Exp. Theor. Phys. 5: 1174.
5. Haken H. (1978) Synergetics. An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
6. Чалий ОВ (2000) Синергетичні принципи освіти та науки. Київ: Академія педагогічних наук України, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця.
7. Чалий ОВ (2021) а) Синергетика, б) Синергетичний підхід в освіті / Довідкове видання «Енциклопедія освіти». За ред. В.Г. Кременя, 2-е вид., Київ: Юрінком Інтер.
8. Chalyi AV, Bulavin LA, Chekhun VF, Chalyu KA, Chernenko LM, Vasilev AN, Zaitseva EV, Khrapichuk GV, Severin AV, Kovalenko MV (2013) Condensed Matter Physics, 16: 23008.

Шафранюк В.П.

Історичні наукові здобутки українських вчених-фізиків як засіб формування почуття національної гідності

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

shafranyuk.v@bsmu.edu.ua

Потужним та дієвим методом національно-патріотичного виховання в студентів може слугувати знайомство з долею таких українських вчених-фізиків, як Остап Стасів, Іван Пулюй, Жорж Шарпак, Олександр Смакула та інших. Народжені в Україні, ці фізики, на жаль, змушені були стати відомими за межами рідної батьківщини і довгий час залишалися забутими.

Відродження імен забутих українських вчених-фізиків на заняттях з основ біологічної фізики та медичної апаратури є одним із ефективних способів формування почуття національної гордості, патріотизму, про його наукові здобутки та досягнення в рамках

фізичної науки. Вивчаючи історичні наукові здобутки українських учених, можемо водночас поглиблювати знання українознавчого характеру.

Доцільно ознайомлювати студентів з науковими здобутками українців-фізиків, які в силу різних обставин змушені були творити науку далеко за межами України, які досягли великих успіхів у фізиці. Такі вчені довгий час були забуті, їхні праці були заборонені.

На лекційних та практичних заняттях з основ біологічної фізики та медичної апаратури вивчаються досягнення українських фізиків, зосереджується увага на тому, що саме українці здійснили значні відкриття. Наприклад, під час вивчення теми «Рентгенівське випромінювання» наголошується, що Іван Пулюй – винахідник рентгенівського випромінювання. Варто розповісти студентам про дослідження Іваном Пулюєм природи катодних та X-променів, розробку газорозрядних ламп, досягнення в області теоретичної та практичної електротехніки. Варто також згадати, що Іван Пулюй був щирим патріотом, вірним сином України. І дуже несправедливим є той факт, що довгий час його ім'я було майже не відомим в Україні.

Остап Стасів – кристалофізик, який вперше одержав зріджений водень та гелій. Нелегка доля професора Остапа Стасіва наче віддзеркалює долю української інтелігенції у ХХ столітті. Ця трагічна історія ученого-фізика повинна нас навчити цінувати власну державність.

Жорж Шарпак – лауреат Нобелівської премії, отриманої за створення багатоканальних детекторів елементарних частинок, так званих «камер Шарпака», а також нагороджений премією Рікарда – за сприяння розвитку медицини. Жорж Шарпак багато разів повторював, що Україна завжди в його серці, навіть коли він дуже далеко від неї.

Олександр Смакула – винахідник антирефлексійного покриття лінз, єдиний з українців професор Массачусетського інституту технологій. Попри те, що вчений більше сорока років не був на рідній землі, Олександр Смакула любив свою Україну понад усе. Для того щоб не втрачати зв'язку з рідною домівкою, професор у власному будинку в Бостоні облаштував окрему українську кімнату, де були зібрані колекції українських вишивок, сувенірів, сформована бібліотека літератури з української історії. Також Олександр Смакула завжди підтримував тісні зв'язки з українською діаспорою у США. Олександр Смакула був дійсним членом наукового товариства ім. Тараса Шевченка, почесним членом товариства Українських Інженерів в Америці та інших наукових товариств. Він багато допомагав своїм землякам-науковцям. Протягом довгих років життя за кордоном учений мріяв побачити Україну.

Отже, сучасне вивчення основ біологічної фізики та медичної апаратури, зокрема історичних наукових здобутків українських учених-фізиків, імена яких були довго забуті, має потужні засоби для цілісного формування в молоді системи ціннісних орієнтирів, світоглядної позиції, в тому числі і патріотичної.

УДК378.147.016:577.3:61

Шинкура Л.М., Шинкура В.М.

Вклад М.М.Амосова в розвиток вітчизняної біокібернетики та необхідність використання методів історизму в навчальному процесі

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

Анотація. Формування мотивації студентів до вивчення таких дисциплін, як медична та біологічна фізика та біофізика та медична апаратура є складним процесом і використання методів історизму допомагає в цьому. Знайомство з історією становлення і розвитку медичної науки дає змогу студентам прослідкувати напрямок розвитку наукових ідей – від теорії, тобто емпіричних досліджень, їх обґрунтування через проведення експериментів і подальшого практичного використання у діагностиці та лікуванні. Отже студенти аналізують історію виникнення тих чи інших медичних гіпотез: від синтезу та аналізу досліджень та теоретичного матеріалу до безпосереднього використання наукових моделей у лікуванні. Це формує потужну мотивацію для визначення напряму, в якому захочуть працювати і професійно зростати молоді науковці.

Ключові слова: біокібернетика, штучний інтелект, кардіохірургія

Вже кілька десятиліть дослідники сперечаються щодо визначення області знань, яка зветься штучним інтелектом. Проте глобальною метою досліджень та розробок тут визнано створення штучних систем, що виявляють інтелектуальну поведінку. Значний внесок у розвиток систем штучного інтелекту зробили М.М.Амосов, В.М.Глушков, О.Г.Івахненко, Л.А.Калужнін, О.І.Кухтенко, В.І.Скурихін та інші українські вчені.

Назавжди в історію розвитку вітчизняної медичної науки увійшов такий великий спеціаліст як Микола Михайлович Амосов. Вивчаючи життєвий шлях талановитого вченого, кардіохірурга, торакального хірурга Миколи Амосова можна зробити висновки про становлення і розвиток вітчизняної медичної науки. У студентів спеціальності «медicina», «медсестринство» формується власне наукове мислення, що в свою чергу може впливати на

появу креативних підходів до розв'язування різноманітних проблем в майбутній професійній діяльності. Це безперечно виховує особистість, покращує відповідальність, самоосвіту та самовдосконалення.

Вважаємо, що корисно використовувати історичну інформацію при викладанні студентам спеціальностей «медицина» та «медсестринство» таких дисциплін як медична та біологічна фізика та біофізика та медична апаратура з метою як національного виховання, формування почуття національної гідності, так і збільшення мотивації до навчання, до формування різноманітних професійних компетентностей, до появи бажання бути всебічно розвинутою особистістю.

Якщо зосередитись на вивченні життєвого шляху і становлення саме М.Амосова, то можна сказати що майбутнє медичної науки кардіохірург пов'язував саме із досягненнями природничих наук: математики, кібернетики, біології, хімії, фізики. На його думку саме розвиток біокібернетики поставить медицину у ряд із точними науками. Медицина майбутнього на думку М. Амосова буде базуватись на штучному регулюванні людського організму, у приведенні стану здоров'я організму людини у відповідність із програмою нормального стану, заданого природою. М.Амосов, маючи технічні знання вірив у появу штучного розуму. Він описував світ у математично чітких моделях, втішаючись красою довершених формулювань. Під керівництвом кардіохірурга була побудована біокібернетична модель “внутрішнього середовища організму”, вивчалась на електронно-обчислювальних машинах, які на той момент існували, модель соціально-психологічних механізмів поведінки людини, деяких психічних функцій. Науковці відділу біокібернетики у інституті, який очолював М.Амосов проводили фундаментальні дослідження систем саморегуляції серця і працювали над розробкою питань машинної діагностики хвороб серця. Завдяки нетрадиційності підходу до лікування, новаторським медичним поглядам Микола Михайлович Амосов отримав широке визнання у нас в країні і за кордоном. Він є автором 19 монографій, понад 400 наукових робіт. Деякі його роботи перевидані за кордоном, його ідеями користуються і дотепер. У 1973 році він отримав звання Героя Соцпраці. У 1978 році за дослідження в області біокібернетики разом із відділом свого інститута Микола Михайлович був удостоєний Державної премії УРСР.

Така цікавість і обізнаність вченого пов'язана із тим, що він мав і медичну і технічну освіти. Життєвий шлях вченого не був легким. Він жив у неповній сім'ї, його виховувала мати, яка працювала акушеркою. Дуже багато читав, читав все підряд, буквально «ковтав» книжки. Коли закінчив механічний технікум і пропрацював деякий час на заводі, поступив на навчання

і у 1939 році з відзнакою закінчив Архангельський медичний інститут а у 1940 році – Всесоюзний заочний індустріальний інститут. Отримані технічні навички йому стали у нагоді пізніше при розробці унікальної медичної апаратури, завдяки якій стали можливі прориви в хірургії.

Під час Другої світової війни М. Амосов працював хірургом військово-польового пересувного шпиталю. Разом із колегами військовими хірургами він прооперував понад сорок тисяч поранених за всі роки війни. У 1974 році він написав повість «ППГ-2266, або Записки військового хірурга», де згадує як намагались допомогти пораненим і врятувати якомога більше життів. «За всю війну мені не довелося бути свідком помітних, ефектних героїчних вчинків. Але я бачив інший, повсякденний, щогодинний героїзм, бачив масову мужність», - саме так згадував він своїх колег – військових хірургів по шпиталю. В моменти коли багато поранених помирало на операційному столі, або після проведених операцій М.Амосов розчаровувався в медицині, хотів все кинути і рвався на передову. А після випадку, коли поранений загинув від проведеної Амосовим невдалої анестезії (у бійця була непереносимість новокаїну), Микола Михайлович зовсім прийшов в розпач і збирався накласти на себе руки за допомогою декількох ампул морфію. Всі професійні невдачі глибоко переживав, все приймав дуже близько до серця.

Навіть на війні він знаходив час на науку. М.Амосовим були розроблені нові методи лікування поранень грудної клітки, також вчений винайшов новий вид операції на суглобах для хворих із сепсисом, завдяки чому з'явилась можливість допомагати більшій кількості хворих. У 1943 році він хотів захистити дисертацію по цій темі, але роботу не прийняли по причині, що вона була написана від руки. За час війни М. Амосов написав декілька наукових статей з різних тем військово-польової хірургії. До кінця війни працював на Далекому Сході, потім переїхав у Москву, на роботу у Міністерство медичної промисловості, де зміг втілити у життя багато своїх розробок, завдяки своєму технічному таланту хірурга[1] .

В його житті також присутня сторінка, коли він прийняв пропозицію С. Юдіна і пропрацював, правда недовго, у науково-дослідному інституті ім. Н.В. Скліфосовського, де застосував свої таланти інженера: лагодив медичну апаратуру в операційній, налаштував спеціальну діагностичну апаратуру. Після арешту головного лікаря цього інституту С.Юдіна по звинуваченню у шпигунстві в 1948 році Амосов переїхав і влаштувався в Брянську обласну лікарню. Його наукові дослідження як торакального хірурга в той період часу є величезними: він розробив нові підходи до резекції легенів – при туберкульозі, раку і абсцесах. Такі операції на той період часу до нього ніхто не робив [2].

У 1953 році Микола Михайлович захистив докторську дисертацію.

Справжній прорив у кардіохірургії Амосов зробив, коли почав спеціалізуватись саме на операціях на серці. Перші спроби допомогти дітям з важкими вадами серця були зроблені їм у 1955 році. Він намагався допомогти кожній хворій дитині. У 1957 році на конгресі хірургів у Мексиці М.Амосов був на демонстрації операції на серці разом із колегами академіками Вишневським і Петровським. Операцію на серці проводили з використанням апарату штучного кровообігу. Вражений технічними можливостями побаченого М.Амосов побіг в аптеку купувати на відрядні 30 доларів пластикові трубки, з яких він пізніше спорудив власний апарат. Цей факт водночас вражає та заворожує самовідданістю своєї справі [3].

У 1960 році була проведена перша вдала операція за допомогою зробленого М.Амосовим апарату штучного кровообігу. А в 1962 році він придумав і застосував при таких операціях особливі штучні клапани для серця і отримав Ленінську премію. Він був обраний членом-кореспондентом відділу в інституті. Під керівництвом Миколи Михайловича проведені фундаментальні дослідження систем саморегулювання серця. У створеному ним інституті підготовлено 40 докторів і понад 150 кандидатів наук, багато хто з яких очолює великі наукові центри. М. М. Амосов був членом президії правління Українського суспільства хірургів і кардіологів Міжнародної асоціації хірургів і кардіологів, Міжнародної асоціації хірургів і Міжнародного товариства серцево-судинних хірургів, Міжнародного товариства медичної кібернетики, Наукової ради з кібернетики України, членом редколегії, редакційних рад низки вітчизняних і зарубіжних журналів. [4]

Микола Михайлович Амосов - хірург-кардіолог, письменник, автор новаторських методик в кардіології, автор дискусійних робіт з геронтології, проблем штучного інтелекту і раціонального планування суспільного життя всім своїм життям може бути прикладом для майбутніх медиків, може мотивувати до навчання та самовдосконалення на протязі всього життя.

Про своє життя Микола Михайлович писав: «Якби можна почати жити спочатку - я обрав би те ж саме: хірургію і на додаток - мудрування над «вічними питаннями» філософії: істина, розум, людина, суспільство, майбутнє людства». Амосов продовжував хірургічну практику до похилого віку, Свою останню операцію він провів, коли йому було за вісімдесят [5].

Отже, використання методів історизму при викладанні студентам спеціальностей «медицина» та «медсестринство» таких дисциплін як медична та біологічна фізика та

біофізика та медична апаратура є перспективним для покращення мотивації студентів до навчання і потребує подальших досліджень у цьому напрямку.

Список використаних джерел

1. Бірюкова Т.В., Шинкура Л.М. Застосування методів історизму при формуванні професійних компетентностей студентів-медиків. Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки., 2 (18) 2019 р. С.153 – 160.
2. Белова І Передумови виникнення штучного інтелекту. Національна науково - практична конференція. Тернопіль, с. 18-20.
URL:
http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/36491/1/%d0%91%d0%b5%d0%bb%d0%be%d0%b2%d0%b0%20_%d1%80%d0%b8%d0%bd%d0%b0.pdf
3. Роль історизму при вивченні фізики . Квітень 2019. – URL: <https://vsosvita.ua/library/posibnik-rol-istorizmu-pri-vivcenni-fiziki-117003.html>
4. Сердюк А.М. М.М.Амосов – хірургія була моїм стражданням і щастям. – URL:
<https://cyberleninka.ru/article/n/amosov-m-m-hirurgiya-bula-moyim-strazhdanyam-i-schastyam>
5. Микола Амосов – цікаві факти [Електронний ресурс] // Довідник цікавих фактів та корисних знань. – 2019. – дата доступу. – URL: <http://dovidka.biz.ua/mikola-amosov-tsikavi-fakti/>.

НОВІТНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (В Т.Ч. ДИСТАНЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ) У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ МЕДИЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ФАХІВЦІВ

Bulyk R.Ye., Vlasova K.V., Obradovych A.S.

Gamification in Practical Classes for the Purpose of the Actualization of Students' Basic Knowledge

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

bulyk@bsmu.edu.ua, cathia143@bsmu.edu.ua, obradovych.a@bsmu.edu.ua

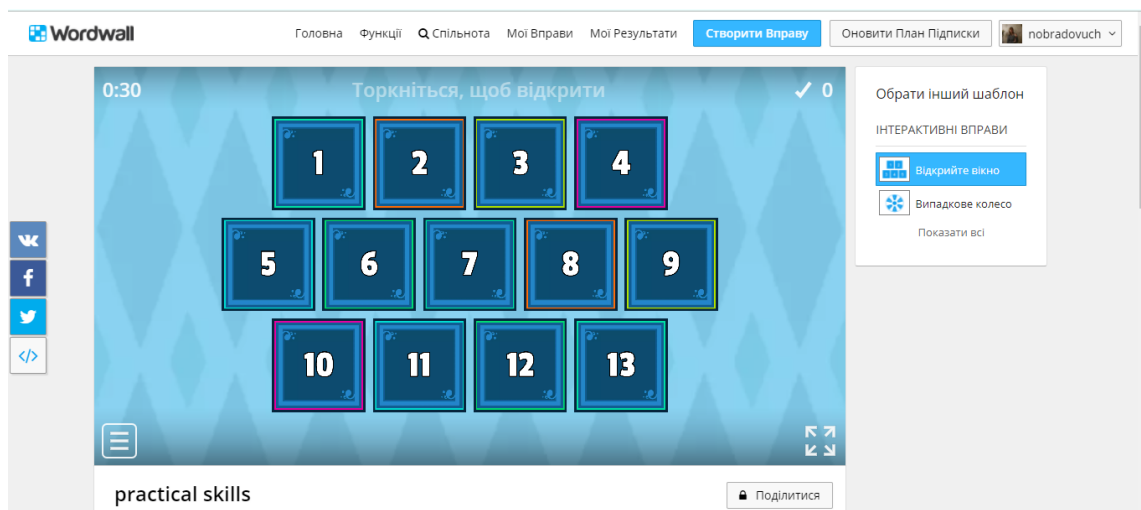
The educational process today is characterized by the modernization of the learning process. Its improvement and increase in its efficiency require the use of innovative technologies. The use of modern pedagogical methods during the educational process allows to diversify the form of practical classes, increase creative activity and actualize the basic knowledge of students. One of such technologies is gamification.

Gamification is the use of game elements as a system of motivating students to learn. There are many online resources available today that simplify the process of creating a game. The use of such services also creates an opportunity to use this format of training not only in full-fledged practical training, but also in conditions of distance learning [1].

One of such services is Wordwall. It is a versatile tool that allows you to create interactive exercises based on standard templates that can be easily reproduced on any device that has an access to the Internet: on a computer, tablet, phone or interactive whiteboard. The resource allows you to use the existing versions of games or to start creating them from scratch. The advantage is not only the creation of online versions of games, but also their download in PDF format without an access to the Internet. Game exercises can be used as a reinforcement simulator or as learning tasks on an interactive whiteboard.

The interface of the site is convenient and clear. To create your work, you need to click "Create Exercise", select a template and upload the necessary materials. The service offers a large list of various game formats that will be interesting during learning.

For example, the use of the template "Open the box" (pic. 1) allows students to choose questions on a random basis.



Pic. 1 "Open the box" template interface

The advantage is that while creating the game you can change the template and choose the theme, i.e the appearance of the exercise. This allows the teacher to choose the most effective format of communication with each group.

Thus, gamification, in particular the use of the Wordwall service, is a modern tool of drawing students' interest and diversification of practical classes, which helps with realization and systematizing of the basic knowledge.

References

1. Захарова О.В., Грузд А.В. Підвищення якості послуг вищої освіти за допомогою гейміфікації. *Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки*. 2017. № 32. С. 113-122.

UDC : 378.147.091.31:577.1:61

Davydova N.V.

Features of Distance Learning of Bioorganic and Biological Chemistry in Higher Medical Educational Establishments

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

davydova.nataliia@bsmu.edu.ua

Abstract. The application of modern methodology and techniques in practical classes for getting integrated and professional competences during studying of bioorganic and biological chemistry in higher medical educational establishments is discussed.

Key words: bioorganic and biological chemistry, distance education, competencies, methodological techniques.

Facing the challenges of the modern world, it is relevant to search for new educational programs and achieve new quality level of professional education which meets the requirements of modern society [3]. Today, the main task of higher education is to train not just a specialist, but a professional person capable of constant self-development and self-learning, ready for research activities and participation in various projects [1]. Interactive online teaching methods are relevant nowadays and include implementation, and management of educational activities, which make students equal and interested in the educational process. The purpose of these methods is to maximize students' cognitive needs and abilities, and finally to speed up the educational progress [2].

The staff of bioorganic and biological chemistry and clinical biochemistry department of Bukovinian State Medical University actively implements new interactive and active teaching methods based on innovative teaching technologies. The staff of the department has prepared full set of educational and methodological materials for students which includes syllabubs, set of lectures, detailed methodological recommendations for practical classes, including the algorithm for preparing for the classes and laboratory test, set of clinical cases to solve, multiple-choice questions, biochemical vocabulary. All these materials are available printed and online in Moodle.

Moodle has become one of main tool to host e-learning materials for students. It offers a wide range of features to provide the educational process in case of both offline and online study, as well as a variety of ways to present educational material, check knowledge and educational progress [4]. The positive aspect of the platform is its flexibility, possibility to be constantly updated and corrected [5].

A specific feature of bioorganic and biological chemistry and clinical biochemistry department in the methodological aspect is presenting the educational materials in such a way that even the most complex biochemical process looks simple, logical, without missing its most important details, highlighting the main things that are necessary for understanding the topic. Many topics are presented to students using diagrams, drawings, tables, in the form of presentations and videos. The staff of the department uses a variety of forms and methods to ensure the attention and interest of students during practical classes and lectures, for example, interactive classes using SMART Board and Smart Lab interactive application of SMART Learning Suite software which masters new forms of offline and online classroom training, provides assessing students' achievements [6].

A great range of opportunities for activating the cognitive abilities of students is provided by practical classes where besides the traditional approach the teachers implement interactive forms such as small-group discussion, brainstorming, project-based learning, and cooperative learning [3]. These

technics are revealed to be the most efficient in discussing certain clinical cases which need biochemical diagnostics and interpretation of laboratory tests results. The use of such methods increases students' sociability, logical thinking, and clarity in setting specific tasks. The small-group discussion is an active form of learning, involving the interaction of students in the dialogue mode. It is focused not only on the interaction between students and teacher, but also on active communication with each other, promotes consolidation of already studied material, comprehension of new one, formation of research skills and public speaking skills. It is especially effectively realized in topics "[Methods of molecular-genetic investigations]" "Biochemistry of aging".

The department of bioorganic and biological chemistry and clinical biochemistry of BSMU annually holds an Olympiad on biochemistry for Ukrainian students as well as for international students, which includes written test on some biochemical problems which need deep integration with other topics, solving clinical cases, biochemical crosswords, quizzes, writing the biochemical integrated sequential pathways. Students who show the best results in the olympiad are rewarded with additional points to their educational progress.

The workbook is a modern, multifunctional educational tool which performs teaching, information, communication and reflective functions. The staff of our department has published a workbook on bioorganic chemistry which includes instructions and algorithms for performing the laboratory practice, special forms for filling in the chemical reactions and obtained results, making the conclusions, control questions, and references.

Implementation of distance learning has given priority to the publishing of electronic textbooks over printed ones. E-textbooks have many advantages like possibility to add multimedia content, interactive links, online availability for students, and absence of printing costs. The staff of bioorganic and biological chemistry and clinical biochemistry department has published seven e-textbooks on different chapters of biochemistry: "Bioorganic chemistry", "Fundamentals of enzymology", "Functional biochemistry", "MCQ in biochemistry", "Biochemistry. Practical manual" and others.

Distance education makes difficulty in getting practical skills, since the main educational technology in biochemistry is a laboratory workshop, where students perform the laboratory test experiment within the framework of studied topic [1]. Making educational videos let students master the necessary professional competencies of a specialist. The video materials provide an opportunity for students to follow all the steps the laboratory test procedure, get certain result and make correspondent conclusions like it usually occurs in offline practical classes. All videos in the e-manual are grouped according to the curriculum. Subtitles describe all the steps in details, and at the end of

each video the corresponding chemical reactions and explanation of the chemical properties of individual bioorganic compounds are given.

Thus, based on the above mentioned the implementation of distance learning needs application of modern educational methods which successfully optimizes teaching of bioorganic and biological chemistry in medical universities.

References

1. Costabile M. Using online simulations to teach biochemistry laboratory content during COVID-19. *Biochem Mol Biol Educ.* 2020; 48: 509-10.
2. Black PN. A revolution in biochemistry and molecular biology education informed by basic research to meet the demands of 21st century career paths. *Journal of Biological Chemistry.* 2020; 295(31):10653-61.
3. Golemi SB. Implementation of the systemic approach in teaching and learning biochemistry in Albania. *AJCE.* 2017; 7(3): 98-117.
4. Lobach N., Isychko L., Dymar N., Vakaliuk I., Yuryk O., Bokova S. Moodle innovation learning technology for medical education: from theory to practice. *Journal of Pharmaceutical Research International.* 2021; 33(59A): 245-260.
5. Saxena P., Parekh A. Moodle: a tool for self- directed learning in first year medical students. *International Journal of Medical Science and Education.* 2018; 31(4): 136-143.
6. Volodarets S, Chernousova N, Peleshenko H, Maslak H, Savchenko A, Netronina O. Using e-learning tools in biochemistry teaching for undergraduate medical students in multicultural environment in Ukraine during COVID-19 crisis. *Biochem Mol Biol Educ.* 2022; 50(3): 290-95.

UDC 372.851:378.4

Fediv V.I., Olar O.I., Ivanchuk M.A., Biriukova T.V.

The importance of mathematical education for future doctors

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

olena.olar@bsmu.edu.ua

Abstract. The importance of the role of mathematics in medical education is considered in the work. It is shown that knowledge in various branches of mathematics is necessary for future doctors and pharmacists for understanding of medical processes, making correct diagnosis, and undertaking of scientific medical researches.

Key words. medical education, mathematics, high school

Introduction. The question if mathematics is needed for the future specialist in the field of medical and pharmaceutical sciences always faces applicants for the education of these areas.

Unfortunately, at the stage of preparation, the vast majority of applicants do not have an awareness of how important the role of mathematics is in the development of medicine, since the educational process at school is aimed at presenting a certain amount of information, often without detailing the possible directions of use in the future for various fields of knowledge, without elements of interdimensional integration, and, as a result, there is no proper attention to the study of discipline by those who are planning their future with medicine. Moreover, even those who have already acquired a specialty of medical profile often do not realize the role of mathematics in the "technological process" of their direction and the development of technologies that they use every day. Mathematics for them is an abstract subject that is studied to become a teacher of the natural or engineering disciplines [4].

Material and methods. Possible directions of use of mathematical knowledge are presented as a result of the analysis of a number of disciplines studied by applicants for the education of medical areas and some areas of practical work of doctors of different profiles and scientists in the field of medicine. The following methods are used: theoretical (analysis of scientific sources, own pedagogical experience), partially empirical (pedagogical observation).

Results. Mathematics is an important part of medicine [1]. Consider some areas of mathematics usage in medicine. Each doctor deals with drugs and sometimes need to calculate their dosage (for example, a dose per kilogram of body weight, recalculation when changing the dosage of the active substance in the drug, preparation of mixtures with the appropriate concentration of components, etc.). It will be superfluous to emphasize the fact that non-compliance with doses will not contribute to the obtaining of anesthetic or therapeutic effects, and an overdose will show a large number of side effects; the dose of medicines for the child is almost always calculated depending on the age and weight of the child. Therefore, the procedure for performing mathematical operations, elements of working with fractions, calculations of proportions and percentages are extremely important and must be brought to automatism at the stage of secondary school, except that such knowledge is not superfluous for a patient who wants to be aware of the treatment process. In addition, some physiological (e.g., body mass index) and anatomical indicators (e.g., the size of thyroid structures), including those obtained using instrumental methods, are important for correct diagnosis change, which, in turn, leads to a change in what can be considered norms for a particular age category.

Almost every doctor to one degree or another deals with reading diagnostic information, which is reflected graphically and describes the dynamics of changes in arbitrary indicator (e.g., temperature dependence, ECG, ICG, etc.), so reading graphs is an extremely important task in the

study of mathematics. Understanding the concepts of an argument (independent variable), a function (a dependent variable), their behavior (growth, descending, monotony, periodicity (cyclicality), symmetry, the presence of extremes, a characteristic dependence that can be described by a set of elementary mathematical functions, etc.) of increments of argument and function, the speed of their change (derivative of the function) is an indisputable fact. Anomalies of the behavior of additions are always evidence of a particular pathology.

One of the common applications of mathematics in medicine is the usage of elements of probability theory and mathematical statistics. Statistical methods are used to check the effectiveness of new drugs or medical procedures compared to existing ones, assess the risks for patients undergoing certain treatment, identify consistency in changes in indicators (correlation and regression analyses), influence various factors on the study trait (elements of ANOVA) depending on the distribution of random variable (e.g., normal distribution), which is investigated. The basis of this knowledge is the elements of statistics in the course of school mathematics.

The results of generalization of statistical observations of certain indicators (e.g., the level and prevalence of morbidity caused by a certain causative agent of infection), the rate of their growth and growth (e.g., the number of hypothetical contacts), analysis of the nature of the behavior of the indicator (e.g., exponential), in turn, allow predicting phenomena. Such a tool is extremely important for epidemiologists to prevent the spread of diseases and their prevention. Also, epidemiologists often use elements of mathematical modeling of processes for forecasting.

No less important elements of mathematical modeling are for pharmacology. For example, a number of pharmacokinetic parameters (e.g., elimination constant, half-life, seeming initial concentration, distribution volume, specific distribution volume, clearance, maximum stationary concentration, etc.) are conditional indicators that are calculated according to certain ratios. Differential equations are used as pharmacokinetic models, depending on the method of administration of drugs. Solutions of these equations (systems of equations) are pharmacokinetic curves that describe the behavior of the concentration of drugs in biological fluids, and the area under the pharmacokinetic curve is the dose of the drug circulating in the system at the time t .

Mathematics is also important for the diagnostic, since it is a guarantor of the correctness of identification of the patient's condition [3]. Testing samples can give the following results: true positive result: positive test, disease is; false positive result: positive test, no disease; true negative test: negative test, no disease; false negative result: the test is negative, the disease is.

The ability of the test to distinguish between healthy and sick patients is a measure of how high-quality the diagnostic test is to establish this difference. The accuracy of the diagnosis does not

show the full picture, so sensitivity and specificity are also necessary. In medical studies, sensitivity is the fate of patients who were recognized as patients as a result of the use of a diagnostic method from the total number of patients, that is, the ability of the diagnostic system to detect the disease.

Consider the direction of instrumental research and the determination of the true values of measurable values during medical research. In this case the question of systematic and random errors during measurements will certainly arise, and as a result of measurement errors in general. And if we take into account that measurements can be made both directly and indirectly (the described characteristic is calculated according to a certain ratio), then knowledge will be needed not only of elements of probability theory and mathematical statistics, but also elements of differential calculus, more precisely finding partial derivative functions that describe a value that is measured indirectly. This is possible provided that there is knowledge about the rules of differentiation and derivatives of elementary functions.

Most of the technological advances that doctors enjoy every day are joint efforts and achievements of scientists in the field of natural sciences, engineers, programmers and mathematicians. Thanks to these achievements, the doctor "sees", "hears", "perceives to the touch", etc. Visualization of medical images, regardless of what physical factor is used to analyze the biological structure, depends entirely on the "mathematical processing" of the result of such interaction, and the mathematical apparatus used for the needs of medicine (gray-scaled or color images, graphics, 2D-5D images, etc.). Thus, the doctor's obligatory understanding of the importance of mathematics for interpreting the results obtained is an indisputable fact.

Conclusions. For everyone who is planning the future with medicine, the fact of the need to study different branches of mathematics is undeniable. Knowledge of algebra, statistics and general computation is important for most future doctors [2]. It is impossible to specify more or less important branches, they are interrelated and predict the continuity of knowledge. Will it be necessary to study deeper certain branches of mathematics independently and in detail when mastering a specialty in the field of medical sciences? The answer is unequivocal – yes. Therefore, applicants who are planning their future with medicine should have sufficient knowledge of the mathematics course of at least the level of "Standard".

References

1. Cockcroft J, Saigar M, Dawkins A and Rutland C (2021) Why Do We Need Maths in Medicine?. *Front. Young Minds.* 9:678802. doi: 10.3389/frym.2021.678802.
2. Nusbaum N. J. (2010) PERSPECTIVES: Mathematics Preparation for Medical School: Do All Premedical Students Need Calculus? *Teaching and Learning in Medicine* Vol. 18. P. 165-168. doi: 10.1207/s15328015tlm1802_12

3. Sitch, A. J., Dekkers, O. M., Scholefield, B. R., and Takwoingi, Y. 2021. Introduction to diagnostic test accuracy studies. *Eur. J. Endocrinol.* 184:E5–9. doi: 10.1530/EJE-20-1239.
4. Zayed A. I. (2019) A new perspective on the role of mathematics in medicine *Journal of Advanced Research.* Vol.17. P. 49-54. doi:10.1016/j.jare.2019.01.016.

UDC: 378.147.091.3:615

Filipets N.D., Filipets O.O., Kmet O.G.

Motivative aspects of teaching pharmacotherapy in the training of specialists in the laboratory diagnostics educational program

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

filipec.natalja@bsmu.edu.ua

Abstract. Laboratory diagnosis detects the early stages of pathological processes, monitors the dynamics of markers of the disease, which provides quality treatment and reduces the level of severe complications. At the same time, despite the tight integration into all areas of practical medical care and the crucial role in choosing tactics for the treatment of most diseases, the involvement of students in the field of "Technology of Medical Diagnosis and Treatment" and replenishment of laboratories by graduates remains an actual problem. Among the causes of the personnel crisis in the field of laboratory medicine is the lack of motivation of students in education. The article highlights the features of methodological approaches in the teaching of pharmacotherapy, which provide a motivational component in mastering the stages of the educational program at the Department of Pharmacology. The conclusion is made about the need for a harmonious combination of methodological approaches for the formation of educational and professional motivation of all at the stages of undergraduate education of medical laboratory assistants.

Key words: motivation of students, laboratory diagnostics.

The laboratory service in Ukraine is intensively developing and has achieved significant success due to the re-equipment of material and technical base and mastering high-tech methods and techniques to provide the most complete information about the health of patients. At the same time, even if students study their chosen field, not all graduates join clinical laboratories or diagnostic service centers. Providing laboratories with highly qualified specialists is a modern problem, and given the growing need for laboratory research in complex epidemiological situations, it is an extraordinary problem. According to modern pedagogical ideas, the formation of professional

competence of future bachelors in laboratory medicine depends on many factors influencing the personal and professional development of professionals, the value of which should determine the activities of health professionals [1]. Thus, a significant reason for the lack of staff laboratory assistants is the factor of low motivation, due, in particular, insufficient attention paid to this important component in the acquisition of professional competencies in medical institutions.

To popularize the specialty "Technology of Medical Diagnostics and Treatment", it is important to improve the quality of career guidance work, as well as optimize approaches to personal motivation and student confidence in choosing the right future specialty in teaching disciplines [2]. The process of study at the Department of Pharmacology is aimed at training a specialist who is clearly aware of his professional need to provide medical, including pharmacotherapeutic, care to the population. The role of the medical laboratory assistant is considered much more widely, than as the assistant to the doctor, is not limited only to the best, in comparison with doctors, orientation in methods of laboratory diagnostics [3]. Currently, laboratory diagnosis is one of the most informative research methods in medicine, recognized as a fundamental medical specialty and is considered a factor that ensures patient safety [4, 5]. In the presence of powerful automated laboratory systems, laboratory care is provided at all medical stages at different levels. Therefore, the student should be informed that almost 60-70% of decisions in medicine are made based on the results of laboratory tests.

Of course, the priority in interpreting the results of laboratory tests belongs to doctors. At the same time, due to knowledge of pharmacokinetics and pharmacodynamics of drugs, their side effects, the first manifestations of which may be detected during general clinical, hematological, biochemical studies, etc. is the key to forming a qualified specialist - a medical laboratory assistant who is able to interact with the doctors and ultimately focused on effective treatment of a patient.

To perform this task, the teaching of pharmacotherapy combines traditional and interactive teaching methods of study. It should be noted that with fewer hours devoted to the study of pharmacology, there are some difficulties in mastering a large enough amount of material and, accordingly, the current and final control of students' knowledge. The lectures cover interdisciplinary aspects, students are involved in general issues in order to identify the initial level of knowledge to maximize the perception of the main material. The control of mastering the theoretical material is carried out during classroom classes, regardless of the format, offline / online, training. During the oral interview of students, test control, solving test tasks, thematic issues are maximally adapted to the specifics of the future specialty. At the same time, the practical classes focus on the role of

laboratory diagnostics in establishing the relationship between stages, the course of the disease and changes in cellular and chemical composition of biological fluids under the influence of drugs.

Given that the problem of any professional education is the transition from student learning to professional activities, practical classes use situational tasks with coverage of pharmacodynamics, including side effects that can be detected at the stage of laboratory research. Here, effective work is in small groups or in pairs, group work. Such forms of work encourage active participation and allow students to acquire skills of cooperation, master the skills of expression, active listening, summarizing information or drawing conclusions. The group project usually involves students to create test tasks of the first and second level of complexity with coverage of typical situations according to the scheme: drug - pharmacodynamics - the result of laboratory tests. Students identify adverse events, assess the risk to the patient, suggest corrective and preventive actions. Due to the situational tasks focused on laboratory practice, while studying at the Department of Pharmacology, the student realizes that laboratory research plays an important role in monitoring the proper and safe use of drugs [6].

Thus, in the practical classes in the coverage of pharmacotherapy, the student is given the opportunity to link the results of laboratory tests with specific representatives of the drug class. Such knowledge in the future will contribute to the active role of the laboratory assistant, which is to work with the doctor to choose the right diagnostic tests, drugs and their dosage. At the same time, the future medical laboratory assistant understands the importance of laboratory monitoring for earlier and reliable detection of side effects and toxicity of drugs, respectively, the importance of his results for evidence-based assessment of drug quality, ultimately focused on quality treatment of patients.

References

1. Lyubynska O. I. Formation of professional competence of future laboratory assistants in laboratory medicine in higher educational institutions.: dis. abstract of cand. ped. science: 13.00.04. Lviv, 2018. [in Ukrainian]
2. Silveyster A. M., Moklyuk M. O. Motivation of student learning as a psychological and pedagogical problem. *Scientific notes. Series: problems of methods of physical-mathematical and technological education*. 2016. Vol. 1, № 5. P. 152-158. [in Ukrainian]
3. Klymenko S. V. Where will the laboratory service return after the "great reforms"? *Your health*. 09.02.2021 URL: <https://www.vz.kiev.ua/kudy-poverne-laboratorna-sluzhba-pislya-velykyh-reform/>
4. Goudouris E. S. Laboratory Diagnosis of COVID-19. *J Pediatr (Rio J)*. 2021. Vol. 97, № 1. P. 7-12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2020.08.001>
5. Plebani M., Aita A., Sciacovelli L. (2021) Patient Safety in Laboratory Medicine. In: Donaldson L., Ricciardi W., Sheridan S., Tartaglia R. (eds) *Textbook of Patient Safety and Clinical Risk Management*. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-59403-9_24
6. Whitehead N.-S., Williams L., Meleth S. et al. The Effect of Laboratory Test-Based Clinical Decision Support Tools on Medication Errors and Adverse Drug Events: A Laboratory Medicine Best Practices Systematic Review. *The Journal of Applied Laboratory Medicine*. 2019. Vol. 3, № 6, P. 1035-1048. URL: <https://doi.org/10.1373/jalm.2018.028019>

Garas M.N.

Training of students-foreigners for licensing integrated exam «Krok 2. medicine» using information and communication technologies

Bukovinian State Medical University, Cherivtsy, Ukraine

garas.mykola@bsmu.edu.ua

An important component of the process of obtaining higher medical education in most countries is the procedure of an external independent system of assessment of knowledge.

Purpose is to improve the effectiveness of training the graduates-citizens of foreign countries to licensing integrated exams «Krok 2. Medicine» and by analyzing the results of preparing options.

Materials and methods. In Bukovinian State Medical University distance training of the graduates to licensing integrated exam «Krok 2. Medicine» was conducted on the portal of distance learning as a training or control mode. The level of students' activity on the training portal is analyzed weekly, the diagnostic-training tests in a distance or written versions were held monthly. We analyzed the monthly results of control tests of preparation for the licensing integrated exam «Krok 2. Medicine» of 150 graduate students-citizens of foreign countries.

Results and discussion. 37 students (24,5%) failed the first written diagnostic-training test, the average score of correct answers was 81,6%. Next month 17 graduates (11,3%) failed second written diagnostic-training test, the average score of correct answers rose to 86,2%, The first two diagnostic-training testings were conducted on an open database of test tasks. The third written diagnostic-training test was conducted using modified questions, the results were improved, in particular, the part of students who did not pass the barrier decreased (10 students, 6,7%), the average score of correct answers was 89,9%.

Along with written diagnostic-training testing, 3 remote online tests were also conducted, the results of which turned out to be quite high. Thus, the average percentage of correct answers was 94,6%, 93,7% and 96,9%, respectively. The difference between the results of written and remote tests as higher results of the remote presented probably because of academic integrity problem and lack of process control.

According to the results of the licensing integrated exam «Krok 2. Medicine», the average percentage of correct answers was 71,5%, 2 students (1,3%) failed the exam. In the discrete analysis of failed students results it was found that they failed the written diagnostic-training tests twice.

Conclusions. Training of foreign students for the licensing integrated exam "Krok 2. Medicine" using portal of distance learning as a training or control mode can be considered successful. Remote online diagnostic-training tests requires improvement of the methodology with the involvement of new information and communication technologies.

Garas M.N.

Experience of Immunoprophylaxis Elective Course Implementation for Senior Medical Students During Covid-19 Pandemic

Bukovinian State Medical University, Cherivtsy, Ukraine

garas.mykola@bsmu.edu.ua

Despite the fact that the WHO declared the elimination of measles, rubella and polio as one of the strategies, because of active anti-vaccination campaigns in 2016-17, the official vaccination coverage level in Ukraine was the lowest in Europe and one of the lowest in the world. A significant reduction of routine vaccination coverage worldwide in the context of the COVID-19 pandemic is also a problem [1].

The importance for teaching elective course "Immunoprophylaxis of infectious diseases" caused considerable prevalence of infectious diseases in the world in general and in Ukraine in particular, especially pay attention to outbreaks of vaccine-controlled (managed) diseases (measles, diphtheria, tuberculosis, etc.). The spread of these diseases is an urgent medical and social problem, as it is economically unreasonable to spend the resources of health care facilities to provide care to patients, although it was appropriate and less costly to carry out preventive measures. Historical experience proves the possibility of a significant reduction of the incidence of infectious diseases, which was associated with immunization, for example, humanity has eliminated such a dangerous disease as smallpox, and the polio is limited to endemic areas.

Five years ago, the official vaccination coverage level in Ukraine was the lowest in Europe and one of the lowest in the world. One of the reasons for this situation can be desynchronization of the learning of immunoprophylaxis, there is no generalized, practical and socially oriented course on immunization [2].

During the study of the elective course students will be provided with modern knowledge about position paper of vaccination in Ukraine and the European Union; types of immunoprophylaxis and the feasibility of their implementation in specific situations; classification of immunization drugs, rules of their storage and transportation; main components of vaccines, their purpose; criteria for an effective vaccine and conditions for effective vaccination; increase communication during immunization; creating a personal vaccine trajectory for healthy individuals and patients with various health disorders; management of adverse events after immunization. Practical classes include elements of interactive technologies, in particular, master classes and simulation scenarios. Upon completion of the course, the student will be able to determine the rationale for immunization,

planning vaccinations in different cohorts of the population, identifying real medical contraindications, preventing the development of post-vaccination reactions and complications with the acquisition of appropriate competencies.

Thus, implementation of elective discipline belongs to immunoprophylaxis field of medicine is a background of acquisition of knowledge and professional skills in immunoprophylaxis of infectious diseases, its types and the feasibility of their implementation in specific situations; classification of immunization drugs, rules of their storage and transportation; main components of vaccines, their purpose; criteria for an effective vaccine and conditions for effective vaccination; increase communication during immunization; creating a personal vaccine trajectory for healthy individuals and patients with various health disorders; management of adverse events after immunization.

References

1. Vaccination coverage rates and the incidence of vaccine preventable diseases among children in sumy region of Ukraine. Smiiianov VA, Zaitseva HS, Kurganskaya VA, Dyachenko AG, Zbarazhskyy VP, Smiiianov YV, Pilipec OA *Wiadomosci Lekarskie*, 2019, 72(2):255-260.
2. Daragan GM, Krushinska TY, Stepanskiy DO, Demchyshyna IV, Kolesnikova IP. Topical issues of vaccination and epidemiological surveillance over measles and rubella in Ukraine. *Med. perspekt.* [Internet]. 2018Apr.24 [cited 2022Jun.17];23(1(part1):38-43. Available from: <http://journals.uran.ua/index.php/2307-0404/article/view/127206>

Garas M.N.

Problem-Based Learning as an Educational Technology in the Training of Health Professionals

Bukovinian State Medical University, Cherivtsy, Ukraine

garas.mykola@bsmu.edu.ua

Problem-based learning (PBL) is a special ideology or pedagogical strategy with its own style of learning, which allows full mastery of the problem with deep, active, sustainable contextualized development of real life situations with maximum use of evidence-based global information resources.

Since the beginning of the XXI century the introduction of information and computer technology in the educational process activated the progress of problem-based learning.

Instead of a clinical case, special computer programs began to be used on paper during the class, allowing students to learn to make decisions on the diagnosis and treatment of the patient and immediately monitor the results of their actions. The cases are thus branched and allow for a multitude of treatment and diagnostic options, including student error. This allows, in addition to obtaining theoretical material, to acquire the skills of clinical thinking, as well as instills responsibility for decision-making and awareness of the need to carefully weigh all the advantages and disadvantages of a particular decision before making it [1].

The interactive case, as a rule, includes illustrated material and videos that form an idea of the patient's problems that are solved in the process of passing the case. This approach to learning allows you to think more broadly than when using conventional test tasks with the choice of one or more correct answers [1, 2].

Combination of elements of the case method with the use of interactive computer technology created the possibility of creating virtual patient scenarios. The virtual patient is characterized by a research approach that is used for a deep and multifaceted understanding of a complex problem in the context of real life. Computer-based medical technological cases are an interactive tool for analyzing a specific situation, reflecting the patient's health, differential diagnosis and choice of treatment tactics. Their application of traditional teaching methods (lectures and practical classes) is aimed not so much at gaining new knowledge, but at the formation of professional competence, skills and abilities of mental activity. This method in medicine includes a set of clinical cases that are offered to users in the learning process for analysis online. The use of multimedia technologies in the implementation of medical cases helps to achieve a better understanding of the complex problem of the patient, for example, in the diagnosis of a rare disease [3, 4].

Thus, virtual patients, as a form of problem-based learning, is an interactive online tool that allows students to meet with a simulated patient, especially in case of difficulty accessing patients during restrictive measures, rare pathology or distance learning.

References

1. Problem Based Learning. Lesson 4: In Penn State: Introduction to IST. (2008). Retrieved April 21, 2013 from http://www.personal.psu.edu/glh10/ist110/topic/topic67/topic67_05.html.
2. R.H. Ellaway, T Poulton, T Jivram [Decision PBL: A 4-year retrospective case study of the use of virtual patients in problem-based learning](#). - Medical teacher 37 (10), 926-934.
3. Savery, JR (2006). Overview of problem-based learning: definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning* 1, 9-20.
4. Schmidt, H. G. and Moust, JHC (2000). *Problem-based learning: a research perspective on learning interactions*. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum. pp. 19–51.

Ivanchuk M.A., Biryukova T.V.

Overview of Video Creation Software for Application in the Educational Process

Bukovinian State Medical University, Cherivtsy, Ukraine

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua, biryukova@bsmu.edu.ua

Abstract. The paper is dedicated to overview of video creation software which can be helpful for online learning process. The last few years the world lives, works and studies online. During this time teachers were searching to the best ways for present the new material to their students online. Educational video is a useful element of e-learning courses, that's why teachers need video editors with sufficient functionality and a user-friendly interface. The best video creating software should be easy to use, has maximum features in the free version, the ability to simultaneously record the screen and webcam and the ability to add interesting elements to encourage students to study the topic. The most popular video creation programs, that meet these criteria, such as Windows Live Movie Maker, Screencastify, Screenity, Loom, Zoom meeting, Prezi, Canva, Powtoon, Flipgrid are considered in the paper.

Keywords: e-learning, educational video, movie making, screen recording, video lectures

Introduction. The last few years the world lives, works and studies online. During this time teachers were searching to the best ways for present the new material to their students online. They have mastered Zoom meeting, Google meeting, Google classroom and many other useful applications. Even now, when schools and universities gradually return to offline studying, teachers need high-quality, but easy to use applications to improve their teaching skills. One of the ways of online studying, which can be used also for more familiar to us offline classes, is educational video recording.

Related works. Today's students are the younger generation who actively use a variety of mobile devices in their lives, visit websites, blogs, chats, watch videos, etc. Distance learning is widely included in our lives and requires for a better understanding and clarity of processes, phenomena of the usage of modern interactive technologies. Electronic educational resources are being developed and actively implemented, and video content is increasingly being used by teachers to record lectures, practical and laboratory works. Educational video can be used not only to demonstrate phenomena, but also to control the knowledge gained. The video can also contain problematic questions, during which students conduct a variety of researches, educational projects,

get an incentive to improve their skills of continuous self-development and self-improvement. Involvement of video materials in the educational process promotes the involvement of visual, auditory and tactile channels of information perception, which allows to increase the level of perception and assimilation of information. The usage of Internet resources in terms of interactive learning environment is not fully understood and has no limits. Due to the development of modern technologies, almost everyone can become the author of any information platform on the Internet. The development of technology contributes to the growth of educational multimedia content every year and its constant increase, which is also due to the use of cloud services and free programs.

The problem of using audio and video technologies in the educational process is highlighted by the wide quantity of scientists [1-17]. It is noted that using of the audio and video technologies increases the motivation to study the material, promote communicative competence, provide the effect of presence, etc. Edgar Dale collected the results of his research in "Cone" learning "and showed that the human brain is more receptive to audio and visual aspects, it is better deposited fragments of cinema [9]. The US National Training Laboratory has developed a new graphical version of the impact of teaching methods on the degree of learning, based on the "Learning Cone", called the "Learning Pyramid". It shows that the more actively a person participates in learning (discusses, does, teaches others), the better he/she learns the material. Ukrainian scientists also analysed the organizational aspects of the educational process and its course with the use of information technology, creation and use of video presentations, etc. In the works of Sinitsa M.O. it is noted that the theoretical material can be structured through the use of multimedia tools in such a way that students can choose a convenient optimal pace of learning the material [15]. Tsarenko O.M. points out that multimedia is one of the promising technologies and areas of learning informatization. [16].

There is a different classification of types of educational videos in modern pedagogy [17]. They are

- classification by the aim of creation (movie, cartoon, video),
- classification by genre (video advertising, cartoon, feature film, video),
- classification by method of production (assembly, shooting),
- classification by didactic purpose (illustrative, instructive, instructive-illustrative),
- classification by structure (integral, fragmentary),
- classification by the conditions of use (for work under the guidance of a teacher, for independent work).

Purpose. The aim of the research is to study different applications for video creation and to select the best of them which teachers may use for educational videos creating. The parameters for

selecting the applications were easy to use, maximum features in the free version, the ability to simultaneously record the screen and webcam, the ability to add interesting elements to encourage students to study the topic

Results

Video creation programs for application in the educational process

Educational video is a useful element of e-learning courses. It helps the individuals or students to understand new topics. Until recently, video creation was available only to professionals, as it required expensive and difficult to use hardware and software. Now every student and teacher has at least a mobile phone with video recording ability. There are many free software tools that allow teachers to perform the necessary processing or recorded by the teacher, or borrowed from available sources of video in the process of preparing it for use in the e-course.

For the best result teachers should follow the basic recommendation for video production [18]:

- Shorter videos are much more engaging, segment videos into chunks shorter than 6 minutes.
- Videos that intersperse an instructor's talking head with slides are more engaging than slides alone.
- Videos produced with a more personal feel could be more engaging than high-fidelity studio recordings.
- The videos which display a recording of drawings on an electronic blackboard similar to the style of a teacher giving a lecture (Khan Academy style video [19]) are more engaging than PowerPoint slides or code screencasts.
- Videos where instructors speak fairly fast and with high enthusiasm are more engaging.
- Students engage differently with lecture and tutorial videos. For lectures, focus more on the first-watch experience; for tutorials, add support for rewatching and skimming.

It is important for the teacher from the very beginning to choose the best video editor that has sufficient functionality and a user-friendly interface. Here's a look at some of the most common video editors that can be used to create instructional videos.

Windows Live Movie Maker is a functional software for working with multimedia files such as AVI, WMV, MPEG, MP3, WMA and others. Windows Live Movie Maker provides the tools the teacher needs to create quality videos, slideshows, and presentations, allows to use many different effects, add music and embed behind-the-scenes text, automatically assemble a video file from media content. Its key features are creating slide shows and presentations, applying audio and video effects, the presence of the Ribbon interface, ability to record high definition video and publication of them

on the Internet. The application also has a preview function that allows to instantly evaluate the effect of superimposed special effects and animation transitions.

Screencastify [20]. Teachers who like to work with GoogleSlides, should pay attention to the Screencastify extension for Google Chrome, a free feature that allows to record short videos and upload them to YouTube, GoogleDrive or local drive. Teachers can record the screen, web camera or both in one time. Screencastify contains annotation tools to keep audience focused on what's important. After sharing video, teacher can track students who viewed it. It is also possible to check understanding of the topic by adding interactive questions to check viewer comprehension and seeing the responses in real time.

Screenity [21] is the most powerful screen recorder for Chrome. With Screenity teacher can record and annotate screen, making educational recordings of the tab, desktop, any application, and camera. It is possible to annotate by drawing on the screen, adding text, and creating arrows as well as highlight clicks, focus on the mouse, or hide it from the recording. Screenity recordings can be edited by trimming or sections removing, and be exported as mp4, gif, and webm, or saved directly to Google Drive.

Loom [22] is the industry leading screen recording tool. Loom allows teachers to record screen, web camera, microphone, and internal audio without time limit. It automatically saves videos to the cloud for sharing them instantly with a link and notifies user about views, reacts, or comments on video.

Zoom meeting [23] is a proprietary videotelephony software program. Although the free plan allows up to 40-minute time restriction, teacher can record video in Zoom without time limit, if he/she is the only one participant of the meeting and just imitates the lesson. There is no possibility to edit video in Zoom, so teacher should consider the plan of the lecture before recording and, if necessary, use pausing during video recording.

Prezi [24] is the service for creating interactive multimedia presentations with nonlinear structure or long grids. Allows teachers to import videos, graphics, photos, and other presentation visualization tools. The interactive format is created using zoom technology (zooming in and out). The peculiarity of Prezi is that in contrast to the "classic" presentation, where slides change, here the transitions between images occur with the increase of individual parts of one slide.

Canva [25] is also can be used for educational video recording. For a number of years, Canva has been known as a service for creating infographics, video covers, postcards, and online presentations. A large number of templates allows users to quickly create very attractive slide shows. More recently, Canva has a new feature that allows to record a video presentation or video tutorial.

More precisely, by creating an online presentation in Canva, user can voice it. This is similar to how teacher creates a video capture, a voice-over screencast of regular presentations, for example in PowerPoint. The difference is that user can do the entire record in Canva. Moreover, user can create comments to the video presentation in order to distribute the necessary voiceovers among the slides, but in the future these notes will not be visible in the video.

Powtoon [26] is a web-based animation software that allows users to create animated presentations by manipulating pre-created objects, imported images, provided music and user-created voice-overs. It offers a number of styles, such as cartoon, infographics, whiteboard. Due to the fact that the program is an online resource, teacher can work on the project from any computer connected to the Internet. With a media library, templates and a variety of options, Powtoon is a great tool for creating short training and marketing videos. Powtoon video can be played in the Powtoon online viewer, exported to YouTube or downloaded as an MP4 file.

Flipgrid [27] is the application for video communication between teacher and students. It can be downloaded as application for smartphone or used online on the laptop. This service will attract attention of teachers who are looking for new ways to remotely communicate with the class, want to warm up the curiosity in students and at the same time provide feedback to them. Flipgrid is an easy-to-use video announcement platform that allows students and teachers to record short video responses. At first teacher creates a topic for learning community. Topics are discussion prompts that students respond to with short videos. Flipgrid may be used for learning any subject for students from primary to high schools.

Let's consider the possibility of using flipgrid for teaching Math. For example, teacher has 18 students working on a math problem and they share their opinion on Flipgrid. By reviewing and analyzing each other's responses, they gain access to 18 different ways of thinking instead of having to learn them. Flipgrid automatically raises the academic level of a class by simply asking students to use their voice. In primary school students are developing number concepts that serve as the foundation of all mathematical concepts. Flipgrid allows students to explore and find math around them, making learning relevant and meaningful. Flipgrid helps learners to make their thinking visible as written communication is being introduced, helps to increase mathematical vocabulary, and encourages learners to communicate their ideas to others as they also learn from others. In high school teacher may ask students to explain geometric formulas and use them to solve problems; show how to extend the properties of exponents to rational exponents; prove formulas for sine, cosine, and tangent; demonstrate relationships between two- and three-dimensional objects etc.

Conclusions

In the modern world, where distance learning is widely included in our lives and students become more and more dependent from their mobile devices, educational video is a useful element of e-learning courses. The best applications for educational video creating should be easy to use, be able to simultaneously record the screen and webcam and to add interesting elements to encourage students to study the topic, have maximum features in the free version.

References

1. Fedorenko Yu.P. Expediency and features of using audio and video materials in foreign language lessons [Electronic resource] - Access mode: http://www.nauka.com/10_NPE_2008/Philologia/29839.doc.htm.
2. Kapterev A.I. *Multimedia as a sociocultural phenomenon*. Moscow, 2002, 224 p.
3. Fedorenko Yu. P. Formation of communicative competence in high school students in the process of learning a foreign language (PhD dissertation). Poltava, 2005. 212 p.
4. Verisokin Y.I. Video film as a means of increasing student motivation. *Foreign language at school*. 2003. 003. 5–6. p. 31–34.
5. Yakhunov T.O., Verisokin Y.I. Typology of film information and its use for teaching vocabulary socio-cultural component. *Foreign languages*. 2000. 3. p. 33–36.
6. Klimova O.V. English languages: method. instructions for using the video "My Fair Lady". NUHT, 2005. 47 p.
7. Sidorchuk NG Scribing: innovations and traditions of audiovisual support of the educational process. Creative pedagogy. "Polissya". - Zhytomyr, 2016. 11. P. 57-64.
8. Bent B. Andresen, Katya van den Brink *Multimedia in education*. Moscow. 2007. 223 p.
9. Wagner, Robert W. Edgar Dale *Professional. Theory in practice*. 1970 P. 89-95
10. Richard Edward Clark, David Frank Feldon *Five common but questionable principles of multimedia learning*. [Electronic resource] - Access mode: https://www.researchgate.net/publication/281023153_Five_common_but_questionable_principles_of_multimedia_Learning
11. Myrna Elyse Diamond, *The Role of Narrative in Multimedia Learning*. 2011. 387 p. [Electronic resource] - Access mode: <https://digitalscholarship.unlv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2224&context=thesesdissertations>.
12. Deschamps-Potter C. Moving toward multimedia content. *Multilingual computing & technology*. 2010. №22. P. 36.
13. Hernández-Ramos P. If not here, where? Understanding teachers' use of technology in Silicon Valley schools. *Journal of Research on Technology in education*. 2005. 38. pp. 39–64.
14. Gurziy A.M., Gurevich R.S., Konoshevsky L.L., Konoshevsky O.L. *Multimedia technologies and teaching aids: a textbook*. Vinnytsia: Nilan-LTD, 2017. 556 p.
15. Sinitsa M.O. The usage of multimedia technologies in the educational process of higher education as a means of forming pedagogical knowledge. *Professional pedagogical education: formation and development of pedagogical knowledge*: monograph, ed. prof. OA Dubasenyuk. Zhytomyr, 2014. pp. 418-438.
16. Tsarenko O.M. Methodological aspects of using multimedia tools in the educational process. *Scientific Bulletin of the Flight Academy*. Series: Pedagogical Sciences, 2017. 1. p. 213-218.
17. Hlynsky, Y. M., Fedasiuk, D. V., & Riazhska, V. A. (2017). Development and usage of the electronic video resources for educational purposes. *Information Technologies and Learning Tools*, 58(2), 67–78.

<https://doi.org/10.33407/itlt.v58i2.1580>Khan Academy [Electronic resource] - Access mode: <https://uk.khanacademy.org/>

18. Philip J. Guo, Juho Kim, Rob Rubin How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos. *In Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference*. ACM, 2014, p.41–50, <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>

19. Khan Academy [Electronic resource] - Access mode: <https://www.khanacademy.org/>

20. Screencastify [Electronic resource] - Access mode: <https://app.screencastify.com/>

21. Screenity [Electronic resource] - Access mode: <https://chrome.google.com/webstore/detail/screenity-screen-recorder/kbbdabhdfibnancpjfhlkhafgdilcnji>

22. Loom [Electronic resource] - Access mode: <https://www.loom.com/>

23. Zoom [Electronic resource] - Access mode: <https://zoom.us/>

24. Prezi [Electronic resource] - Access mode: <https://prezi.com/>

25. Canva [Electronic resource] - Access mode: <https://www.canva.com/>

26. Powtoon [Electronic resource] - Access mode: <https://www.powtoon.com/>

27. Flipgrid [Electronic resource] - Access mode: <https://flipgrid.com/>

Lukan Y.R.

3D Graphics as One of the Latest Technologies for Effective Training of Competitive Medical Specialists

Professional College of Bukovynian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

y.lukan@bsmu.edu.ua

3D graphics is one of the sections of computer graphics, which operates techniques and tools for depicting three-dimensional objects and managing them in three-dimensional space. As a result of using 3D graphics, the object can be represented as a "flat" image - a projection of the object, or as a 3D animation.

The advantages are due to the fact that three-dimensional modeling gives a very accurate model, as close as possible to reality, and modern programs help to achieve high detail. Moreover, showing a three-dimensional object in a two-dimensional plane is not easy, while 3D visualization allows you to carefully process and, most importantly, view all the details.

Due to the fact that computer and 3D technologies are gaining momentum, three-dimensional graphics has found active application in medicine, as it provides a significant increase in efficiency in many areas of application. For example, atlases of three-dimensional models of human organs have been created, which makes it possible to demonstrate various anatomical structures and physiological

and pathological processes of the human body. Computer-simulated human organs can not only be examined visually but even perform a virtual "palpation" with a three-dimensional computer mouse. This technology allows you to diagnose severe diseases of internal organs in the early stages. All of this allows the development of a number of methods and software for preoperative and intraoperative planning of surgery.

Using three-dimensional atlases, it is possible to visually view in various projections 3D objects of organs. Developed three-dimensional computer models allow conducting of a structural graphical analysis of the structure of organs, to determine the patterns of formation of variants of their structure. Identifying such patterns of structure allows us to determine the optimal technique for performing various interventions, based on the specific configuration. In many cases, the use of 3D models helps to plan the operation, determine the sequence of actions, to model the residual as a clinical and functional result.

Simulators developed with the use of three-dimensional graphics tools help to conduct practical training in medical manipulations and manual skills. Images are displayed on the screen using graphical simulation. Working with realistic tools and modern technologies of imitation of tactile feedback allows for achieving the maximum plausibility of the simulation. Medical simulators are designed to facilitate the development of practical skills and abilities without risk to the patient.

References

1. Liimatainen K, Latonen L, Valkonen M, et al. Virtual reality for 3D histology: multi-scale visualization of organs with interactive feature exploration. *BMC Cancer*. 2021;21(1):1133.
2. Lin C, Gao J, Zheng H, Zhao J, et al. Three-Dimensional Visualization Technology Used in Pancreatic Surgery: a Valuable Tool for Surgical Trainees. *J Gastrointest Surg*. 2020;24(4):866-73.
3. Федосова ОА, Соколина ЕН. О значении визуализации учебной информации. *Проблемы педагогики*. 2018; 3(35):132-5.
4. Рожко ММ, Ерстенюк АМ, Капечук ВВ, та ін. Компетентнісний підхід у підготовці студентів-медиків. *Медична освіта*. 2016; 2:102–7.
5. Корда ММ, Шульгай АГ, Гудима АА, Запорожан СЙ. Розвиток практично-орієнтованого та симуляційного навчання в Тернопільському державному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського. *Медична освіта*. 2016;№2:54–8.

UDC 378.018.43:001.95]-057.875:378.4:61

Mykytyuk O.P.¹ Mykytyuk O.Yu.¹, Slypaniuk O.V.²

Cheating as a Type of Academic Dishonesty When Studying in Medical University: Reasons, Manifestation, Prevention

¹*Bukovinian State Medical University, Chernivtsy, Ukraine*

²*Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine*

Abstract. Academic Dishonesty is defined as a student's use of unauthorized assistance with intent to deceive an instructor or other such person who may be assigned to evaluate the student's work in meeting course and degree requirements.

Keywords. Academic Dishonesty, Medical University, students.

Academic Dishonesty is classified as plagiarism (adoption or reproduction of ideas or words or statements of another person without due acknowledgment); fabrication (the falsification of data, information or citations in any formal academic exercise); deception (providing false information to an instructor concerning a formal academic exercise (such as false excuse for missing a deadline or falsely claiming to have submitted work)); cheating (any attempt to give or obtain assistance in a formal academic exercise (like an examination) without due acknowledgment); sabotage (acting to prevent others from completing their work? for instance, cutting pages out of library books or willfully disrupting the experiments of others) [1,3].

Is cheating popular among students?

The issue of cheating is the most pronounced problem in the era of online education. According to a leading non-profit newsroom, the instances of cheating in examinations have increased exponentially during COVID-19. The Hechinger Report published this news on August 7, 2020. Academic dishonesty has been seen in all types of educational setting, from elementary school to higher educational establishments, in all continents and countries worldwide. Plagiarism and falsification are met mostly in fields where preparation of own research material is expected – graduate courses, PhD fellowship etc; sabotage accompanies most of competitive activities and deception is frequently taken as a native ugly twin of excuse being so spread that it's hard to find someone who never used it.

Cheating as a part of academic dishonesty is met dramatically frequently nowadays. The dispute about cheating rate online and offline is held actively in scientific-pedagogical communities. Some investigations postulate that higher cheating rate in online learning is a myth. The researchers

found that while 32.1% of respondents admitted to cheating in a face-to-face class, 32.7% admitted to cheating in an online course [2]. Commenting on this, Manish Mohta, MD – Learning Spiral said [4], “We conducted a survey on online cheating in which we found that **73 percent of students cheat during online examinations** but this rate was minimized to a mere 13 percent after using advanced technologies. In another study, over half of the respondents believed that cheating is more frequent and easier in an online course and they take this opportunity. Cheating has already been caught on camera in the past, but the number of cases still rose dramatically between April and June 2020.

How do students cheat?

There are multiple inappropriate ways to get information for answering without studying, and definitely, it is easier when studying online.

After discussing the problem with graduates, next variants are the most frequent ones for individual students: using notes/books when instructed not to, and switching off cameras claiming on poor internet connection; pretending they did not hear question that seems to be difficult as far as they have been “disconnected” opening parallel windows for searching info during the online class; paraphrasing/copying few sentences word for word from Internet or any written source without footnoting it; getting answers from other groups, who had test already (similarly, taking photos/screens of questions for friends from other groups).

Frequently, cheating involves several participants or even the academic group – fully or partially. Students create parallel chats in messengers and help each other: make agreements who is studying a certain small portion of a topic (at time when answer is required, 1 or 2 students only demonstrate good connection and ability to communicate). They ask about assistance from more successful classmates or even graduates for passing reworks, tests better (from sitting nearby and whispering answers to parallel remote connection or even by sharing own login and passwords).

Why do students cheat?

In the case of knowledge control prior to the pandemic, strict rules were being followed. The candidates were required to appear in-person for the assessment before the beginning of the examination. But when online tests were held due to the pandemic, even well-known universities experienced cases of “phony candidates” – the ones who were sitting in during the examination were not students of the university but paid imposters.

The lack of proper monitoring systems is the most prominent reason for online cheating during pandemic period. Over half of the respondents believed that cheating was more frequent and easier in an online course and they took this opportunity. The sudden shift to online classes and the need for cost-cutting has propelled universities to start virtual examinations [2] without the implementation of

effective monitoring systems. There was massive pressure on educators to complete time-bound educational programs with no extra-time and money to opt for a security system.

Professors of reputable universities spoke out against rampant online cheating. But still, it hasn't deterred students from sharing videos and answers. The shift to online education has risen to another form of cheating: the use of purchased assignments in some countries [3]. There are companies that provide term papers and ready solutions to students and they have been working for a long time. But when the pandemic started, the businesses selling such papers and assignments started earning higher revenue.

Students may cheat in their classes for all kinds of reasons. It may be because they've been overwhelmed in their coursework and they want to make sure their grades are not jeopardized. By cheating, they can put some of their worries aside. Some of them are paying for writers to write their essays, medical case histories and other papers for them, which is a form of plagiarism many professors may not be aware of, as the writing is still original. They cheat because of 'lack of knowledge', 'getting higher marks', 'some technical problems', 'no proctoring', and 'exam stress'. Some of students were really stressed – because stressful travelling home forced quarantine on arrival etc. Some topics were missed, and it was easier to “cheat a little” instead of hard-working on extra-material. Later, That got in use, and plagiarism and cheating are taken psychologically much easier to do since teacher has not been met in person. Students may also fear cheating in a physical classroom because if they do get caught, they'd have to face the professor in person, creating a stronger sense of accountability for the student, but may not be as worried in an online class.

What are signs of cheating in online classes? Frequently reported poor internet connection, absence or permanent switched off camera. Students who are not looking straight when answering but aside, down, or even covering camera by hand or placing it so teacher cannot see face or eyes of student are using alternative sources of knowledge probably. Appearance of extra-voice, whispering, and too loud surrounding may be a sign of side assistance. Too literally composed statements, announced with breaks, miss-spelling and without intonation may indicate students are reading info from some unfamiliar sources. And finally, similarity in mistakes when submitting answers for test may indicate that answers were generated and copied from same sources.

How can teachers stop cheating?

To prevent cheating “here and now”, teachers should change the nature of assessments. The most effective way to reduce cheating in online learning is to change the nature of the assessments and assignments themselves. A single- and multiple choice test, while efficient in terms of grading, has always been susceptible to academic dishonesty. In the era of online learning, teachers should

strive to find more creative and unique ways for students to show what they know. This can also encourage critical thinking in new ways.

In an online setting, all assignments will be completed and performed online. As a result, many educators have invested heavily in controlling the context of the assignment or assessment environment. Some common themes might be: limiting the time in which an assessment can be taken; controlling the use of tabs and other windows. Many school machines and testing programs can give teachers the option to end the assessment if the student toggles to other windows or screens. Giving each student individual tests helps a lot [2]. Some assessment programs allow teachers to shuffle the questions on each test, ensuring students can't confer on answers during the test.

Some examples of creative tasks may include: recording video of themselves giving a short presentation on the topic or subject matter. Instead of multiple choice tests, assessment that utilizes in-class essays should be given priority (essays can be plagiarized, of course, but plagiarism is usually much easier to detect). Assessment questions may require critical thinking and thoughtful reflection to answer. These can be short answer questions or brief essay questions. Students should be required to synthesize the material that they've learned rather than repeating facts and figures. Students may be asked to design their own individual assessment at the beginning of the unit for friends. This can get students invested in the learning process and make cheating less likely as a result [3].

When collecting answers, the graduate respondents suggest that universities should disable the copy and paste features in chats and online tests. Teachers should create different quizzes for each student, require all students to start their webcam during the online test, use alternative methods of assessment, prepare essay like thought-provoking questions, and create awareness of the problem. When arranging testing on Google Forms, one should shuffle answer choices to block screen creepers; use page sections to block assessment previews, use page breaks to create alternative assessment paths, prevent cheating by asking better questions or enable locked quiz mode.

Many of modern soft programs and teaching tools have cheating/plagiarism detection software integrated into them. This makes it actually quite easy for online instructors to identify cheating, perhaps even more so than in a physical classroom setting. Webcams are also used to record students while they take their exam to look for any signs of cheating. As a cheap alternative, it may be required that student's university account or profile has a photo on avatar, verified with a passport; or student has his documents with him visible for an examiner.

There are also advances technologies that aid in online test proctoring to ensure students are not cheating: keystroke recognition, IP tracking and biometric scanning. This is done through software that uses technology to scan their biometrics to ensure they are who they say they are.

To prevent cheating more globally, big work should be done in two directions: to explain possible consequences to student and to help him in succeeding while studying.

Students should be explained that if they cheat in an open online course, the first thing they should know is that they're only hurting themselves by missing out on an opportunity to learn and ultimately feel that they earned a degree fair and square. The time they spend trying to avoid getting caught cheating could be better used to just prepare for whatever assignment or test they need to prepare for. But, most of all, students should realize that penalties for cheating exist and are working: if they cheat in an online class and get caught, there is risk to be failed for the assignment with further hurting overall grade, having to retake course or even be expelled.

But educators should always keep in mind that the goal is to help students succeed. Helping students succeed without cheating is a promising strategy. It requires great efforts from academic staff – from preparing up-to-date academic materials of a good quality to making online routine less boring by implementing multiple interactive learning technologies and tools. Clerisy has developed online materials specifically designed to help administrators and educators reduce cheating in a proactive and productive way. With the right approach, online learning can be more honest and more successful.

However, some students clearly stated that nothing can be done either due to some technical infrastructure problems or even lazy teachers [4].

Conclusions. Cheating and academic integrity go hand-in-hand. If cheating is easy to do and therefore rampant in an online school setting (especially a for-profit school), it can bring down the overall quality of the school itself and thus the quality of academic degree. Multiple strategies for detection, preventing of cheating exist, teachers should be aware of them and implement them widely, improving quality of on-line education in parallel.

References

1. S. Dendir, R. Stockton Maxwell. Cheating in online courses: Evidence from online proctoring. [Computers in Human Behavior Reports, Volume 2](#), August–December 2020, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2020.100033>.
2. CHEATING IN ONLINE LEARNING PROGRAMS: LEARNERS' PERCEPTIONS AND SOLUTIONS January 2022 Turkish Online Journal of Distance Education 23(1):195-209.
3. Fakhroddin Noorbehbahani, Azadeh Mohammadi, Mohammad Aminazadeh. A systematic review of research on cheating in online exams from 2010 to 2021. *Education and Information Technologies* **2022**, 29 <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10927-7>.
4. Jennifer Peterson. An Analysis of Academic Dishonesty in Online Classes. *Mid-Western Educational Researcher* • Volume 31, Issue 1, p. 24-36, 2019.

Obradovych A.S.

Using the Quizlet learning platform for students' knowledge systematization

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

obradovych.a@bsmu.edu.ua

Higher education institutions are forced to urgently respond to the new realities of today and actively develop the use of distance learning opportunities, as well as improve the work of existing distance learning platforms. Technology is not standing still and new resources are emerging every day that teachers can use to diversify their practice.

One of the free platforms that allows educators to efficiently and quickly create a variety of exercises to systematize students' knowledge is the online platform "Quizlet".

This service allows teachers and students to create flashcards with the term on one side and a definition or picture-illustration on the other.

The platform allows teachers to use already created modules, as well as prepare their own, combine them into courses or folders and distribute links on the Internet. In addition, the platform provides the opportunity to form training classes from registered users and monitor the progress and success of students. Anyone with access to the Internet can register on the platform, for convenience, the platform exists not only as a site, but also as a free mobile application that runs on various operating systems.

Quizlet" allows you to use several learning modes: "flashcards", "write", "learn", "spell", "test"; as well as game modes: "gravity" and "classic live".

For users registered as "teachers", the platform provides access to various types of statistics on modules - from the total number of students studying the module to statistics on best results, as well as information on the progress of learning modules by individual users, which is extremely useful and convenient during educational process.

Thus, innovative teaching methods, based on a modern approach help to fully reveal the potential of the students and to the development and self-improvement of the educational process and communication [1].

References

1. Yelahina, N.I., Fedchyshyn, N.O. Інноваційні методи викладання англійської мови за професійним спрямуванням студентам-медикам. *Медична освіта*, (2). 2021. P. 100–106. <https://doi.org/10.11603/me.2414-5998.2021.2.12269>

Yuzkova V.D.

**Utilization of Virtual Online Simulations in Remote Teaching of Medicinal Chemistry Course
for Foreign Students**

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

yuzkova.v@bsmu.edu.ua

The successful organization of students' practical work without access to laboratories and chemical reagents is one of the most significant challenges of remote teaching process.

The use of opportunities provided by free virtual online labs for carrying out demonstrations and especially for doing practical assignments by students is recommended. It is possible to find online simulators of chemical experiments, which can be performed individually by each student, for almost all topics of the medicinal chemistry course:

- 1) Topic «Solutions concentration» – <https://chemcollective.org/vlabs> (Glucose Dilution Problem) та <https://teachchemistry.org/classroom-resources/simulations> (Preparing solutions).
- 2) Topic «Weak and strong electrolytes, electrolytic dissociation» – <https://chemcollective.org/vlabs> (Acid-base chemistry collection: 1) Strong Acid and Base Problems, 2) Weak Acid and Base Problems); http://billvining.com/mmlib_sims/#gen_16_7 (The Common Ion Effect in Acid-Base Systems).
- 3) Topic «pH, acid-base equilibriums» – <https://chemcollective.org/vlabs> (Acid-base chemistry collection: Unknown Acid and Base Problem).
- 4) Topic «Titration» – <https://virtual.edu.rsc.org/> (Titration screen experiment: levels 1-2); <https://chemcollective.org/vlabs> (Acid-Base Chemistry collection: Acid Base Titration); http://billvining.com/mmlib_sims/#gen_16 (pH titration curves).
- 5) Topic «Buffer systems» – <https://chemcollective.org/vlabs> (Acid-base chemistry collection: 1) Creating a Buffer Solution; 2) DNA - Dye Binding: Equilibrium and Buffer Solutions; 3) Determining the pKa and Concentration Ratio of a Protein in Solution); http://billvining.com/mmlib_sims/#gen (Buffer solutions, pH of buffer solution; Preparing Buffer Solutions, The Carbonate System Alpha Plot).
- 6) Topic «Colligative properties of solutions» – <https://vlab.amrita.edu/index.php?sub=2&brch=190> (Physical Chemistry Virtual Lab (free registration needed): Cryoscopy, Ebullioscopy).
- 7) Topic «Main notions of chemical thermodynamics and kinetics» – <https://chemcollective.org/vlabs> (Thermochemistry: 1) ATP Reaction (Thermochemistry and

Bonding), 2) Heats of Reaction - Hess' Law); <https://teachchemistry.org/classroom-resources/simulations> (Energy Changes in Chemical Reactions).

8) Topics «Chemical and biochemical kinetics: Influence of the reagents concentration on the reaction rate» and «Chemical and biochemical kinetics. Influence of temperature and catalyst on the reaction rate» – <https://teachchemistry.org/classroom-resources/simulations> (Reaction rates; Half-Life Investigation).

9) Topic «Chemical equilibrium. Sedimentation and dissolution phenomena» - <https://chemcollective.org/vlabs> (Equilibrium collection: 1) Cobalt Chloride and LeChatlier's Principle; 2) DNA Binding Problem; Solubility collection: Determining the Solubility Product).

10) Topic «Electrochemical phenomena in biological objects. Redox potential measuring» – <https://teachchemistry.org/classroom-resources/simulations> (Galvanic/Voltaic Cells and Galvanic/Voltaic Cells 2); http://billvining.com/mmlib_sims/#gen_19 (Relate E°_{cell} , ΔG° , and K); <https://web.mst.edu/~gbert/Electro/Electrochem.html> (Electrochemical cells); <https://vlab.amrita.edu/index.php?sub=2&brch=190> (EMF measurement).

11) Topic «Sorption of the bioactive compounds on various interphases» – <https://csc-iiith.vlabs.ac.in/List%20of%20experiments.html> (Demonstration of the Surface Tension Lowering of Water by Soaps/Detergents; Determination of Critical Micelle Concentration (CMC) of a Surfactant); <https://vlab.amrita.edu/index.php?sub=2&brch=190> (Physical Chemistry Virtual Lab: Adsorption Isotherm).

12) Topic «Ion exchange and chromatography» – <https://virtual.edu.rsc.org/> (Aspirin screen experiment: level 2); <https://web.mst.edu/~gbert/links.html> (Column chromatography);

13) Topic «Colloidal systems: Obtaining, purification and some characteristics» – <https://csc-iiith.vlabs.ac.in/List%20of%20experiments.html> (Colloid and Surface Chemistry Virtual Lab: Preparation of Sols, Preparation of Gels, Demonstration of the Preparation and Use of Association Colloids (Micelles) Demonstration of Tyndall Effect or Tyndall Scattering in Colloidal Systems).

14) Topic «Coagulation of colloids and colloidal protection» – http://vlabs.iitb.ac.in/vlabs-dev/labs/nitk_labs/Environmental_Engineering_2/experiments/alum-coagulation-nitk/simulation.html (Alum coagulation).

References

1. URL:<https://www.acs.org/content/acs/en/education/students/highschool/chemistryclubs/activities/simulations.html>
Virtual chemistry and simulations (Accessed: 15 June 2022)

Басва О.В.

**Впровадження освітньо-комунікаційних технологій за умов карантинних обмежень,
викликаних пандемією COVID-19**

ПВНЗ «Київський медичний університет», м. Київ, Україна

dr.baieva@kmu.edu.ua

За оцінками ЮНЕСКО пандемія COVID-19 змусила світову академічну спільноту досліджувати нові способи викладання та навчання, включаючи дистанційну та онлайн-освіту. Це виявилось складним як для студентів, так і для викладачів, які повинні боротися з емоційними, фізичними та економічними труднощами, спричиненими коронавірусною хворобою, одночасно вносячи свій внесок у стримування поширення коронавірусу [1].

При плануванні онлайн навчання необхідно моделювати не лише зміст, структуру, технічне наповнення, а й різні взаємодії, що відбуваються в цьому процесі. Адже саме взаємодії підвищують результати навчання. Ще до переходу на дистанційні форми навчання при впровадженні карантинних обмежень у зв'язку із пандемією COVID-19 перед викладачами ВНЗ повстало завдання постійного вдосконалення медіакомпетентності. В останнє десятиріччя викладачі ВНЗ почали активно використовувати на заняттях мультимедійний проектор, відеоматеріали, інтерактивну дошку чи панель, поєднували в навчальних курсах елементи дистанційної освіти. Але ці процеси відбувались досить стихійно, майже не координувались керівництвом ВНЗ і МОН України, хоча відповідні директиви існували [2].

Карантинні обмеження виявили невміння більшості студентів працювати з інформацією, продемонстрував низький рівень їх медіакультури та медіа грамотності. У відповідності до Концепції впровадження медіаосвіти в Україні, вона розглядається як частина освітнього процесу, спрямована на формування в суспільстві медіакультури, підготовку особистості до безпечної та ефективної взаємодії із сучасною системою мас-медіа, включаючи такі новітні технології, як комп'ютерно опосередковане спілкування, Інтернет, мобільна телефонія [3].

Переважає більшість вищих медичних закладів не мали досвіду з дистанційного навчання, тому виникло багато проблем. Переважає більшість викладачів змушені були одночасно і опановувати керуванням цифровим навчанням (наприклад: Google Classroom, Moodle, Blackboard, Canvas), роботою з сервісами самонавчання; програмами для спільної онлайн-роботи (Google meet, Skype, Zoom, WebEx); засобами створення цифрового

навчального контенту та формувати електронні бази навчальних матеріалів для засвоєння теоретичного матеріалу та тестів та ситуаційних завдань для контролю знань студентів. З боку організації навчального процесу потрібно було в короткі терміни провести вебінари з використання та впровадження новітніх інформаційно-цифрових технологій не тільки серед професорсько-викладацького складу, проте й студентської громади. Крім того, виникла велика кількість технічних проблем, пов'язаних у ряді випадків з ненадійністю Інтернет-з'єднань, проблемами підключення до мережі Інтернет та відсутністю у деяких студентів необхідних електронних пристроїв для здійснення та виконання контрольних завдань. За два роки пандемії COVID-19 основні організаційно-методичні проблеми з впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в навчальний процес були успішно вирішено, що дало можливість швидко адаптувати навчальний процес в вищих медичних закладах освіти в воєнний період.

Список використаних джерел

1. COVID-19 and Higher Education: Education and Science as a Vaccine for the Pandemic/United Nations/Academic Impact //Available online: : <https://www.un.org/en/academic-impact/covid-19-and-higher-education-education-and-science-vaccine-pandemic>
2. Уварова Т, Стас Т. Медіаграмотність та медіакомпетентність у сучасній освіті: виклики та тенденції// Науковий збірник «Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка».-2020.- Том 4, № 29, с. 191-197
3. Концепція впровадження медіаосвіти в Україні (нова редакція)// Постанова Президії НАПН України від 21 квітня 2016 р. № 1-2/7-110.-Шлях доступу: <https://naps.gov.ua/files/sod/media-edu>

Безрук В.В.

Міждисциплінарна інтеграція як складова підготовки студентів-медиків на додипломному етапі навчання

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

vvladimirbezruk@gmail.com

У системі медичної освіти згідно основних положень Болонської декларації із використанням принципів кредитно-модульної системи ідея міжпредметного інтегрування, міждисциплінарного, комплексного підходу є актуальною та необхідною [1-3]. Змістовна інтеграція навчального процесу на клінічній кафедрі повинна ґрунтуватися на цілісному розумінні організму людини. Системний міждисциплінарний метод навчання дозволить

підготувати медичного працівника з якісно новим рівнем мислення – діалектичним мисленням, здатним синтезувати знання отриманих на різних (фундаментальних – теоретичних та клінічних) дисциплінах [2-4].

Кафедрою педіатрії, неонатології та перинатальної медицини Буковинського державного медичного університету МОЗ України ведеться викладання наступних клінічних дисциплін: «Пропедевтична педіатрія» для студентів 3 курсу, медичних факультетів №1-4, спеціальності (напряму) 222 «Медицина»; «Пропедевтика педіатрії» для студентів 3 курсу, медичного факультету №4, спеціальності (напряму) 225 «Медицина психологія» та «Педіатрія з дитячими інфекційними хворобами» для студентів 6 курсу, медичних факультетів №1-4, спеціальності (напряму) 222 «Медицина»; «Сучасна педіатрія. Актуальні питання неонатології» (вибіркова навчальна дисципліна) для підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії за спеціальністю 228 «Педіатрія».

Програма вивчення навчальної дисципліни з «Пропедевтична педіатрія» для студентів спеціальності (напряму) 222 «Медицина» розроблена відповідно до стандартів вищої освіти України, навчального плану, освітньо-професійної програми вищої освіти підготовки фахівців у Вищому державному навчальному закладі України «Буковинський державний медичний університет» (2016 р.). Програма вивчення навчальної дисципліни «Педіатрія з дитячими інфекційними хворобами» складена відповідно до Стандарту вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти, навчального плану, галузі знань – 22 Охорона здоров'я спеціальності 222 «Медицина» освітньо-професійної програми вищої освіти підготовки фахівців у Буковинському державному медичному університеті (2019 р.). Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасна педіатрія. Актуальні питання неонатології» (вибіркова навчальна дисципліна) для підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії за спеціальністю 228 «Педіатрія» розроблена відповідно до Стандартів вищої освіти України та на підставі освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії у галузі знань 22 «Охорона здоров'я», за спеціальністю 228 «Педіатрія» (2020 р.). Програма вивчення навчальної дисципліни «Пропедевтика педіатрії» складена відповідно до Стандарту вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти, навчального плану, галузі знань – 22 Охорона здоров'я спеціальності 225 Медична психологія освітньо-професійної програми вищої освіти підготовки фахівців у Буковинському державному медичному університеті (2021 р.).

Міжпредметні зв'язки – це цільові і змістові збіги, що існують між навчальними дисциплінами: «Пропедевтична педіатрія», «Пропедевтика педіатрії», «Педіатрія з дитячими

інфекційними хворобами» та «Сучасна педіатрія. Актуальні питання неонатології» так як серед нозологій, що вивчаються, чітко прослідковується віковій причинно-наслідковій зв'язки. Для підвищення рівня викладання та узагальнення сприйняття інформації, що викладається в програмі Вищої медичної школи, кафедрою педіатрії, неонатології та перинатальної медицини використовується узагальнена схема викладання клінічної дисципліни, із зазначенням пререквізитів і постреквізитів навчальних дисциплін – міждисциплінарні зв'язки (табл.).

Таблиця.

Пререквізити і постреквізити навчальних дисциплін
(міждисциплінарні зв'язки)

Перелік навчальних дисциплін	Перелік навчальних дисциплін, на яких базується вивчення навчальної дисципліни	Перелік навчальних дисциплін, для яких закладається основа в результаті вивчення навчальної дисципліни
«Пропедевтична педіатрія», «Пропедевтика педіатрії».	Анатомія людини. Гістологія. Фізіологія. Біохімія. Медична фізика. Патологічна анатомія. Патологічна фізіологія. Догляд за хворими.	Педіатрія. Неонатологія. Педіатрія з дитячими інфекційними хворобами. Сучасна педіатрія, актуальні питання неонатології.
«Педіатрія з дитячими інфекційними хворобами».	Анатомія людини. Гістологія. Фізіологія. Біохімія. Медична фізика. Патологічна анатомія. Патологічна фізіологія. Догляд за хворими. Пропедевтична педіатрія. Пропедевтика педіатрії.	Сучасна педіатрія, актуальні питання неонатології.

Методичне планування міждисциплінарної інтеграції кафедрою проводиться за трьома напрямками та має методичний супровід (методичні вказівки, методичні розробки практичних занять; система дистанційного навчання (середовище Moodle) Буковинського державного медичного університету): визначення забезпечуючих дисциплін (попередніх

предметів, які є базовими щодо вивчення теми даного практичного заняття); визначення забезпечуваних дисциплін (наступних предметів, розділи яких потребують знання даної теми практичного заняття); визначення внутрішньопредметної інтеграції (інтеграція даної теми з попередніми чи наступними темами даної дисципліни). У методичному супроводі кафедри вимоги до постановки навчальних цілей заняття ґрунтуються на диференційованому підході до питань практичних занять зі студентами в рівнях їх засвоєння.

На практичних заняттях при вивченні основних методів обстеження, симптомів та синдромів при захворюваннях різних органів та систем студенти 45-50 хв. учбового часу працюють в палаті безпосередньо біля ліжка хворого. На заняттях по вивченню нозологій – 60-90 хв. робочого часу відводиться роботі студентів біля ліжка хворого: вони проводять клінічне обстеження хворого, запис та розшифровку його ЕКГ, повторюють техніку забору і дослідження діагностичного мінімуму тематичного пацієнта (відповідно до тематики практичного заняття). Таким чином, міждисциплінарна інтеграція вводиться в кожне практичне заняття. Це сприяє, в одних випадках, відпрацюванню практичних навиків, а в інших, вчить етапності і послідовності обстеження хворого, розвитку клінічного мислення.

Отже, міжпредметна інтеграція є важливою складовою частиною підготовки студента-медика на до дипломного етапі здобуття освіти. При вивченні клінічних дисциплін студент повинен застосовувати знання та вміння, отримані під час вивчення базових – фундаментальних до клінічних дисциплін. Застосування узагальненої схеми викладання клінічної дисципліни сприяє оптимізації процесу оволодіння клінічним мисленням, наочно показує причинно-наслідкові зв'язки, спонукає студента до систематизації знань із клінічної дисципліни. Організація такої методики засвоєння учбового матеріалу сприяє поглибленню знань, вмінь, розвиває практичні навички, клінічне мислення, орієнтує на систематичну самоосвіту.

Список використаних джерел

1. Міністерство охорони здоров'я України [Електронний ресурс]: Web-сайт. – Режим доступу: <http://www.moz.gov.ua/>.
2. Про проведення педагогічного експерименту з кредитно-модульної системи організації навчального процесу. Наказ МОН України № 48 від 21.03.2004 р. [Електронний ресурс]: Web-сайт. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0048290-04>
3. Вітвицька С. Основи педагогіки вищої школи: підручник за модульно-рейтинговою системою навчання для студентів магістратури / С.С.Вітвицька. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 384 с.
4. Стинська В.В. Методика викладання у вищій школі. Методичні рекомендації / В.В. Стинська. – Івано-Франківськ, 2016. – 65 с.

Бенца Т.М.

Інтерактивний метод навчання у підготовці лікарів-інтернів терапевтів

Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, Київ, Україна

bentsa_t@i.ua

Інтенсивність науково-технічного розвитку на сучасному етапі вимагає оптимізації освітнього процесу та удосконалення підготовки лікарів-інтернів терапевтів з метою підвищення рівня професійної компетентності.

Інтерактивний метод навчання із використанням конкретних випадків із практики (тексти яких називають «кейсами») допомагає наблизити освітній процес до реалістичності шляхом аналізу та обговорення [5]. Цінність кейс-методу полягає в одночасному відображенні практичної проблеми з актуалізацією певного комплексу знань, що поєднує навчальні, аналітичні та виховні аспекти [3]. Цей досвід можна повторювати за необхідності і освоювати індивідуально у зручному темпі за допомогою інформаційно-освітніх веб-технологій. Таким чином, ефективність навчального процесу підвищується.

Особливої актуальності застосування клінічних кейсів набуває під час дистанційної освіти, коли складно провести практичну частину заняття біля ліжка тематичного хворого. Даний метод також ефективний для закріплення теоретичного матеріалу при вивченні рідкісних захворювань, за відсутності показового пацієнта у клініці [2]. Кейс-метод допомагає глибше зрозуміти тему, розвинути уяву, отримати ґрунт для перевірки теорії, дослідження ідей, виявлення закономірностей, взаємозв'язків, формулювання гіпотез, збільшити мотивацію, розвинути аналітичне мислення, заохотити дискусію, вміння вислухати та врахувати альтернативну точку зору, розвинути комунікаційні навички, швидко приймати професійні рішення. Лікарі-інтерни мають можливість вдосконалити аналітичні навички з надання невідкладної медичної допомоги, знаходити найраціональніше вирішення поставленого завдання [4].

Медичні кейси містять, крім загальної, ще й детальну інформацію, зокрема історію захворювання, опис клінічної картини, результати обстеження, протоколи лікування тощо. Навчальні матеріали за допомогою веб-технологій можливо масштабувати одночасно на велику аудиторію. Інтерактивний спосіб аналізу конкретної ситуації дозволяє висвітлити стан здоров'я пацієнта, провести диференційну діагностику та вибрати лікувальну тактику. Використовуються історії хвороб реальних пацієнтів як із класичними варіантами перебігу патологій, так і з атиповими, з різними ускладненнями. Аналізуючи клінічні випадки, лікар-

інтерн вчиться аргументувати, відстоювати власну точку зору. Ця методика дозволяє розвинути власне клінічне мислення, засноване на принципах доказової медицини, покращити практичні навички [1].

Викладач на практичному занятті координує обговорення, активізує лікарів-інтернів у процесі аналізу ситуації прийняття рішень. Важливою складовою кейс-методу є об'єктивний аналіз підготовки та оцінка дій лікаря-інтерна і розбір допущених помилок [3].

Таким чином, практичне застосування інноваційних освітніх технологій, зокрема інтерактивного методу навчання (кейс-методу) у підготовці лікарів-інтернів терапевтів дозволяє адаптувати навчання до запитів особистості, формувати необхідні компетентності.

Список використаних джерел

1. Лопіна Н.А., Журавльова Л.В. Практико-орієнтований кейс-метод навчання в системі безперервної медичної освіти на основі інформаційних веб-технологій. Практика неперервної професійної освіти: теорія і практика. *Continuing professional education: theory and practice (series: pedagogical sciences)*. 2018. № 3-4. С. 65-57.
2. Путинцев А.Н., Алексеев Т.В. Кейс-метод в медицинском образовании: современные программные продукты. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. №12. С. 1655-1659.
3. Філоненко М.М. Методика викладання у вищій медичній школі на засадах компетентнісного підходу. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 88 с.
4. McLean S.F. Case-Based Learning and its Application in Medical and Health-Care Fields: A Review of Worldwide Literature. *Journal of Medical Education and Curricular Development*. 2016. Vol.3. P. 39-49.
5. Schematic Representation of the Professional Identity Formation and Socialization of Medical Students and Residents: a Guide for Medical Educators / R.L. Cruess, S.R. Cruess, J.D. Boudreau [et al.] // *Academic Medicine*. 2015. Vol.90(6). P. 718-725.

УДК [378.147:614.253.4]:355.01

Бичко М.В.

Особливості формування професійних компетентностей майбутніх сімейних лікарів засобами дистанційних технологій в умовах війни

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава, Україна

bastet090687@gmail.com

Анотація. У статті розглянуто поняття професійної компетентності сімейного лікаря, визначено його зміст. Виокремлено основні компоненти професійної компетентності сімейного лікаря та додаткові параметри. Коротко описані основні види технологій, що застосовуються в дистанційному навчанні. Описано особливості процесу формування

професійних компетентностей майбутніх сімейних лікарів засобами дистанційних технологій в умовах війни.

Ключові слова: майбутні лікарі, підготовка, комунікація, професійна компетентність, дистанційні технології.

Проблема підготовки майбутніх лікарів стає особливо актуальною сьогодні, коли українське суспільство функціонує в умовах модернізації та реформування системи охорони здоров'я, що мають на меті упровадження системи сімейної медицини. Пріоритетними якостями сімейного лікаря є компетентність, рівень його загальнокультурної, професійної, організаційної, технологічної підготовки та психологічної готовності.

Нині турбулентні зміни, що відбуваються у світовому соціумі (політичні, соціально-економічні кризи, медичні реформи, пандемія, війна, тощо), актуалізують та пришвидшують динаміку змін в українській системі охорони здоров'я, що загострює проблему якості підготовки сімейних лікарів як фахівців-медиків нового затребуваного типу. Відбувається цілісне переосмислення вже існуючої системи підготовки сімейних лікарів щодо сукупності їхніх компетентностей. У сучасних реаліях, а нині в умовах війни, гостро усвідомлюється й визнається той факт, що високий професійний рівень випускників вітчизняних закладів вищої медичної освіти сприяє задоволенню суспільних потреб у ракурсі надання ними якісних медичних послуг.

Проблематику вищої медичної освіти України різноаспектно досліджують такі вчені, як О. Афанасюк, М. Банчук, О. Волосовець, Ю. Гумінський, Н. Кінаш, В. Лазоришинець, В. Мороз, Л. Фоміна та ін. Сучасні досягнення й перспективи розвитку сімейної медицини в Україні стали предметом наукових пошуків не лише у галузях медицини, а й психології, економіки, державного управління (О. Бусло, В. Весельський, О. Виноградов, О. Гиріна, Н. Горобець, Н. Жилка, Т. Калюжна, А. Кудря, Є. Латишев, Г. Лисенко, Л. Матюха, В. Михальчук, В. Одринський, В. Рудень, В. Сірик, О. Чабан та ін.). Питання, що стосуються кваліфікаційних вимог, кола професійних обов'язків і компетентностей сімейного лікаря висвітлювали у своїх роботах В. Абрамович, І. Баркер, Х. Баркхардт, С. Гізенданнер, С. Діні, О. Корж, А. Стіл, Д. Сіббрिटт, А. Стивентон, В. Ткаченко, О. Шекера, Дж. Шлосс, Г. Черешнюк, Л. Черешнюк, Е. Фішера та ін. Особливості професійної підготовки фахівців у вищій школі перебували в центрі дослідницької уваги І. Андрощук, О. Баніт, Н. Бідюк, Г. Білецької, С. Бризгалової, М. Гриньової, Р. Гуревича, Л. Дудікової, Г. Дутки, С. Нестулі, Р. Слухенської, А. Старєвої та ін. Теоретико-практичні засади професійної підготовки

майбутніх сімейних лікарів студійовано в працях таких науковців, як М. Ансарі, О. Боярчук, О. Венгрович, Н. Гаврилюк, Т. Гаріян, М. Гребеник, Р. Грицко, Ю. Губський, Є. Заремба, О. Заремба, Л. Ільницька, А. Камільєрі, Ю. Кияк, О. Кларк, В. Мішук, О. Наливайко, Ю. Остраус, Д. Саммат, Г. Стечак, Л. Стрільчук, А. Тітова, М. Тимофієва, А. Царенко, В. Царенко, П. Чен, І. Шумлянський, Н. Ярема та ін. Сучасний стан підготовки сімейних лікарів у вітчизняній системі вищої медичної освіти, перспективні шляхи її вдосконалення становлять вагомий сегмент наукових праць А. Ємця. Недоліки програмного забезпечення підготовки майбутніх сімейних лікарів ґрунтовно аналізували й пропонували шляхи їх подолання Р. Грицко, Є. Заремба, О. Заремба, Ю. Кияк. Різні позиції щодо управління професійною підготовкою сімейних лікарів висвітлено в працях Б. Лемішко. Теоретичні й практичні основи формування професійної компетентності майбутніх сімейних лікарів із використанням веб-технологій науково обґрунтувала А. Тітова.

Проблемою дистанційного навчання в освіті займалися О. Андрєєв, М. Гредем Мур, Дж. Мюллер, О. Петерс, Г. Рамбл, А. Хуторський та інші. Різні аспекти історії та філософії дистанційної освіти розглядали Г. Козакова, Н. Корсунська, В. Луговий, Н. Сиротенко, П. Таланчук. Питанням забезпечення якості освіти під час дистанційного навчання приділяли увагу Я. Ваграменко, Н. Корсунська, В. Овсянников. Особливості підготовки педагогічних кадрів у системі дистанційного навчання розглядали Л. Брескіна, С. Калашникова, Т. Койчева, В. Кухаренко, Н. Сиротенко. Використанню Інтернету та його можливостей у дистанційній освіті приділяли увагу Г. Козакова, В. Кушерець, Є. Полат. Привертають увагу роботи українського дослідника Л. Калайдова, які присвячені дослідженню ролі викладача в системі дистанційної освіти, напрацювання М. Мигович, яка займається дослідженням стану та перспектив розвитку дистанційної освіти у сьогоденні наукового простору України.

Питання формування професійних компетентностей сімейного лікаря нині є особливо актуальним, оскільки за своїми професійними обов'язками сімейний лікар позиціюється як первинна ланка медичної допомоги в країні, і саме тому його професійна компетентність безумовно впливає на сукупний процес лікування пацієнтів, що до нього звертаються.

Апелюючи до власного досвіду, можемо стверджувати, що домінантним у підготовці майбутніх сімейних лікарів є компетентнісний підхід, згідно з яким цей процес базований на формуванні професійної компетентності майбутнього сімейного лікаря як інтегральної характеристики особистості, що засвідчує сукупність теоретичних знань у галузі сімейної медицини й вузькопрофільних спеціалізацій, практичних і технічних навичок, а також особистісних якостей, які сприятимуть виконанню професійних обов'язків згідно з

кваліфікаційними вимогами [1]. Процес підготовки майбутніх сімейних лікарів на засадах компетентнісного підходу відбувається в напрямі формування спеціальної компетентності як здатності провадити на достатньо високому рівні професійну діяльність та подальший професійний розвиток фахівця галузі сімейної медицини; соціальної компетентності як володіння прийомами професійного спілкування, етико-деонтологічними принципами, які вможливають провадження професійної діяльності сімейного лікаря; особистісної та індивідуальної компетентностей як здатностей до самовираження й саморозвитку, протистояння професійним деформаціям [3,5,4,6].

Дослідниця О. Наливайко інтерпретує готовність майбутніх сімейних лікарів до професійної діяльності як сформованість професійної компетентності й культури, сукупність аксіологічного (наявність інтересу до професійної діяльності, потреба в знаннях, потреба в самовдосконаленні), когнітивного (теоретичні знання, навички, способи отримання інформації, необхідної для майбутньої діяльності; професійні якості, як-от комунікативні вміння, професійна культура, самовиховання, самовдосконалення), особистісного (ставлення майбутнього сімейного лікаря до власної практичної діяльності, до свого оточення; дотримання етичних норм тощо) [7].

Зарубіжний дослідник Т. Кеніг пропонує дефініювати готовність майбутніх сімейних лікарів до професійної діяльності як здатність на практиці в реальних умовах виявити свою професійну компетентність, довести конкурентоспроможність, продемонструвати сукупність теоретичних і практичних знань, умінь й навички організації лікувального процесу та ефективної комунікативної взаємодії з усіма його учасниками [8].

Отже, послуговуючись науковими працями дослідників, можемо стверджувати, що всі вони притримуються єдиної думки щодо готовності до професійної діяльності, а саме позиціонують її як сформованість та вияв професійних компетентностей в першу чергу.

Дистанційна форма навчання не є типовою для медичного закладу вищої освіти, але в умовах сьогодення, в умовах війни, ми змушені її застосовувати.

Дистанційне навчання – це цілеспрямований, організований, інтерактивний процес навчання, без прямого контакту викладача та студентів, що здійснюється в межах системи навчання, особливістю якого є систематична взаємодія всіх учасників навчання з використанням сучасних інформаційних та телекомунікаційних засобів.

Виділяють три основних види технологій, що застосовуються в дистанційному навчанні:

1. Дистанційне навчання на основі паперових і аудіо носіїв (зі студентом працює викладач, який і перевіряє роботи, надіслані поштою, консультує та відповідає на питання по телефону).

2. Дистанційне навчання за допомогою телебачення (сьогодні майже не застосовується через високу собівартість та складність у використанні).

3. Дистанційне навчання за допомогою інтернет-технологій (користується все більшим попитом, стає все більш актуальним, у міру тісного впровадження Інтернету в наше життя).

Враховуючи стрімке впровадження дистанційних освітніх технологій у освітній процес, необхідно зазначити, що дистанційна освіта не може розвиватися без підвищення рівня цифрової грамотності та цифрової компетентності здобувачів освіти, тому дуже важливо попередньо сформувати у майбутніх лікарів достатній рівень цифрових умінь, а вже потім забезпечувати їм можливість використання дистанційних освітніх технологій для покращення та оптимізації результатів навчання [2].

Здійснюючи освітній процес із використанням дистанційних технологій, не варто забувати про налагодження конструктивної комунікації між усіма учасниками освітнього процесу, що зорієнтована на професійний контекст. Досягти цієї умови можна базуючись на принципі конструктивного спілкування, який передбачає використання методів, способів, прийомів і засобів спілкування, що повністю забезпечать взаємне розуміння та емпатію партнерів у спілкуванні а також здійснять свій внесок у формування комунікативної компетентності майбутніх лікарів.

Отже, формування професійних компетентностей майбутніх сімейних лікарів засобами дистанційних технологій має ряд певних особливостей; вимагає відповідальності та наполегливості не лише від здобувачів вищої освіти а й від викладача, що здійснює освітній процес; результати формування професійних компетентностей майбутніх сімейних лікарів повною мірою відображаються у їхній готовності до здійснення професійної діяльності.

Список використаних джерел

1. Бичко М.В. Підготовка майбутніх сімейних лікарів до застосування медичного обладнання в професійній діяльності: дис. ... к-та пед. наук: 13.00.04. Хмельницький. 2021. 293 с.
2. Бичко М. В. Сутність, особливості, переваги й недоліки, контроль якості знань у дистанційній формі навчання студентів закладів вищої медичної освіти. *Реалії, проблеми та перспективи вищої медичної освіти : матеріали навч.-наук. конф. з міжнар. участю*. Полтава. 2021. С. 23–26.
3. Бухальська С.Є. Компетентнісний підхід. Теоретичний аналіз ключових дефініцій вищої медичної освіти. *Нова педагогічна думка*. 2009. № 2. С. 84-88.

4. Глушко Л.В., Симчич С.В., Федоров Х.С., Гавриш Т.Ю., Рудник І.В., Козлова В.Т. Компетентнісний підхід як основний пріоритет викладання первинної спеціалізації та перепідготовки лікарів за спеціальністю загальна практика – сімейна медицина. *Здоров'я суспільства*. 2016. Т 5 (3-4). С. 69-72.
5. Гребеник М.В., Боярчук О.Р., Гаріян Т.В. Компетентнісний підхід у підготовці сімейного лікаря. *Здоров'я суспільства*. 2014. Т. 3(1-2). С. 82-83.
6. Матюха Л.Ф., Гойда Н.І., Слабкий В.Г., Олійник М.В. Науково обґрунтовані підходи до кваліфікаційної характеристики лікаря загальної практики – сімейного лікаря з позиції компетентнісного підходу: методичні рекомендації. *НМАПО імені П.Л. Шупика*. Київ. 2010. 27 с.
7. Наливайко О.Б. Формування професійної культури майбутніх сімейних лікарів у процесі контекстної підготовки: дис. ... к-та пед. наук: 13.00.04. Вінниця. 2016. 286 с.
8. Koenig T.W. Core personal competencies important to entering students' success in medical school: what are they and how could they be assessed early in the admission process? *Academic Medicine*. 2013, 88 (5), P. 603-613.

УДК : 378.147.091.33-004.738.5:57:61

Булик Р.Є., Йосипенко В.Р., Лукань Ю.Р.

Можливості використання QR-коду при викладанні медичної біології

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

v.yosypenko@bsmu.edu.ua

Анотація. У статті розглянуто можливості та переваги використання QR-кодів при викладанні медичної біології студентам медичних вузів. На сьогодні більшість з нас мають досвід використання QR-кодів у банківській чи туристичній сфері, в якості реалізації можливості отримання вичерпної інформації про товари та послуги. На жаль лише 9% опитаних студентів у своїй освітній діяльності застосовують QR-коди [1]. Педагогічна мета використання технології QR-кодів визначається можливістю реалізації інтенсивних форм та методів професійного навчання, підвищення мотивації освітньої діяльності внаслідок застосування сучасних засобів зчитування, опрацювання, відтворення інформації, підвищення рівня теоретичних основ сприйняття даних, формування умінь реалізовувати різноманітні форми самостійної діяльності зі збору та обробки необхідного контенту.

Ключові слова: QR-код, освіта, викладання, медична біологія.

Процеси реформування, модернізації та розвитку різних соціальних сфер діяльності і галузей економіки, що розгорнулися в нашій країні в останні десятиліття, зумовлюють необхідність відповідних змін у вітчизняній системі освіти, переходу на новий рівень вимог до якості підготовки випускників закладів вищої освіти. Пріоритетним напрямком у розвитку освіти стає впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема

технологій та засобів «мобільного навчання», що забезпечують удосконалення освітнього процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві [2]. Одним з актуальних способів формування інформаційної складової освітнього середовища є використання QR-кодів (аббревіатура QR тлумачиться як Quick Response, тобто «швидка відповідь»). Практично будь-який мобільний пристрій легко розпізнає і розшифровує інформацію, закодовану за допомогою QR-коду [3].

Метою роботи було проаналізувати переваги застосування QR-коду при викладанні медичної біології, як ефективного інструмента підвищення навчальних досягнень студентської молоді закладу вищої медичної освіти.

Для поліпшення якості підготовки конкурентоспроможних лікарів викладачами кафедри медичної біології та генетики постійно впроваджуються новітні методи викладання. Особливістю вивчення медичної біології є використання великої кількості наочного матеріалу: таблиць, схем, ілюстрацій, фотографій, мікропрепаратів, музейних експонатів тощо. Важливу роль у навчальному процесі відіграє застосування комп'ютерних технологій. Застосування цих технологій мають унікальну можливість надавати величезну кількість корисної та цікавої інформації в максимально зручній і доступній формі. Однією із таких технологій є використання QR-коду у навчальному процесі.

Найпривабливішою можливістю використання QR-коду є можливість кодувати інтернет-посилання, за допомогою яких легко перенаправляти читача на будь-який мультимедійний контент, розміщений у мережі Інтернет. Це може бути навчальне відео, анімація, презентація чи багато іншого, що буде корисним під час читання лекцій, проведення практичних занять та самостійної підготовки студентів [4].

Застосування QR-кодів має низку технічних переваг, серед яких:

1. Прискорення переходу за посиланнями.
2. Запобігання помилкам при введенні інтернет-посилань.
3. Спрощення форм інтеракції (зворотного зв'язку через телефон, SMS, e-mail тощо).
4. Економія фізичного місця під час розміщення невеликих блоків інформації (список літератури, анотація, профіль автора тощо).
5. Стійкість до пошкоджень та помилок сканування.

Окремо потрібно вказати на стрімкий розвиток дистанційної освіти. Головною метою системи дистанційної освіти є забезпечення загальнонаціонального доступу до освітніх ресурсів шляхом використання сучасних інформаційних технологій та телекомунікаційних мереж і створення умов для реалізації громадянами своїх прав на освіту [4]. Застосування QR-

коду у поєднанні з традиційними методами навчання могло б значно розширити можливості учасників освітнього процесу не тільки шляхом активного використання мультимедійних форм подачі інформації, але й забезпечення зворотного зв'язку між студентами і викладачами [5]. У навчальному процесі QR-коди доцільно використовувати з наступними цілями [6-8]:

1) під час лекції, вставити QR-код на слайд презентації, що дає змогу забезпечити студентам доступ до допоміжних додатків (гіперпосилання на мультимедійні джерела та ресурси: відео-, аудіо-додатки, сайти, рисунки, анімації, інтерактивні рисунки, електронні навчальні видання, бібліотеки та ін.). Перевага використання QR-коду в такому випадку полягає в тому, що замість введення URL в свої телефони, студенти зможуть відсканувати код та отримати додаткову інформацію миттєво. Поєднання цих методів дає змогу забезпечити максимальну наочність, що полегшує сприйняття навчального матеріалу студентами;

2) розміщення на обкладинках навчально-методичної літератури у якості довідкового матеріалу, відомостей про автора (може містити посилання на наукову базу із публікаціями автора, або на сторінку автора на сайті кафедри тощо), видавництва або будь-якої додаткової інформації;

3) для розміщення розкладу занять, результатів навчального процесу тощо, що значно спрощує процес отримання цієї інформації студентами;

4) для опитування студентів за певною темою. Тестовий контроль дає можливість викладачу провести перевірку знань одночасно всіх студентів академічної групи та сформулювати в них потребу підготовки до кожного практичного заняття. Зокрема, серед викладачів кафедри медичної біології та генетики Буковинського державного медичного університету має місце проведення тестового контролю із завданнями Єдиного державного кваліфікаційного іспиту «КРОК 1» для покращання підготовки студентів до складання іспиту. Викладачі кафедри використовують різноманітні методи проведення тестування: через систему Moodle, створення Google Forms тощо. З нашого досвіду, набагато легше скерувати студентів для проходження тестових завдань через QR-код, який потрібно просто вивести на екран;

5) для розміщення контактної інформації на візитній картці викладача, адміністрації закладу освіти, на бейджах учасників конференцій (семінарів).

Підсумовуючи вищезазначене, можна стверджувати, що QR-коди дозволяють зробити заняття більш захоплюючими та ефективними. З одного боку, студентам зручно зчитувати цікаву інформацію та оперативно зберігати її в пам'яті мобільних пристроїв, з іншого – такий підхід дозволяє задіяти додатковий канал сприйняття інформації [9].

Таким чином, використання QR-кодів здатне оптимізувати навчальний процес, осучаснити його, зробити цікавим, змістовним та продуктивним, а елементи мобільного інформаційно-освітнього середовища (зокрема, технології створення та розпізнавання QR-кодів) мають достатній потенціал у викладанні медичної біології.

Список використаних джерел:

1. Бондаренко Т. В. Технологія створення та розпізнавання QR-кодів як ефективний інструмент підвищення навчальних досягнень студентської молоді. Інформаційні технології в освіті. - 2019. - Вип. 2. - С. 29-39.
2. Єчкало Ю.В. Елементи мобільного навчального середовища . Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014. – Том XII : спецвипуск «Хмарні технології в освіті». С.152-157.
3. Воронкін, О. С. (2014). Можливості використання системи QR-кодів у вищій школі. Матеріали четвертої міжнародної науково-практичної конференції FOSS Lviv 2014, 145-149.
4. Ахмад І.М. Навчання в дистанційній і змішаній формі студентів ВНЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://interconf.fl.kpi.ua/node/1067>.
5. Свистунов, О.Ю. Перспективи застосування мультимедійних технологій у навчанні. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5 Педагогічні науки: реалії та перспективи. 2012. Вип. 34. С.145-150.
6. Бугайчук К. Л. QR коды в учебном процессе и жизни [Электронный ресурс] / К. Л. Бугайчук. – Режим доступа : <http://bugaychuk.blogspot.ca/2012/08/4.html>.
7. Бугайчук К. Л. Використання QR кодів у навчальному процесі вищих навчальних закладів / К. Л. Бугайчук // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2012) : матеріали XX міжнародної науково-практичної конференції (15–17 травня 2012, м. Харків). – Харків, 2012. – С. 42.
8. Law C. QR Codes in Education / C. Law, S. So // Journal of Educational Technology Development and Exchange, 2010. – № 3(1). – Р. 85–100.
9. Ісько, Я. О. QR-коди та можливості їх використання у навчальному процесі у ЗНЗ. Сучасні філологічні дослідження та навчання іноземної мови в контексті міжкультурної комунікації: Збірник наукових праць. 2018. С. 106-108.

Влад Г.І.

Вимушене дистанційне навчання у медичних закладах вищої освіти

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

vlad.hanna@bsmu.edu.ua

Нещодавні події, такі як світова пандемія та війна, інформатизація суспільства та застосування нових методів у процесі навчання створили умови для проведення навчальних програм із використанням дистанційних форм навчання.

Звісно, коли йдеться про медичну освіту, зв'язок з іншою важливою темою – це медична допомога та підготовка стратегічно важливих кадрів, аналіз останніх досліджень та публікацій. В останні роки активно вивчаються методичні основи дистанційної освіти, а як основні розглядаються перспективи дистанційної освіти. Аналізуючи тему використання інформаційних технологій для оптимізації освітніх продуктів В. Артеменко, І. Анісімов, С. Буртов, В. Биков досягли успіху. Проте, незважаючи на велику кількість досліджень, в Україні немає повністю інтегрованої системи дистанційної освіти, а сучасна дистанційна освіта в галузі медицини використовується не по всій країні.

Дистанційна освіта досягається з викладачами через віртуальний навчальний простір, що відображає конкретні елементи навчання (цілі, зміст, методи, організаційні стилі, навчальні матеріали) та реалізуються специфічними методами. Інтернет-технології або інші інтерактивні засоби впроваджують взаємодію між учнями. Дистанційне навчання має ряд особливостей, які значно відрізняють його від традиційного навчання. У цьому випадку основну відповідальність за управління навчанням несе учень або студент, а ефективність навчання залежить від уміння спеціалізуватися на конкретній темі, розумно планувати самозайнятість та навчання і показувати прогрес у цьому процесі. В той самий час головною перевагою дистанційного навчання є те, що воно, як правило, інтегровано в щоденний розклад. Втома значно знижується. Це позбавляє від необхідності постійно рухатися з точки А в точку Б, зменшує витрати на транспортні засоби. Дискусійним залишається питання використання цієї моделі навчання в медичних навчальних закладах. Прихильники дистанційного навчання вважають, що перевага дистанційного навчання полягає в тому, що воно може навчити більше студентів і полегшити процес навчання, зробити технологічність освіти більш ефективною, а загалом дистанційне навчання набагато дешевше, ніж звичайне навчання. В основному це пов'язано з низькими витратами на проїзд. Можна також зменшити витрати на організацію самого курсу. Однак ті, хто виступає проти використання дистанційного навчання в медицині, сперечаються з цієї причини, кажучи, що неможливо набути практичних навичок, які є важливими складовими підготовки майбутніх медичних працівників. Проте використовувати цю модель навчання в медичних вузах не тільки можна, а й необхідно. Але всю теоретичну підготовку та деякі загальні вправи можна зробити онлайн. Навчальний план необхідно переформатувати, щоб правильно розподілити час навчання на традиційні відстані та кроки. У багатьох медичних університетах світу давно існують дві форми навчання – очна та заочна. У разі дистанційної освіти це можливо лише на фармацевтичному факультеті, велика ймовірність того, що застосування технології дистанційної освіти буде успішним.

Дистанційне навчання вирішує багато проблем для випускників, наприклад, різні зміни та графіки роботи лікаря, різні способи роботи та навчання та перепідготовка, яка проходить на рівні магістратури. Тому післядипломна освіта та навчання є ідеальною та найбільш підходящою формою. Тим часом методи дистанційного навчання можуть використовуватися для студентів очної форми навчання для розробки курсів загальної теорії, особливо якщо в країні надзвичайний стан. Управління вищим навчальним закладом, що має професійне спрямування та необхідний практичний елемент навчального процесу, стикаються з непростим завданням - зрозуміти, як адаптувати навчання до поточної ситуації. Дистанційне навчання демонструє гнучкість. Можливі такі види дистанційного навчання: без присутності викладача у разі засвоєння теоретичного курсу або з частковою присутністю викладача при проведенні практичних та лабораторних занять.

Таким чином, можна організувати дистанційні курси поряд із традиційними методами навчання з мінімальними людськими та технічними ресурсами. Основою для впровадження цих методик можуть бути експериментальні курси, організовані різними відділеннями закладу, та експериментальні курси, організовані клінічними відділеннями відповідно до лікувально-профілактичних закладів. Тим часом система дистанційного навчання та підвищення кваліфікації медичних працівників має складатися з таких елементів: проведення дистанційних лекцій та семінарів з детальним дослідженням раніше прочитаних лекційних матеріалів, практичні заняття з методів діагностики, лікування, хірургії та індивідуальних телеконсультацій.

УДК 378

Галушко К.С.

Застосування сучасних технологій в навчанні майбутніх медичних працівників

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

galushko.kate@bsmu.edu.ua

Анотація. Медична освіта швидко змінюється під впливом багатьох факторів, у тому числі змінюється середовище охорони здоров'я, змінюється роль лікаря, змінюється очікування суспільства. Стрімких змін зазнає й медична наука, що в свою чергу вимагає застосування різноманітних педагогічних технік. Очевидно, що з розвитком інноваційних технологій очікування суспільства щодо безпеки пацієнтів зростають. В першу чергу зростає інтерес до

етичних питань взаємодії медичного працівника з пацієнтом та процедур навчання на живих пацієнтах. Така практика все ще має місце, але все більшого розвитку набуває освоєння практичних навичок за допомогою симуляторів та симуляційних програм. Основні цілі використання сучасних технологій у медичній освіті включають набуття знань, пришвидшують прийняття рішень, урізноманітнюють сприйняття навчального матеріалу, покращують координацію навичок. Також відбуваються відпрацювання рідкісних або критичних подій, уміння працювати у команді та покращення психомоторних навичок. Усі ці цілі можуть бути досягнуті за допомогою застосування новітніх технологій.

Ключові слова: технологія, зміни, навчання, покращення, рішення.

Такі технології, як відео з навчальними матеріалами, подкасти з доступом до онлайн класів, мобільні додатки, відеоігри, симулятори (тренажери, інтегровані симулятори, віртуальна реальність) та зовнішні пристрої (Google Glass) – це деякі з доступних методів, що описують зміни в освітньому середовищі. У статті описано, як використання технологій може бути застосовано для вирішення багатьох проблем у забезпеченні якості медичної освіти у сьогоденні та у майбутньому.

Використання технологій в медичній освіті розвивалося протягом багатьох років. Тенденція у використанні технологій в першу чергу набуває розмаху у відповідь на завдання, що стоять перед медичною освітою. Зміна медичного середовища означає переміщення надання медичної допомоги з традиційної амбулаторної лікарні, що дозволить надавати допомогу в набагато коротший термін часу, але й вимагає змін підходу у наданні допомоги та змін при оформленні документації з усією інформацією у цифровому форматі, включаючи дані про здоров'я та про медичні послуги. У суспільстві відбуваються зміни орієнтирів, безпека пацієнтів є пріоритетом на всіх рівнях медичної освіти.

Відбувається також зміна наголосу в навчальній програмі, як для студентів, так і для аспірантів, від простого набуття знань до необхідності демонстрації компетенцій [1]. Стрімкий розвиток інноваційних технологій для отримання медичних знань дозволяє майбутнім медичним працівникам опановувати знання за допомогою інструментів, необхідних для надання якісної допомоги пацієнтам. Щороку в біомедичній літературі публікується понад 600 000 статей. Якщо студент прочитав би хоча б 2 статті на день, за 1 рік ця сумлінна людина відставала б більше ніж на 800 років [2]. Хоча вже давно говорять, що лікарі повинні навчатися протягом усього життя, ця концепція зараз є імперативом. Нове покоління називають «digital natives», це такі молоді люди, народжені в цифровому світі, які вільно говорять мовою

технологій. Вони очікують, що освіта відобразатиме їхній досвід на різних рівнях технологій інтеграції та звикли до технологічних середовищ навчання. Очевидно, що медицина переживає швидкі зміни використання технологій у наданні допомоги.

Освітні цілі використання технологій у медичній освіті включають полегшення набуття знань, полегшення сприйняття навчального матеріалу, покращення прийняття рішень, покращення координації навичок, тренування швидкого реагування у випадку критичних подій, навчання командній співпраці та покращення психомоторних навичок. Для досягнення цих цілей можуть використовуватися різні технології. Завдання педагогів ефективно використовувати новітні технології для перетворення навчального процесу в більш персоналізовану і ширшу співпрацю. Кредо нової епохи технологічних інструментів для освіти: «Кожен може навчитися чому завгодно в будь-який час».

Навчання студентів-медиків значно покращується за допомогою використання комп'ютерних технологій. Одним із прикладів є використання подкастів, де студенти мають змогу переглянути онлайн-лекції перед заняттям, що забезпечує якіснішу взаємодію з викладачем в подальшому. Завдяки чому час безпосереднього спілкування між студентом і викладачем під час заняття можна витратити на подальше вивчення складних питань або обговорення та вирішення проблемних ситуацій.

Персональні цифрові пристрої зазвичай використовуються студентами для вирішення медичних питань управління, ведення пацієнтів та прийняття рішень щодо лікування. Існує чисельний ряд медичних програм для iPhone та Android пристроїв, які сприяють полегшенню роботи медичного працівника. Багато з яких зосереджені на анатомії та фізіології, але деякі застосовуються для вирішення медичних проблем діагностики та лікування. Згідно американському дослідженню рекомендації щодо найкращих програм для студентів надає веб-сайт iMedicalApps.com [3], а також посилання на інтернет-додатки. Наприклад, Стенфордський університет має веб-сторінку «Студентський додаток», де відображений весь перелік програм та додатків, які необхідні для навчального процесу і для подальшої практики. Також є багато медичних програм доступних для використання як на планшетах так і на смартфонах.

Також хотілося б відмітити застосування цифрових ігор для підготовки медичних працівників. Так звані «серйозні» ігри використовують як навчальні інструменти, що забезпечують сприйняття складних процесів у легшій формі, в результаті матеріал сприймається зовсім по іншому і засвоюється краще. Часто такі підходи використовуються

для навчання майбутніх хірургів. Використання серйозних ігор для хірургічного процесу навчання покращує координацію очей і рук, сприяє набуттю рефлексів.

Основним аспектом розвитку викладання та навчання медичних працівників сьогодні є практичне застосування симуляційних програм та імітація реальних пацієнтів, анатомічних областей чи клінічних завдань, де повністю відображені реальні обставини, в яких надаються медичні послуги. При правильному створенні відповідних умов високоточні медичні симуляції полегшують навчання, що є запорукою кращого сприйняття матеріалу та підвищують якість здобуття необхідних навичок. Основними характеристиками такого процесу навчання є отримання зворотного зв'язку, відпрацювання практичних навичок може повторюватися, можливість відокремити діапазони рівнів складності, відпрацювання різних стратегій, здатність визначати результати та контрольні показники. Звичайно є певні недоліки також, наприклад, дослідження в цій галузі потребують покращення з точки зору точності та якості, високоточні медичні симуляційні тренажери є освітньо ефективними, але не завжди вони якісні. Основи моделювання доповнюють медичну освіту також при симулюванні догляду за пацієнтами. Використання симуляційних моделей дозволяє відпрацьовувати навички починаючи від простого відтворення завдань на ізольованих частинах тіла до складніших комплексних завдань при зміні фізіологічних параметрів. Один з найперших симуляторів, манекен на ім'я Rescusi Anne, був розроблений 35 років тому, коли було запроваджено протоколи реанімації «рот в рот». Приблизно в той же час з'явився симуляційний манекен для відпрацювання навичок кардіо реанімації, який й досі використовується в усьому світі медичними закладами освіти та лікарнями.

Тренажери можуть бути не повними та інтегрованими. Не повні складаються з тривимірних зображень частин/областей тіла з функціональними можливостями для навчання анатомії та для відпрацювання процедурних або психомоторних навичок, таких як пластичні руки для ін'єкцій або накладання швів. Palp-Sim є прикладом програми, яка використовує тактичну систему, що забезпечує моделювання для розміщення канюлі в стегновій артерії. Симуляційні системи відтворюють кінестетичне сприйняття і створюють відчуття стійкості при використанні інструментів у імітованому середовищі. Інтегровані тренажери представляють собою поєднання манекену (зазвичай ціле тіло) з комп'ютерними керованими елементами, щоб забезпечити вихідні фізіологічні параметри, які можуть бути фізичними (наприклад, частота пульсу або дихальні рухи) або електричними (показники моніторів). Такі тренажери часто використовуються як основні платформи для організації симуляційних центрів. Вони намагаються повторити повністю функціонуючі операційні, відділення

інтенсивної терапії, відділення невідкладної допомоги або палати пацієнтів. Добре структурований симуляційний центр може забезпечити відпрацювання різних навичок без безпосередньої участі живих пацієнтів.

Симуляція віртуальної реальності (VR) є відтворенням середовища або об'єктів як складного комп'ютерного зображення/відео [4]. У моделях VR комп'ютерний дисплей імітує фізичний світ і взаємодію користувача з комп'ютером в рамках цього модельованого (віртуального) світу. Існує ряд програм VR, які використовуються в медичній освіті, наприклад, MIST VR (Minimally Invasive Surgery Trainer—Virtual Reality) був розроблений спеціально для надання студентам реалістичного та оцінюваного середовища для розвитку навичок, зокрема в області лапароскопії.

Проект віртуальної людини LINDSAY, відтворює комп'ютером тривимірну анатомічну та фізіологічну модель, дозволяє користувачеві візуалізувати органи та частини тіла людини в 3-D моделюванні з використанням двовимірних комп'ютерних інтерфейсів, включаючи мобільні пристрої, і забезпечує глибокий підхід до анатомії та фізіології. Використання анатомічних імітаційних моделей не є поширеним і не є досконалим. Одне рандомізоване дослідження Ніколсона показало, що 3-D анатомічна модель покращила засвоєння студентами анатомії вуха.

Second Life — це віртуальний онлайн-світ, розроблений Linden Lab (компанією, що базується в Сан Франциско, Каліфорнія) і запущений 23 червня 2003 р., станом на 2014 р. має приблизно 1 млн. постійних користувачів. У віртуальному середовищі, що моделюється Second Life, користувачі існують за допомогою аватарів які реалістично взаємодіють з іншими аватарами в Інтернеті [5]. Області навчання можуть бути встановлені, і аватари можуть відвідувати різні медичні установи або взаємодіяти з іншими аватарами, а також взаємодіяти з ними через інформацію, надану такими установами, як CDC, NLM, PubMed. На даний момент Second Life пропонує ряд медичних навчальних проектів, наприклад, віртуальний світ для навчання аускультатії серця, що дозволяє студентам (їхнім аватарам) відвідати віртуальну клініку та перевірити свої навички визначення звуків різних типів шумів у серці на основі звукових файлів. На даний момент освітяни знаходяться в процесі оцінювання якості Second Life в різних аспектах здобуття медичної освіти.

Google Glass тестується як новий рівень технології, який робить освіту більш реалістичною і потенційно ефективнішою. У Каліфорнійському медичному університеті в Сан-Франциско (UCSF), кардіоторакальний хірург П'єр Теодор, доктор медичних наук, використовував Glass на понад 20 операціях. Він використовує Google Glass для проектування

зображень на КТ, МРТ у полі зору, що дозволяє використовувати додаткові клінічні параметри для контролю даних.

Роль Google Glass та інших пристроїв стане звичайним явищем у системі охорони здоров'я як важливих клінічних інструментів, що використовуються медиком. Педагоги Каліфорнійського університету вважають, що студенти зможуть без використання рук спілкуватися за допомогою голосових команд і мати можливість безпечно транслювати та записувати діяльність догляду за пацієнтами за допомогою Інтернету.

Медична освіта швидко змінюється, під впливом багатьох факторів, включаючи зміну медичного середовища, зміна ролі лікаря, змінені суспільні очікування, швидко змінюється медична наука, і різноманітність педагогічних методик. Впливовим стає й Інтернет та мінливе середовище охорони здоров'я, глобалізація, орієнтир на зниження витрат, старіння суспільства, підвищення відповідальності перед громадськістю, вимоги персоналізованого догляду, розширення надання медичної допомоги нелікарями та зміна кордонів між здоров'ям та охороною здоров'я все це сприяє розвитку застосування технологій в медичній практиці. Проблеми підготовки майбутнього лікаря зумовлені необхідністю стандартизації компетенцій та результатів навчання, інтеграцією формальних знань у клінічний досвід, орієнтацією на здоров'я населення, медична допомога за високою вартістю, і розуміння організації надання медичних послуг. Використання технологій для безперервної медичної освіти стають все більш поширеними. Перелічено ряд освітніх переваг. Використання технологій полегшує отримання знань, покращує прийняття рішень, відточує координацію навичок та забезпечує занурення студента медика у середовище максимально близьке до реального, при цьому без загрози зашкодити пацієнту. Використання комп'ютерних технологій мають додаткову перевагу, оскільки вони можуть надати студенту, на будь-якому рівні, інструменти для продовження доступу до медичного симуляційного процесу, необхідних для надання якісної допомоги та навчання протягом усього життя.

Список використаних джерел

1. Sherwin J. Competency-based medical education takes shape. Association of American Medical Colleges. 2011. P95-107.
2. Barnett OG. Information technology and medical education. J Am Med Informatics Assoc. 1995;2:285–291.
3. Graafland M, Schraagen JM, Schijven MP. Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. Br J Surg. 2012;99(10):1322–30
4. Попова Г. В. Симуляційні тренажери в підготовці майбутніх судноводіїв. Information Technologies in Education. 2019. DOI: 10.14308/ite000690
5. Maged N. Kamel Boulos. Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. PubMed. UK. 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2007.00733>

Гарвасюк О.В.

**Технологія візуалізації при викладанні предмету «Патоморфологія» в умовах
дистанційного навчання**

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

olexandra.garvasuk@bsmu.edu.ua

Анотація. Технологія візуалізації навчальної інформації – система, яка включає в себе комплекс навчальних знань; візуальні способи їхнього представлення; візуально-технічні засоби передачі інформації; психологічні прийоми використання та розвитку візуального мислення в процесі навчання. Технологія візуалізації забезпечує відображення ключових елементів змісту навчального матеріалу. Шляхом застосування простих графічних символів, слів, малюнків, таблиць, схем, які послідовно створюються на екрані відповідно до усного викладу матеріалу. Методології скрайбінгу (англ. «scribe» в розуміння «drive a pen» – водити ручкою), застосування вебквестів при роботі з макропрепаратами при підготовці до підсумкового модульного контролю №2 з предмету «Патоморфологія» та застосування ментальних карт ефективно зарекомендували себе в умовах дистанційного навчання. В статті піднімаються питання щодо вимог, які постають перед сучасним викладачем, розкриваються особливості покоління Зет (особистості з 2003 р.н.) та обговорюється питання ефективного практичного заняття в цілому.

Ключові слова: технологія візуалізації, педагогічний процес, практичне заняття.

Практичним (*грец. prakticos – діяльний*) заняттям відводиться важливе місце навчальної діяльності серед різноманітних форм організації у вищій школі. Практичні заняття залишаються найпоширенішою формою організації навчального процесу у закладах вищої освіти та однією з найефективніших форм проведення занять [1]. Окрім основного призначення, практичні заняття допомагають викладачу краще пізнати інтелектуальний рівень кожного зі студентів, донести до них знання, різними способами перевірити, як ці знання засвоєні. Практичні заняття покликані поглибити, розширити й деталізувати знання, виробити у студентів навички щодо їх використання на практиці, розвинути ініціативу студентів до самостійного опрацювання матеріалу [2].

Таким чином, ефективне семінарське чи практичне заняття повинно бути наперед сплановане та підготовлене. Заняття є ефективним, якщо обидві його сторони (викладач –

студент) знають, що їм потрібно робити в кожен момент заняття. Відповідно, при підготовці до заняття викладач повинен розраховувати кожен його хвилину [3, 4].

Потрібно пам'ятати, що наразі у вищій школі викладачі мають справу з поколінням Зет (особистості з 2003 р.н.). Для налагодження ефективних особистісних взаємовідносин треба знати які саме особливості для цього контингенту студентів притаманні. Отже, спілкування в мережі інтернет для них більш пріоритетне, ніж в реальності; вони сприймають інформацію винятково візуально (зображення, відео); талановиті, креативні, творчі; не схильні до субординації; їхні почуття – це смайли, статуси, емоджи. Життя покоління Зет повністю пов'язане з технологіями, вони ростуть «в обіймах» з гаджетами, швидше навчаються новому та надають перевагу здоровому способу життя. Все, що вони роблять, потребує реакції оточуючих, байдуже негативної чи позитивної. Головне – увага до їхньої особистості [3].

Як завоювати увагу сучасного студента? Дані літератури вказують на те, що все потрібно візуалізувати та креативити, робити все швидко, мотивувати, бути уважним до кожного, давати можливість проявити себе, завдання давати чітко й детально, обмежувати в часі, завдання в свою чергу повинні бути творчі, максимально цікаві, залучати до командної роботи [5].

Резюмуючи вище зазначене – індивідуальний підхід до студента, вміння знайти потрібні слова, інтонацію, бути дружелюбним, володіти модерними засобами викладання та технологіями це все вимоги до сучасного викладача (Рис. 1).

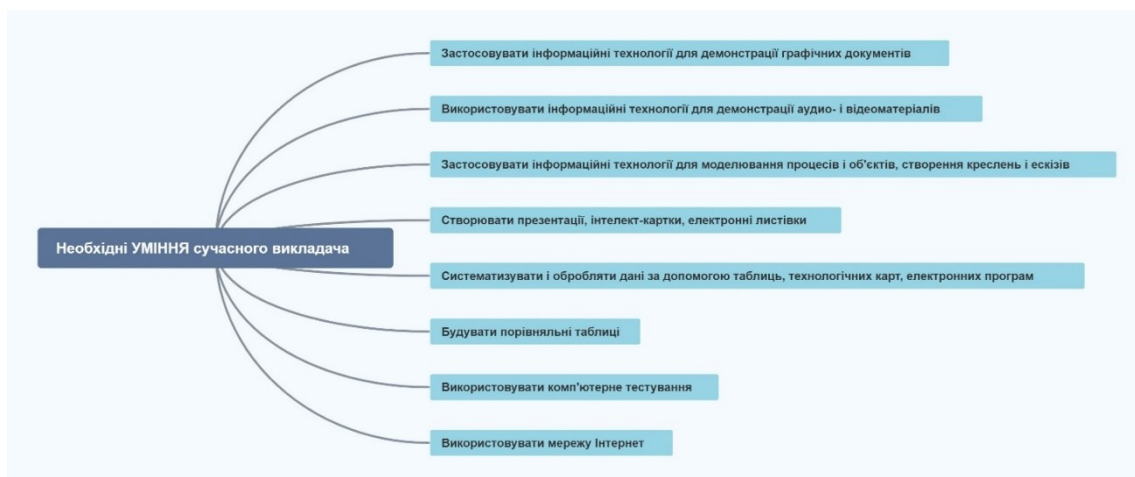


Рис. 1. Необхідні уміння сучасного викладача

В умовах дистанційного навчання викладання предмету «Патоморфологія» на кафедрі патологічної анатомії забезпечується в тому числі і технологією візуалізації. Технологія візуалізації забезпечує відображення ключових елементів змісту навчального матеріалу шляхом застосування простих графічних символів, слів, малюнків, таблиць, схем, які

послідовно створюються на екрані відповідно до її усного викладу (скрайбінг (англ. «scribe» – «drive a pen» – водити ручкою) [6, 7]. Так, використовуючи різноманітні комп'ютерні програми, можна легко та доступно пояснювати морфогенез різних патологій.

Ефективним стало застосування вебквестів при роботі з макропрепаратами, які відведені до підсумкового модульного контролю №2. Вебквест (webquest) в педагогіці – проблемне завдання, проєкт з використанням інтернет-ресурсів. Технологія передбачає використання інформаційних технологій для вирішення поставленого завдання, для пошуку необхідної інформації, оформлення результатів роботи у вигляді презентацій тощо; самонавчання і самоорганізацію; роботу в команді; навички публічних виступів [8].

Все частіше в процесі викладання предмету «Патоморфологія» допомагають так звані ментальні карти (mind cards) або інтернет-карти. Ментальна карта – це спосіб зображення загальної системи (структури, класифікації) за допомогою наглядних схем. Ментальна карта допомагає швидко та зручно запам'ятати основні терміни та поняття по темі практичного заняття та легко демонструвати основні положення теми лекційного матеріалу [9, 10]. Вигляд типової ментальної карти зображено на рисунку 2.

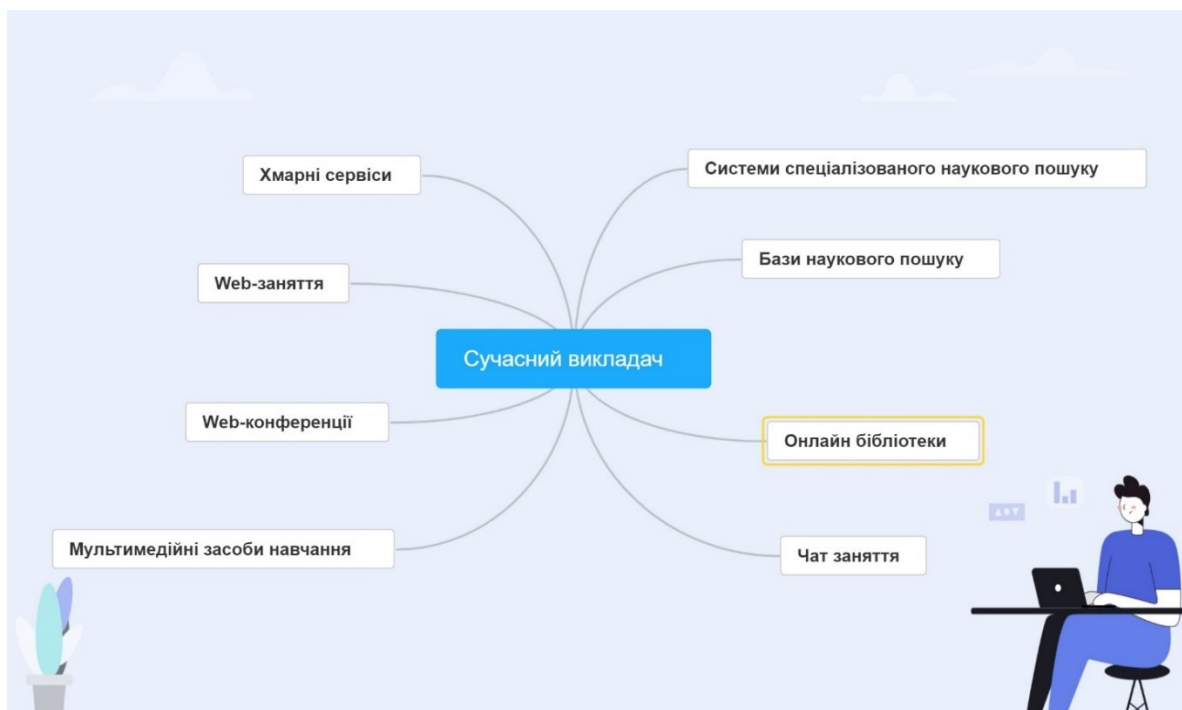


Рис.2. Типова ментальна карта

Світ стрімко змінюється і разом з цим методика викладання повинна змінюватись. Сучасні реалії кидають виклик науково-педагогічному складу вищої школи [11]. «Йти в ногу з часом» – кредо Буковинського державного медичного університету.

Список використаної літератури

1. Калашнікова Л. М., Жерновникова О.А. Педагогіка вищої школи у схемах і таблицях : навчальний посібник. – Харків, 2016. – 260 с.
2. Алексюк А. М. Педагогіка вищої освіти України. Історія. Теорія : [підруч. для студентів, аспірантів та мол. викладачів вищ. навч. закл.] / А. М. Алексюк. – К. : Либідь, 1998. – 558 с.
3. Лозова В. І. Теоретичні основи виховання і навчання : навч. посіб. / В.І. Лозова, Г.В. Троцько. – Х. : «ОВС», 2002. – 400 с.
4. Організація та проведення лабораторних, практичних та семінарських занять: метод.рек. для викладачів / І.С. Гриценко, С.В. Огарь, В.М. Кутепова, І.І. Светочева. – Х. : НФаУ, 2014. – 28 с.
5. Малихін О. В. Методика викладання у вищій школі : навчальний посібник /Малихін О. В., Павленко І. Г., Лаврентьєва О. О., Матукова Г. І. – К. :КНТ, 2014. – 262 с.
6. Екстрене дистанційне навчання в Україні: Монографія / За ред. В.М. Кухаренка, В.В. Бондаренка – Харків: Вид-во КП «Міська друкарня», 2020. – 409 с.
7. Прокопенко І. Ф. Сучасні педагогічні технології в підготовці вчителів : навч. посіб. / І. Ф. Прокопенко, В. І. Євдокимов – Харків : Колегіум, 2008. – 344с.
10. Сурмін Ю. Метод аналізу ситуацій (case-study) та його навчальні можливості / Ю. Сурмін // Освіта і управління. – 2006. – №1. – С.32 – 50.
8. Герлянд Т.М. Вебквест у професійному навчанні: методичні рекомендації; за редакцією Т.М. Герлянд. – К.: ІПТО НАПН України, 2016. – 141 с.
9. Гуревич Р.С. Сучасні інтерактивні технології навчання студентів / Р.С. Гуревич, М.Ю. Кадемія // Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія. – 2014. – №4. – С.99-104.
10. Лекції з педагогіки вищої школи: навчальний посібник / за ред. В. І. Лозової – Харків: «ОВС», 2006. – 496 с. 148
11. Хрестоматія з педагогіки вищої школи : навчальний посібник / [уклад. : В. І. Лозова, А. В. Троцько, О. М. Іонова, С. Т. Золотухіна ; за заг. ред. В. І. Лозової]. – Х. : Віровець А. П. «Апостроф», 2011. – 408 с.

Горбатюк І.Б.

Використання Google форми, як інструменту контролю знань студентів в умовах дистанційного навчання

*Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна
horbatiuk.inna@bsmu.edu.ua*

У 2020 році в зв'язку з поширенням коронавірусної інфекції Covid-19 в світі і оголошенням Всесвітньою організацією охорони здоров'я пандемії коронавіруса університети всіх країн були змушені перейти в формат онлайн-навчання. Вимушений перехід на дистанційну форму навчання, пов'язаний з пандемією, призвів до змін в системі організації процесу навчання [1-2]. Виникла необхідність в швидкому переформатуванні з

контактною/традиційною формою навчання на дистанційну за для забезпечення безперервності освітнього процесу в частковій або повній ізоляції [3]. Дистанційне навчання в Буковинському державному медичному університеті здійснювалося за допомогою сервісу відеоконференцій Google Meet. Практичні заняття проводилися в синхронному режимі. Під час практичних занять контроль знань студентів проводився переважно за допомогою дискусії обговорення актуальних контрольних питань щодо тематики заняття. Доволі зручним та об'єктивним виявилось використання Google форми, яка є дієвим інструментом, за допомогою якого можна легко і швидко планувати заходи, складати опитування та анкети, а також збирати іншу інформацію. Можливості даної форми дозволяють формувати різні варіанти та види індивідуальних завдань, використовуючи тестові завдання, відкриті запитання, ситуативні завдання, відео- та фотоматеріали. Щодо оцінювання вмісту завдань, також можна використовувати низку градацій та варіацій вірних відповідей від автоматичного оцінювання до самостійної перевірки отриманих результатів. Форму можна підключити до електронної таблиці Google, і тоді відповіді респондентів будуть автоматично зберігатися в ній. Використання Google форми також дозволяє викладачу зекономити час на перевірку завдань та об'єктивізувати результати.

Використання інформаційних інтерактивних технологій дозволяє оцінити рівень знань студентів, наочно продемонструвати та проаналізувати отримані результати, що полегшує роботу викладача в умовах дистанційного навчання.

Список використаних джерел

1. Tzivinikou S, Charitaki G, Kagkara D. Distance Education Attitudes (DEAS) During Covid-19 Crisis: Factor Structure, Reliability and Construct Validity of the Brief DEA Scale in Greek-Speaking SEND Teachers [published online ahead of print, 2020 Nov 16]. *Technology, Knowledge and Learning*. 2020;1-19. doi:10.1007/s10758-020-09483-1
2. Bin Mubayrik HF. Exploring Adult Learners' Viewpoints and Motivation Regarding Distance Learning in Medical Education. *Adv Med Educ Pract*. 2020;11:139-146. Published 2020 Feb 19. doi:10.2147/AMEP.S231651
3. de Oliveira MMS, Penedo AST, Pereira VS. Distance education: advantages and disadvantages of the point of view of education and society. *Dialogia*. 2018;29:139–152. doi: 10.5585/Dialogia.n29.7661.

Єрофєєва Д.О., Єгорєнков А.І., Пащенко В.В.

**Розробка навчально-методичного кейсу для міждисциплінарного вивчення теми
“Крило метелика як об’єкт дослідження біоніки та тема для аналізу феномену
структурно-функціонального зв’язку у живих системах”**

Національний медичний університет імені О.О.Богомольця, Київ, Україна

rompickaro@gmail.com

Міждисциплінарний підхід у навчанні студентів в умовах сьогодення являється необхідним для кращого розвитку компетенцій майбутніх фахівців. Особливо це стосується освіти студентів навчальних закладів медичного спрямування. Адже, у майбутніх лікарів має бути розвинене вміння комплексного аналізу інформації різного напрямку (науково-природничого, клінічного, гуманітарно-біоетичного), багатогранного (наприклад, системного) погляду на процеси у живому організмі. Практика показує, що ці якості добре розвиваються внаслідок вивчення студентами спеціальних міждисциплінарних курсів та роботи над індивідуальними проектами, що поєднують в собі декілька дисциплін та практично демонструють застосування знань різних напрямків у комплексі. Для створення навчального продукту такої інтеграції необхідно виконання декількох умов: наявність структурованості знань з інтегративним змістом, наявність у цієї галузі знань медичного призначення, створення навчального матеріалу для рівня студентів-медиків тощо. Тому для подальшого впровадження міждисциплінарних курсів з біофізичним змістом було створено конкретний освітній кейс, що відповідає вказаним умовам. Метою створення цього кейсу було підвищення рівня зацікавленості майбутніх лікарів у розвитку компетенцій в різних сферах знань; мотивація до вивчення окремих фундаментальних наук та клінічних дисциплін. Серед усіх наук, що відповідають вищевказаним умовам, найбільш слушною для вивчення студентами-медиками першого курсу є біоніка. Це відносно молода міждисциплінарна наука, "наука-перехрестя", в якій відбиваються особливості науково-технічної революції в формі інтеграції різних за своїм призначенням і методами наук: біології, фізики, хімії, кібернетики та інженерних наук. Є окремий напрямок біоніки – медична біоніка.

Отже, інтеграція міждисциплінарних курсів в освітній процес студентів медичних навчальних закладів є необхідною умовою та інструментом для покращення рівня підготовки майбутніх фахівців. Також важливим напрямком та результатом дослідження був самоаналіз роботи з точки зору розвитку доповідача-дослідника, який під час створення кейсу та його педагогічної апробації змінював структуру та зміст кейсу та особисті уявлення про медичну

біоніку та поняття про структурно-функціональний зв'язок у живих системах. Така специфічна особливість відрізняє дослідження суто науково-природничого змісту (який не включає до себе психолого-педагогічні аспекти роботи дослідника та слухачів) від досліджень по створенню навчально-інформаційних кейсів інтегративного змісту для студентів-медиків (що виконується в системі «дослідник - об'єкт дослідження - цільова група використання даного кейсу»).

При підготовці даного освітнього кейсу було проведено наступна робота: аналіз інформації з різних джерел (наведені нижче використані джерела), фотозйомка виставки метеликів Національного науково-природничого музею НАН України, зйомка циклу життя метелика в домашніх умовах, виготовлено сухі препарати з метеликів, досліджено структуру крилець з допомогою методів мікроскопії (використовувалися різні мікроскопи в залежності від мети спостереження), аналіз даних анкетування студентів під час апробації кейсу. До складу кейсу входять наступні матеріали: лекція-презентація за темою «Крило метелика як об'єкт дослідження біоніки та тема для аналізу феномену структурно-функціонального зв'язку у живих системах»; аудіовізуальний ролик з демонстрацією біофізичних властивостей метелика та структури його крилець; фотопостери на тему біоніки.

В ході презентації кейсу студентам-слухачам були продемонстровані різні фізичні особливості метелика, на основі яких можна яскраво прослідкувати структурно-функціональний зв'язок у живих системах та суть біоніки. Наприклад, в доповіді йшлося про кращі показники польоту у метеликів (мають пружні крильця) в порівнянні з жорсткими крилами інших комах; було розкрито питання виникнення іризації за рахунок лусок метелика. Саме ці особливості будови метелика є цікавими для вчених-біоніків. Усі матеріали були продемонстровані студентам першого курсу під час апробації кейсу на засіданні школи-семінару з фізики живого. Опісля було проведено збір відгуків та пропозицій щодо покращення якості кейсу з точки зору наданої інформації та сучасних методів навчання (у тому числі і дистанційних).

Список використаних джерел

1. Гармаш І.І. Таємниці біоніки – 176 с.
2. <https://opg.optica.org/ome/fulltext.cfm?uri=ome-3-8-1087&id=259420>
3. Гійо Агнес, Мейє Жан-Аркаді Біоніка. Коли наука імітує природу – 296 с.
4. <https://nauka.ua/news/biologi-opisali-mehanizm-polotu-metelikiv>
5. Кричевський Г.Є. Біоніка. Вчимося мудрості в природи – 221 с.

УДК: 378.091

Горошко О.М., Захарчук О.І., Матушак М.Р., Ежнед М.А.,

Сахацька І.М., Костишин Л.В., Драчук В.М.

Інформаційні технології в сучасній освіті

Буковинський державний медичний університет м.Чернівці, Україна

gorolesya@ukr.net

Анотація. Матеріал присвячений питанням впливу інформаційних технологій в діяльності системи освіти. У роботі визначено роль вміння використовувати інформаційно-комп'ютерні технології у навчальному процесі як основи професійної інноваційної діяльності. Дається виклад різновидів освітніх інновацій, а саме створення платформи дистанційного навчання, та визначено роль викладачів закладів вищої освіти, яка полягає в перетворенні наукових знань в інновації.

Ключові слова: інформаційні технології, технологія навчання, фармація, платформа дистанційного навчання.

Діяльність людини та суспільства цілком сьогодні сильно залежить від інформаційних технологій, які точно характеризують потреби сучасного суспільства та його рівень розвитку. Самі інформаційні технології розвиваються, як і самий розвиток суспільства, змінюються дуже швидко, що ставить перед системою освіти вимогу необхідності використання нових засобів навчання. Одним із пріоритетних напрямків реформування освіти в Україні є інформатизація навчального процесу, який включає комплекс соціально-педагогічних перетворень, пов'язаних із насиченням систем освіти інформаційною продукцією, технологією та засобами [1]. Складовою інформатизації навчального процесу у закладах вищої освіти є створення та впровадження комп'ютерно-орієнтованого освітнього середовища, основною метою якого є підготовка фахівців до діяльності в умовах інформаційного суспільства.

Вперше, вибірково питання «іновацій» у навчальному процесі ще у 60-70 роках, вже у 90-х роках ці визначення не лише згадувались, але і обґрунтовувались у працях В. Гінецінського, С. Гончаренка, В. Журавльова, В. Краєвського, І. Лернера, О. Пехоти, М. Скаткіна, С. Сисоєвої, В. Шубинського. Їх праці мали більше теоретично методологічний характер, де визначались загальні та конкретні форми навчання, так І. Бурлака, В. Вихрущ визначають форми навчання загальні та конкретні, а М. Скаткін, І. Лернер описують

проблеми, які відносяться до інновацій і творчої діяльності педагога [2,4]. Головною метою підготовка фахівця є комплексна перебудова педагогічного процесу, підвищення його якості та ефективності.

Метою роботи стало провести аналіз впливу інформаційної інфраструктури непедагогічного профілю на процес навчання та обґрунтувати забезпечення їх ефективного використання в навчальному процесі закладу вищої освіти.

Матеріали та методи дослідження. Об'єкти дослідження – літературні та електронні джерела інформації щодо інформаційних технологій та методичні матеріали навчального процесу у закладі вищої освіти.

Результати дослідження та їх обговорення.

Фармація є запорукою успіху створення новітньої української медицини в цілому, тому на сьогоднішній день проходить етап форматування. Фармацевтична галузь в умовах ринкової економіки потребує оперативного отримання, обробки та використання результатів інформації у процесі своєї діяльності. Сучасний рівень виробництва диктує нові вимоги до фармацевтичної продукції, тому автоматизація виробництва зменшує ризик виникнення браку та зводить «нанівець» допущення помилок персоналом у виробництві, які можуть призвести до втрати здоров'я споживачів лікарських засобів. Власне тому основне завдання закладів вищої освіти є підготовка спеціаліста, готового до практичної діяльності у інформаційному середовищі.

Інтеграція навчальних закладів та використання інформаційного середовища в навчальних цілях є пріоритетним та найбільш перспективним напрямом державної політики у галузі освіти. Серед компонентів комп'ютеризації навчального процесу є розроблення програмного забезпечення, які поділяються на навчальні, діагностичні (тестові), тренувальні, інформаційні, моделюючі, імітаційно-моделюючі (віртуальні середовища), інструментальні програмні засоби [3].

Інформаційні технології дають змогу викладачу змінити методи подання матеріалу та структуру проведення заняття, забезпечити нерозривний зв'язок у міжпредметній інтеграції, що у свою чергу дасть змогу розвивати індивідуальну здібність студента, концентрувати його увагу на розвитку та удосконаленню притаманних йому особистісних якостей, підтримувати прагнення до самоудосконалення. Також новітні технології будуть спонукати викладача здійснювати постійне динамічне оновлення навчального процесу, постійну адаптацію до змінних зовнішніх умов і контингенту студентів та забезпечить дебюрократизацію навчального закладу.

Інформаційні технології розширюють і організацію самостійної роботи студентів, забезпечують кожному студенту відповідну послідовність та швидкість сприйняття матеріалу, можливість самостійно організувати чергування та час вивчення матеріалу, розвивати навички аналітичної та дослідницької роботи, забезпечують можливість самоконтролю якості здобутих знань.

Використання інформаційних технологій у навчальному процесі впливає на характер навчально-пізнавальної діяльності студентів, активізує самостійну роботу студентів з різними електронними засобами навчального призначення.

В університеті створена платформа дистанційного навчання «MOODLE», де висвітлена інформація всіх навчальних курсів. Електронні навчальні курси включають організаційно-методичний блок (силабус (довідник) для студента, календарний план практичних занять та лекцій, графік відробіток та консультацій, графіки модульних контролів, глосарій, електронні книги, методичні вказівки), навчально-довідковий блок (презентації лекцій, конспекти, наочні матеріали, навчальні таблиці) та засоби самоконтролю (тестування у тренінговому та контролюючому режимах).

Оформлення теми відповідає методиці проведення відповідного заняття, методичним вказівкам практичної і самостійної роботи та включає: актуальність, основний зміст, питання для самоконтролю (теоретичні, тестові завдання, ситуаційні задачі), перелік літератури для користування. Інформаційне оформлення дистанційних матеріалів містить не тільки основний зміст, запозичений з начальних посібників, а й анімаційні відео, таблиці, графіки, посилання на електронні ресурси тощо. Поєднання текстової інформації з яскравими графіками систематизованими таблицями сприяє кращому сприйнятті інформації, оскільки монотонність стає неефективною через втомлюваність великих обсягів, а мультимедійні презентації, відео-ролики дозволяють посилити сприйняття навчального матеріалу, систематизувати інформацію.

Разом з тим розвиток інформаційних та комп'ютерних технологій, впровадження досягнень науково-технічного прогресу, що отримав назву «інформаційного буму» двояко впливає на процес навчання. З одного боку створення інформаційної інфраструктури та інтегрування її в інформаційне середовище дає вільний доступ до будь якої інформації та відкриває широкі можливості навчання; а з іншого – перенасиченість інформаційного простору не завжди дає можливість систематизувати, конкретизувати, вибрати основну інформацію, на якій необхідно зосередитися, що сприяє розсіюванню уваги, виокремлення деталей, оминаючи основний зміст. Одним із надзвичайно широким та максимально

насиченим є інформаційне середовище, що стосується медицини та фармації (медичних препаратів, лікарської рослинної сировини, маркетингових підходів). Збільшення обсягу самостійної роботи студентів вимагає постійної підтримки з боку викладача. Одна із важливих компонентів є консультації, які є самостійною формою навчальної діяльності та елементом інших форм навчання. Одним із таких є лекції, які на даний час проводяться за допомогою сервісу відео конференцій GoogleMeet у синхронному режимі, при цьому лекційний матеріал є у вільному доступі. Отож студенти мають змогу ознайомитись з матеріалом лекції до її оголошення, що покращить її сприйняття та дасть змогу проводити у формі діалогу, при якому студент може задати питання. Такий підхід дає можливість активізувати студента, оскільки лекція стає немов би адресована кожному студенту, а очікування відповіді активізує розумову діяльність студента, мобілізує увагу. Питання носять переважно проблемний характер, що підтверджує початок творчого мислення студента.

Крім того, за допомогою електронних курсів, на основі розроблених комп'ютерних програм можуть бути реалізовані всі види контролю, що з одної сторони знімає навантаження на викладача, а з іншої підсилює відповідальність та пунктуальність студента щодо часу виконання. Також сформовані банки тестових питань дають можливість студентам самостійно визначити свій рівень знань.

Фармацевтичні дисципліни є надзвичайно мобільні, широкий асортимент продуктів фармацевтичної промисловості невпинно зростає, а впровадження в медичну практику новітніх, високоефективних, більш безпечних лікарських засобів поступово витісняють існуючі на фармацевтичному ринку. Не залишаються осторонь і вимоги до виробництва лікарських засобів, що заставляє змінювати та удосконалювати нормативну документацію. Такі швидкі зміни призводять перенавантаження навчальної програми та виникненню ряду труднощів, з якими стикаються студенти та викладачі закладів вищої освіти. Враховуючи об'єм інформації, яку повинен опрацювати та засвоїти студент, самостійно упорядкувати та обґрунтувати її достатньо важко. Робота викладача заключається в тому, що він повинен великий об'єм подати інформації стисло, систематизовано, послідовно, акцентувати увагу студентів на основному матеріалі, який має найбільше практичне застосування. Робота викладачів закладів вищої освіти полягає в перетворенні наукового знання в інновації, тобто від ідеї до практичного використання, у якому, будучи суб'єктом інноваційного процесу, викладач стає суб'єктом процесу загальної творчості [5].

Для модифікації начального процесу та підготовки висококваліфікованого, конкурентоспроможного фармацевтичного фахівця комп'ютеризація дозволяє автоматизувати процеси навчання та контролю знань, зберігати й відтворювати інформацію у важливий момент, покращити організацію навчального процесу в потрібному напрямку, сприяє самореалізації студентів [6], забезпечує сприятливі умови для професійного становлення.

Висновок. Найважливішою умовою підвищення якості освіти є використання в навчальному процесі інформаційних технологій, головною метою якої є підготовка фахівців нової формації, адаптованих до життя в постійно мінливому світі, і створення для них умов самостійного пошуку.

Список використаних джерел

1. Грищенко О. Використання інформаційних технологій у навчальному процесі вчз / <https://lib.iitta.gov.ua/6037/1/Untitled0.pdf1.pdf>
2. Гуревич Р.С. Інформаційні технології навчання: інноваційний підхід : навчальний посібник / Р. С. Гуревич, М. Ю. Кадемія, Л. С. Шевченко ; за ред. Гуревича Р. С. – Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2012. – 9-12 с.
3. Карпенко А. С. Використання сервісів Google Apps у процесі інформатизації закладу вищої освіти / А. С. Карпенко // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2019. – Вип. 3(71). – С. 183-195.
4. Кремень В.Г. Методологічні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій в сучасній освіті/ Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи. Збірник наукових праць. Випуск 5. – Львів: ЛДУ БЖД 2017. С. 3-9.
5. Кузьмінський А.І. Інформаційні технології у навчальному процесі та організаційно-розпорядчій діяльності вищого навчального закладу / <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/25399/1.pdf;jsessionid=9BEE28656C83C76A57D19C630C63CC3F?sequence=1>
6. Gordiichuk S. V. Education quality management at a medical education establishment based on an innovative approach / S. V. Gordiichuk // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Педагогічні науки. – 2019. – Вип. 2. – С. 34-42.

Єжель М.І., Єгоренков А.І.

Вивчення питань термогомеостазу та терморцепції в організмі людини (біофізичні та нейрофізіологічні аспекти) для розкриття теми медичної термографії

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

ejmichael77@gmail.com

Під час вивчення студентами-медиками теми фізичних та біофізичних основ медичної термографії виникає уявлення про необхідність інтегративного вивчення та обговорення деяких додаткових тем. У рамках нашого науково-педагогічного дослідження було проведено аналіз таких питань з точки зору комплексного (науково- природничого та біомедичного) вивчення теми термографії. В першу чергу це стосується питань терморегуляції та терморцепції у живих системах (організму людини). Тому була сформульовано завдання розробки відповідного навчально-інформаційного кейсу, як додатка до загального кейсу з медичної термографії.

Відомо, що механізми терморегуляції і терморцепції організму є важливими частинами вивчення біофізики, нейрофізіології та інших дисциплін, що вивчають безпосередньо функції організму на фундаментальному рівні. Адже живий організм постійно продукує тепло, що йде на нагрівання тіла, в основі так званого теплового балансу лежать процеси теплопродукції і тепловіддачі, що є основами явища терморегуляції. Студентам-медикам не можливо буде системно розуміти всі аспекти медичної термографії без додаткового вивчення механізмів терморегуляції та терморцепції . Наприклад відомо (і це розглядається у матеріалах з фізичних основ медичної термографії у різних авторів) що для реєстрації інфрачервоного випромінювання за допомогою тепловізорів, як правило, використовується так звана болометрична схема реєстрації. Також відомо, що фізіологічне відчуття «теплого» чи «холодного» людиною виникає внаслідок роботи двох типів рецепторів – холодних та теплих. І на молекулярно-біофізичному рівні механізм термочутливості людиною тепла (але не холоду) пов'язаний із залежністю провідності спеціалізованих іонних каналів клітинних мембран від температури. Але термографічні прилади, що працюють за болометричною схемою вимірювання, не потребують двох типів «рецепторів». В цих приладах використовується один тип керованого реєстратора. Таке порівняння фізичного приладу медичного термографа та фізіологічного механізму терморцепції організму людини дає системне уявлення про феномен реєстрації тепла. Аналогічна ситуація (що розглядається

у рамках нашого дослідження) виникає і для термогомеостазу під час порівняння цього явища для організму людини та для фізичних систем.

Виходячи з вказаних обставин було розроблено інформаційно-освітній кейс: «Термогомеостаз та терморцепція в організмі людини (біофізичні та нейрофізіологічні аспекти)». Метою роботи було розширення теми термографії до системного рівня, який показує інтеграцію біофізичної, нейрофізіологічної та технічної специфіки реєстрації теплового випромінювання, генерації тепла тілом людини в залежності від специфіки нейрофізіологічної регуляції процесів тепловиділення. Такий системний підхід під час створення інформаційно-освітнього кейсу для студентів медиків дає більш широкую інформацію про теплове випромінювання людини та про зв'язок цього випромінювання з внутрішнім станом людини (що має значення для подальшого обговорення діагностичних можливостей) .

При підготовці кейсу було розроблено серію спрощених демонстраційних експериментів, що поширюють практичне уявлення студентів про терморегуляцію та терморцепцію організму людини. До складу кейсу входять презентація- лекції, набір фотопостерів та відеороликів за темою «Термографія» та «Термогомеостаз та терморцепція в організмі людини (біофізичні та нейрофізіологічні аспекти)». Матеріали кейсу було апробовано під час засідань факультативної школи-семінару з фізики живого (див. як приклад за посиланням: <https://nmuofficial.com/news/fizychni-metody-medyko-diagnostychnyh-vymiryuvan-tema-obgovorenyya-zasidannya-shkoly-seminaru-z-fizyky-zhyvogo-ta-bioetyky/>) .

Отже, досвід впровадження даного інформаційно-освітнього кейсу показав необхідність вивчення фізичних основ терморегуляції і терморцепції людського організму задля ефективнішого та інтегративного засвоєння матеріалів фізичних основ медичної термографії та фізичних основ роботи деяких фізіологічних систем організму. Це підвищує рівень професійної компетенції майбутніх лікарів у питаннях фізичних методів діагностики.

Список використаних джерел:

1. В.І. Цимбалюк., В.В. Медведєв. Людина і її мозок : монографія у 3-х т. – Вінниця: Нова Книга, 2022. – 432 с.
2. Д.І.Остафійчук, О.Г.Шайко-Шайковський, М.Є.Білов , К.І. Чіботару Термографія, застосування в медицині. Д.І.Остафійчук, О.Г.Шайко-Шайковський, М.Є.Білов , К.І. Чіботару : науковий огляд/ Клінічна та експериментальна патологія, Т.18, No1, 2019 р., 7 стор.
3. <https://www.nobelprize.org/uploads/2021/10/advanced-medicine-2021.pdf> - «Відкриття рецепторів температури та дотику (оригінал: «Discoveries of receptors for temperature and touch»)
4. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1616255114> - «Гіпоталамічний ланцюг, який контролює температуру тіла (оригінал: «A hypothalamic circuit that controls body temperature»)

Зайцева О.В., Лукомський Д.В., Чайка О.М., Чалий О.В.

**Сучасні проблеми біофізики в контексті досягнень нобелівських лауреатів в галузі
медицини та фізики**

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

dlukom.mbf@gmail.com

Висвітлення актуальних проблем біофізики є важливим аспектом підготовки майбутніх фахівців медичної галузі. «Сучасні проблеми біофізики (Нобелівські премії за видатні досягнення природничих наук у медицині)» – курс за вибором, що викладається на кафедрі медичної і біологічної фізики та інформатики НМУ імені О.О. Богомольця. На лекціях і практичних заняттях обговорюються найцікавіші питання біофізики, а саме такі, за дослідження яких були вручені Нобелівські премії. Основною метою є зацікавити студента і сформуванню у нього природничо-наукову картину світу, де медицина інтегрована в систему природничих наук.

Так, тема першої лекції курсу є «Основи синергетики: інтеграційні процеси “медицина – природничі науки”», де, поруч із іншими [1,2], обговорюються досягнення Джона О’Кіфа, Майбрида та Едварда Мозерів [3, 4], які отримали Нобелівську премію за відкриття так званих “place” та “grid” клітин мозку, що відповідають за систему орієнтації людини у просторі.

Далі обговорюються фізичні основи процесів сприйняття та обробки інформації органами зору, слуху, нюху. А саме, роботи, присвячені діоптриці ока Альвара Гульєстранда; відкриття, пов’язані з первинними фізіологічними й хімічними зоровими процесами в оці Рагнара Граніта, Холдена Хартлайна, Георга Валда, а також відкриття, що стосуються принципів обробки інформації в зоровій системі, Девіда Хантера Х’юбела та Торстена Візела [5]. Стосовно слуху, звертаємо увагу на відкриття фізичних механізмів сприйняття подразнень завитки Георга фон Бекеші. Також досліджуємо принципи організації системи органів нюху та дослідження нюхових рецепторів за роботами Річарда Ексела і Лінди Бак [6].

Далі обговорюється процес синаптичної передачі, який має декілька важливих етапів: доставка везикул в пресинаптичну область, збудження нервового імпульсу і його передача вздовж нейрона. За відкриття механізмів регуляції доставки везикул, головної транспортної системи наших клітин, отримали Нобелівську премію Джеймс Ротман, Ренді Шекман, Томас Зюдхоф [7, 8]; за відкриття, що стосуються іонних механізмів збудження і гальмування у периферійних і центральних ділянках мембрани нервових клітин – Джон Екклс, Алан

Ходжкін, Ендрю Філдінг Хакслі [9], а за відкриття, що стосуються передачі сигналу у нервовій системі, – Арвід Карлссон, Пол Грінгард, Ерік Кендел [10, 11].

Ми підсумовуємо наш курс обговоренням і моделюванням процесу синаптичної передачі, адже проблема міжклітинної взаємодії має таке ж принципове значення для живої природи, як проблема міжмолекулярної взаємодії для неживої природи. Дійсно, міжклітинна взаємодія – надзвичайно важливий процес для нормального функціонування організму живої істоти, який дозволяє узгоджувати роботу дуже великої за кількістю популяції клітин. Слід зазначити, що процес міжклітинної взаємодії лежить в основі мислення – мабуть, найважливішої відмінності живого від неживого [12-14].

Список використаних джерел

1. «Медична і біологічна фізика» / За ред. О.В.Чалого. - К. : Книга плюс, 2004.
2. Чалий О.В. Синергетичні принципи освіти та науки. К.: Віпол, 2000.
3. Solstad, T., Wocarsa, C.N., Kropff, E., Moser, M.-B. and Moser, E.I. (2008). "Representation of geometric borders in the entorhinal cortex". *Science*, 322, 1865–1868.
4. Sargolini, F., Fyhn, M., Hafting, T., McNaughton, B.L., Witter, M.P., Moser, M.-B., and Moser, E.I. (2006). "Conjunctive representation of position, direction and velocity in entorhinal cortex". *Science*, 312, 754–758.
5. David H. Hubel, Torsten N. Wiesel. *Brain and Visual Perception: The Story of a 25-Year Collaboration*. Oxford University Press, 2004.
6. Buck L, Axel R (April 1991). A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition. *Cell* 65 (1): 175–87.
7. Kaiser CA, Schekman R: Distinct sets of SEC genes govern transport vesicle formation and fusion early in the secretory pathway. *Cell* 1990; 61:723-733.
8. Hata Y, Slaughter CA, Südhof TC: Synaptic vesicle fusion complex contains unc-18 homologue bound to syntaxin. *Nature* 1993; 366:347-351.
9. Hodgkin A.L., Huxley A.F., *J. Physiol.*, 1952, 117, No. 4, 500–544; doi:10.1113/jphysiol.1952.sp004764.
10. Kandel, Eric R. (2012), *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*, New York: Random House.
11. Kandel, Eric R. (2016), *Reductionism in Art and Brain Science: Bridging the Two Cultures*, New York: Columbia University Press.
12. A.V.Chalyi, A.N.Vasilev, E.V.Zaitseva. Synaptic transmission as a cooperative phenomenon in confined systems / *Condensed Matter Physics*, 2017, vol. 20, No. 1, 13804.
13. Chalyi A.V., Vasilev A.N. Trigger regime of the functioning of the synaptic channel, *Biophysics*, 2010, 55, 600; doi:10.1134/S0006350910040147.
14. Chalyi A.V., Vasilev A.N. Cooperative Operation Mode of the Synaptic Channel, *Ukr. J. Phys.*, 2009, 54, 1183.

УДК 378.016:577]:[001.894:[53+61]](477)(043.3)

Гриценко Н.Л.

Методичні засади побудови структурно-функціональної моделі підготовки майбутніх лікарів з використанням фізико-технічних відкриттів

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, кафедра медичної і біологічної фізики та інформатики, Київ, Україна
nataly812305@gmail.com

Анотація. Проаналізовані можливості та переваги використання структурно-функціональної моделі підготовки майбутніх лікарів з використанням фізико-технічних відкриттів, а також проаналізовано ефективність професійно-орієнтованого навчання, що забезпечує реалізацію принципу наступності допрофесійної та професійної підготовки майбутніх лікарів через природничо-математичний напрям профільного навчання в ЗСО і навчанні медичної та біологічної фізики на першому курсі (М)ЗВО.

Ключові слова: фізико-технічні відкриття, структурно-функціональна модель, принцип неперервності освіти, кейс-метод, презентації наукових трендів, модельні інтегровані програми, предметні компетентності, інноваційність.

Список скорочень:

ЗВО	заклад вищої освіти;
ЗМ	змістовий модуль;
ЗСО	заклад середньої освіти;
ЗУ	Закон України;
МБФ	медична і біологічна фізика;
МБФІ	медична і біологічна фізика та інформатика;
МОЗ України	Міністерство охорони здоров'я України;
МОН України	Міністерство освіти України;
(М)ЗВО	медичний заклад вищої освіти;
НМУ	Національний медичний університет імені О.О. Богомольця;
НУШ	Нова українська школа.

Історичний розвиток медицини постійно і зростаючими темпами зазнає закономірного впливу базових фундаментальних природничих дисциплін. Безумовно, що основною серед фундаментальних наук є фізика, яка займає (з XVII ст.) лідируючі позиції, а згодом біофізика та медична фізика (з XIX-XX ст.), як прикладні розділи фізики, в яких фундаментальні закони та досягнення фізики застосовуються для пояснення процесів, що відбуваються у медико-

біологічних системах, зокрема – людському організмі, з метою їх використання для розв'язання практичних завдань медицини, перш за все, системи охорони здоров'я людини [1].

Варто зазначити, що завдячувати потрібно вченим фізикам, біологам, фізіологам, медикам, наукові відкриття яких дали поштовх в розвитку медицини. Серед лауреатів Нобелівської премії в галузі медицини та фізіології є багато вчених фізиків – Арчібальд Хілл (1922 рік, Англія) – за відкриття у галузі теплотворення м'язів, Георг Бекеші (1961 рік, Угорщина) – за відкриття фізичних механізмів подразнення равликом, біофізик Моріс Вілкінс (1962 рік, Англія) – за відкриття, що стосуються молекулярної структури нуклеїнових кислот та їх значення для передачі інформації у живій матерії, біофізик Алан Ходжкін (1963 рік, Англія) – за відкриття іонних механізмів, що беруть участь у збудженні та гальмуванні. Макс Дельбрук (1969 рік, США) – за відкриття механізмів реплікації і генетичної структури вірусів, Розалін Ялоу (1977 рік, США) – за розвиток радіологічних методів визначення пептидних гормонів, А. М. Кормак (1979 рік, США) та Годрі Хаунсфілд (1979, Англія) – за розробку методів рентгенівської комп'ютерної томографії, Девід Хьюбелл (1981 рік, США) – за відкриття, пов'язані з обробкою інформації у зоровому аналізаторі. Пітер Менсфілд (2003 рік, Великобританія,) та хімік і біофізик Пол Лотербур (2003 рік, США) за дослідження в галузі магнітно-резонансної томографії [2].

З іншого боку, існують беззаперечні історичні факти про те, що професором медицини Гілбертом (XVII ст., Англія) були закладені основи магнітостатики, і в той же час лікарем Гальвані (XVII ст., Італія) закладений початок розвитку уявлень про електричні поля в біологічних системах, так звана «тваринна електрика», що в результаті призвело до створення електромагнітної теорії у працях фізиків Фарадея та Максвелла.

Професор медицини Даніель Бернуллі та математик Леонард Ейлер (середина XVII ст, Швейцарія) заклали основи гідродинаміки. Професор медицини Томас Юнг (початок XIX ст, Англія) розробив хвильову теорію світла, ввів поняття механічної енергії та модуля пружності, а професор медицини Жан Пуазейль та німецький фізик Готтгільф Гаген (середина XIX ст, Франція, Німеччина) описали закон руху рідини, що використовується для визначення в'язкості і швидкості руху в капілярних трубках. Лікар Юліус Роберт Майер, фізик Джеймс Джоуль та фізик і лікар Герман Гельмгольц в середині XIX століття відкрили закон збереження енергії – універсальний закон перетворення енергії у живій природі. Це і є відповідь на питання, а що ж медики зробили для розвитку фізики на початковому етапі її становлення, і звісно ж всі вони достойні найвищої відзнаки і в галузі фізики, поєднання знань з фізики і медицини привели вчених до фундаментальних відкриттів.

В минулі часи не існувало істотної диференціації на фізиків і медиків (вчені одночасно були і лікарями і фізиками), що дало можливість стрімко розвиватись і фізичній і медичній науці паралельно, створюючи природничо-наукові теорії на основі єдиних принципів існування та розвитку всього матеріального світу як для опису явищ неживої природи (неорганічного світу), так і живої природи (органічного світу).

Нині, спостерігається все більша диференціація наук, і майбутній лікар, має можливість ознайомитись з фізико-технічними відкриттями вчених на двох рівнях: допрофесійної підготовки (ЗСО) та професійної підготовки (ЗВО), що відповідає принципу неперервності освіти при підготовці фахівців медичної галузі. Встановлено, що орієнтири на вибір медичних професій можуть проявлятися в учнів ще на рівні базової середньої освіти, які згідно освітніх нормативно-правових документів, з 2021-2022 навчального року вже навчатимуться за новими модельними інтегрованими програмами, що включатимуть в себе фізичну, хімічну, біологічну та географічну складові, які мають забезпечити підготовку учнів до вивчення базових дисциплін. На стадії розробки перебувають Державні стандарти профільного рівня підготовки, які мають набути чинності до 2024 року. Відповідно до ЗУ «Про повну загальну середню освіту» [Помилка! Закладку не визначено.] наразі виокреслені ключові компетентності, які формуються на базовому рівні підготовки в Новій українській школі (НУШ), а саме: компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій та інноваційність, які включають емоційно-ціннісне сприйняття природи та її пізнання для успішного життя в соціоприродному середовищі, виявлення допитливості і пізнавального інтересу до природничих проблем, критичне оцінювання здобутків природничих наук і техніки. Варто виокремити інноваційність, як важливу компетентність, що формує в учнів уміння описувати тенденції розвитку природничих наук, техніки і технологій; генерувати та втілювати нові ідеї в моделях, розробках, проектах; підтримувати конструктивні ідеї інших осіб, сприяти їх реалізації.

Для забезпечення принципу наступності навчання нами створено структурно-функціональну модель (Рис.1) реалізації методичних засад використання фізико-технічних відкриттів у навчанні медичної та біологічної фізики майбутніх лікарів, яка забезпечує функціональні зв'язки допрофесійної (профільної) та професійної освіти в умовах професійно-орієнтованого навчання. Орієнтуючись на професійну компетентність фахівця галузі охорони здоров'я, нами виокреслені базові складові компетентностей: когнітивна, процесуально-діяльнісна та мотиваційна. Професійно-орієнтоване навчання забезпечує реалізацію принципу наступності допрофесійної та професійної підготовки майбутніх лікарів через природничо-

математичний напрям профільного навчання в ЗСО і навчанні медичної та біологічної фізики на першому курсі (М)ЗВО.

В допрофесійній підготовці учні 10-12 класів можуть обрати природничо-математичний напрям профільного навчання в ЗСО (академічних ліцеях). Природничо-математичний напрям профільного навчання включає в себе такі навчальні профілі: фізико-математичний, хіміко-біологічний, хіміко-фізичний. Профільне навчання забезпечує створення оптимальних умов для виявлення задатків, нахилів і здібностей кожного учня, та створення умов відповідно до їхнього самовизначення та професійної орієнтації.

Обираючи один із навчальних профілів природничо-математичного напрямку, майбутнім фахівцям медичної галузі ми рекомендуємо обрати цикл курсів «Біологічна і медична фізика» (рекомендований МОН України, 2019 рік):

- Вступ до біофізики. Біомеханіка твердих тіл і рідин»,
- Фізичні основи гемодинаміки. Термодинаміка. Фізичні процеси в біомембранах.
- Електрика і магнетизм в медицині.
- Механічні коливання і хвилі. Акустика. Оптика. Елементи квантової біофізики і основи дозиметрії.

Цикл курсів передбачає поглиблення і розширення пізнавальних інтересів учнів, формування наукового світогляду учнів, ознайомлення з історією відкриттів та сучасними напрямками розвитку медичної та біологічної фізики, забезпечення прикладної і початкової професійної спеціалізації навчання [4].

На етапі професійної підготовки студенти 1 курсу (М)ЗВО вивчають дисципліну «Медична та біологічна фізика», де передбачено вивчення явищ живої природи, які відбуваються на всіх її рівнях організації, починаючи від молекул і клітин та закінчуючи біосферою в цілому; механізмів дії зовнішніх полів на організм людини, які лежать в основі функціонування сучасної електронної медичної апаратури та визначають головні принципи її роботи і використання. Робочою навчальною програмою (2021-2022 рр.) за спеціальністю 222 "Медицина" передбачено вивчення наступних ЗМ [5]:

- Основи математичної обробки медико-біологічних даних (основи математичного аналізу, основи теорії ймовірностей та статистичної обробки медико-біологічних даних);
- Біологічна фізика (фізичні властивості біомембран, іонний транспорт крізь мембранні структури, електричні мембранні потенціали спокою та дії);

- Електронна медична апаратура (медична електронна апаратура у діагностиці та терапії, медичне застосування основних фізичних законів разом з гемодинамікою і біореологією);
- Основи медичної оптики та радіаційної медицини (оптичні та квантово-механічні методи, дія іонізуючого випромінювання на людину, основи дозиметрії іонізуючого випромінювання);

Лекційний курс навчальної дисципліни «Медична та біологічна фізика» супроводжується лабораторним практикумом, який дає студентам додаткові компетенції та практичні навички, зокрема при використанні сучасного електронного медичного обладнання, приладів дозиметричного радіаційного контролю, інших фізичних і біофізичних методів у медицині.

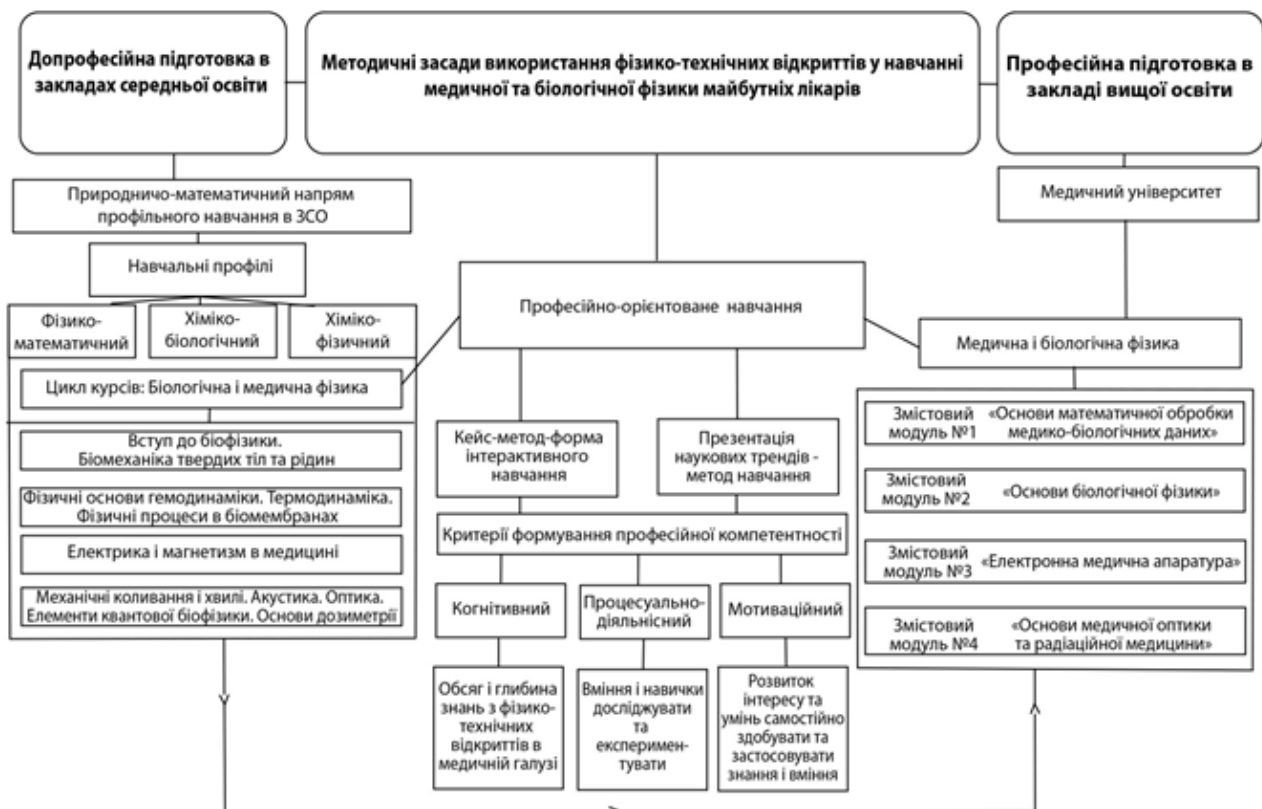


Рис. 1. Структурно-функціональна модель реалізації методичних засад використання фізико-технічних відкриттів у навчанні медичної та біологічної фізики майбутніх лікарів.

Знання та вміння, які набувають студенти спеціальності 222 «Медицина» [5], спеціалізацій «лікувальна справа», «педіатрія», «медико-профілактична справа» на кафедрі

медичної та біологічної фізики є необхідною складовою формування професійних компетенцій сучасного лікаря.

У відповідності до затвердженого нового навчального плану вивчення дисципліни «Медична та біологічна фізика» здійснюється впродовж двох семестрів на першому курсі. При цьому медична і біологічна фізика як навчальна дисципліна:

а) інтегрується з такими дисциплінами як медична та загальна хімія, медична біологія та іншими;

б) закладає фізичні та біофізичні основи вивчення студентами нормальної та патологічної фізіології, біологічної та біоорганічної хімії, біостатистики, гістології, рентгенрадіології та радіаційної медицини, гігієни та екології, офтальмології, оториноларингології та інших дисциплін.

Метою викладання навчальної дисципліни «Медична і біологічна фізика» є: формування у студентів системи знань про базові фізичні принципи та підходи до дослідження процесів у живій природі, фізико-технічні принципи функціонування медичних пристроїв, використання математичних методів в біомедичних дослідженнях, які складають основу предметних компетентностей з медичної та біологічної фізики і є невід'ємною складовою професійної компетентності майбутнього фахівця галузі охорони здоров'я, а також підґрунтям для вивчення фахово орієнтованих природничих та клінічних дисциплін у (М)ЗВО України.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Медична і біологічна фізика» згідно з вимогами освітньо-професійної програми до знань та вмінь студентів є такі:

знати:

- основи математичної обробки медико-біологічних даних;
- загальні фізичні та біофізичні закономірності, що лежать в основі процесів, які відбуваються в організмі людини;
- характеристики фізичних зовнішніх факторів, що впливають на організм людини, та біофізичні механізми цих впливів;
- призначення та принципи роботи електронної медичної апаратури, техніку безпеки при роботі з нею.

вміти:

- проводити математичну і комп'ютерну обробку медико-біологічної інформації;
- користуватися медичною апаратурою, що застосовується в діагностиці, електростимуляції та фізіотерапії (зокрема, в електрокардіографії, реографії,

імпеданс-плетизмографії, аудіометрії, оптичних та квантово-механічних приладах і системах, приладах радіометричного та дозиметричного контролю.

У відповідності до ЗУ «Про вищу освіту» пріоритетним напрямком є *професійно-орієнтоване* навчання, яке визначає компетентність як динамічну комбінацію знань, умінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, що формує здатність особи здійснювати професійну діяльність [6].

Для реалізації завдань професійно-орієнтованого навчання в створеній нами структурно-функціональній моделі: «Методичні засади використання фізико-технічних відкриттів у навчанні медичної та біологічної фізики майбутніх лікарів» запропоновані, на нашу думку, найбільш ефективні, два сучасні методи навчання, які дають можливість вдало розкрити питання фізико-технічних відкриттів та їх використання як у допрофесійній так і в професійній підготовці майбутніх лікарів. До них належать: кейс-метод та презентації наукових трендів.

Кейс метод (*Case study* – метод аналізу ситуацій) є ефективним методом у вивченні фундаментальних наук в медицині, зокрема в біологічній і медичній фізиці, яка може стати початковим етапом застосування методу аналізу ситуацій у навчанні майбутніх лікарів. Використання методу *Case study* на практичних заняттях за змістовими модулями «Основи біологічної фізики», «Електронна медична апаратура», «Основи медичної оптики та радіаційної медицини» дає можливість підвищити пізнавальний інтерес до дисципліни, сприяє розвитку дослідницьких, творчих навиків і набуття професійних компетенцій студентів-медиків.

Особливою рисою методу є створення проблемної ситуації на основі фактів з реального наукового життя фізиків, що здійснили відомі відкриття в науці. Шлях до відкриття пов'язаний з науковою діяльністю не одного покоління вчених, де кожен робить свій внесок, не завжди оптимальний, але в повній мірі той, що прискорює відкриття. *Case study* в конкретних ситуаціях, які розроблені з фактичного матеріалу, саме занурення в історію відкриттів, розгляд конкретних ситуацій, які привели до відкриття, дає можливість на практичних заняттях зі студентами перейти від істини плюралістичної до істини, що дає однозначну відповідь на поставлене питання. Метод дає можливість акцент навчання переносити не лише на оволодіння готовими знаннями, а на їх вироблення, на спільну партнерську роботу студента та викладача, який від трансляції знання, що характерно класичному навчанню, переходить до управління дослідницькою і пошуковою роботою

студента. Результатами застосування методу є не тільки знання, але й навички професійної діяльності. Метод *Case study* розвиває такі професійні компетенції особистості майбутнього лікаря, як здатність до аналізу і діагностики проблем, вміння чітко формулювати і висловлювати свою позицію, спілкуватися, дискутувати, сприймати й оцінювати інформацію, яка надходить у вербальній і невербальній формах.

Для розвитку інтересу та формуванню умінь самостійно здобувати знання студентам, використовуючи метод *Case study* у навчанні «Медичної та біологічної фізики» ми пропонуємо теми вивчення наукових відкриттів таких вчених: «Ернст Вебер та Густав Фехнер – творці психо-фізичного закону сприйняття звуку», «Томас Юнг – творець хвильової теорії світла», «Даніель Бернуллі та Леонард Ейлер – творці основ гідродинаміки», «Юліус Роберт Майер, Джеймс Джоуль та Герман Гельмгольц – відкривачі закону збереження енергії», «Вільям Ейнтховен – творець методу електрокардіографії», «Алан Кормак та Годрі Хаунсфілд – творці методу рентгенівської комп'ютерної томографії», «Пітер Менсфілд та Пол Лотербур – творці методу магнітно-резонансної томографії» та інші. Однією з найкращих форм використання методу *Case study* при вивченні фізико-технічних відкриттів є кейси-спогади, які характерні тим, що в них час прокручується назад, що дає можливість аналізу ситуації в минулому, хоч самі спогади можуть бути безсистемні, фрагментарні, що створює певні труднощі з відновленням подій. Аналіз кейса зводиться до реконструкції ситуацій, її осмислення в аспекті тієї чи іншої парадигми дослідження.

В теорії і практиці даного питання важливе місце займають види аналізу кейсів: проблемний, причинно-наслідковий, прагматичний, аксіологічний, ситуаційний, прогностичний, програмно-цільовий. Формально можна виділити такі етапи кейсу: ознайомлення студентів з текстом кейсу, аналіз кейсу, організація обговорення кейса, дискусії, презентації, оцінювання учасників дискусії і підведення підсумків дискусії. Практика підтверджує, що найчастіше ознайомлення з текстом кейсу здійснюється до обговорення і реалізується як самостійна робота студентів, де в першу чергу, слід виявляти ключові проблеми кейсу та зрозуміти, які саме з представлених даних важливі для його вирішення. Завершальним етапом методу *Case study* є оцінювання учасників, враховуючи дидактичні принципи навчання: об'єктивність, обґрунтованість, систематичність, всебічність, оптимальність. Метод *Case study* – це особливий і гнучкий педагогічний ресурс або універсальний засіб для реалізації завдань професійно-орієнтованого навчання і є однією з

сучасних ефективних технологій навчання при вивченні фізико-технічних відкриттів у навчанні майбутніх лікарів.

Презентації наукових трендів є ефективним методом сучасних технологій навчання. Нині однією з традиційних форм організації навчання студентів медиків у ЗВО залишається лекція, що є дієвим способом передавання знань. Сучасну лекцію ми вже не уявляємо без використання презентації, яка включає в себе три основні компоненти: промова лектора, слайди, додаткові матеріали (студент отримує індивідуально список літератури та інших посилань, що містять деталі інформації, що презентуються). Головним в презентації є промова лектора, а зображення на екрані є допоміжним. Презентації дають можливість поєднувати слайди різного змісту і форми, які мають бути наповнені науковими трендами (тенденціями в наукових відкриттях). Однак, використання презентацій наукових трендів також є ефективним засобом навчання і на практичних заняттях, що забезпечує обсяг і глибину знань з фізико-технічних відкриттів в медичній галузі та формує у студентів вміння та навички досліджувати та експериментувати. Важливою функцією наукових трендів є своєчасне ознайомлення студентів з сучасними тенденціями розвитку, зокрема, в діагностичній радіології спираючись на інформаційні технології, які розвиваються і впливають на суспільне життя, за допомогою мобільних гаджетів можна забезпечити прямий зв'язок пацієнта з віддаленим центром діагностики. Сучасним трендом в радіології є вирішення проблеми консультацій пацієнтів на відстані, яким займається телемедицина, як один з напрямків практичної медицини, що тісно пов'язаний з сучасними цифровими технологіями і розвивається дуже швидкими темпами в світі.

Запропонована нами модель включає навчання учнів та студентів на всіх етапах підготовки, є ефективною і позитивно впливає на формування предметних та професійних компетентностей сучасних лікарів і забезпечує реалізацію принципу наступності допрофесійної та професійної підготовки майбутніх лікарів через природничо-математичний напрям профільного навчання в ЗСО і навчанні медичної та біологічної фізики на першому курсі (М)ЗВО [7].

Список використаних джерел

1. Чалий О. В. Медична фізика: історія розвитку, досягнення, перспективи. *Біомедична інженерія та медична фізика*. 2016. № 1. С. 58–65.

2. Стучинська Н. В. Формування фундаменту професійних компетентностей майбутніх лікарів у процесі навчання фізико-математичних дисциплін. *Научные исследования. Теория и практика*. С. 71–74. URL: http://xn--e1aajfpcds8ay4h.com.ua/files/image/konf%208/sb8_2_15.pdf (дата звернення: 01.06.2022).
3. Закон України Про загальну середню освіту: № 463-IX від 16 січня 2020 року. *Верховна Рада України. Законодавство України: офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text> (дата звернення: 01.06.2022).
4. Гриценко Н. Л. Цикл курсів «Біологічна і медична фізика». *Збірник програм курсів за вибором і факультативів з фізики та астрономії 6–12 класи*. Харків: Основа. 2019. С. 53–62.
5. Робоча навчальна програма з навчальної дисципліни. *Національний медичний університет імені О. О. Богомольця: веб-сайт*. URL: <http://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/departament-medical-biological-physics/navchalno-metodychna-robota/>. (дата звернення: 01.06.2022.)
6. Закон України Про вищу освіту: № 1556-VII від 1 липня 2014 року. *Верховна Рада України. Законодавство України: офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (дата звернення: 01.06.2022).
7. Гриценко Н. Л., Чалий О. В., Стучинська Н. В. Методичні засади використання фізико-технічних відкриттів в курсі медичної та біологічної фізики майбутніх лікарів. *Theoretical foundations of the functioning of education. Ways to improve the effectiveness of educational activities: collective monograph*. Boston: Primedia eLaunch, 2021. Pp. 523–531. DOI: 10.46299/ISG.2021.MONO.PED.II-523-531.

Іванчук М.А., Кульчинський В.В.

Комплексний підхід до викладання медичної інформатики студентам медичних факультетів

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна
ivanchuk.m@bsmu.edu.ua, kulchynsky@bsmu.edu.ua

Метою нашого дослідження була розробка навчального курсу Медична інформатика, в якому б впродовж вивчення дисципліни студенти працювали з одним масивом інформації медичного спрямування, при цьому вивчаючи різні можливості інформаційних технологій для її обробки. Для реалізації цієї мети в Google таблицях була створена база даних Лікарня, що імітує базу даних медичної установи. База даних Лікарня містить інформацію про інструментальні, біохімічні показники, показники загального аналізу крові 450 пацієнтів з різними діагнозами. Крім того було створено файл з теоретичними відомостями про всі показники, що містить коротку медичну інформацію про кожен показник та його нормальні значення для пацієнтів різної статі та віку.

З першого заняття студенти знайомляться з базою даних Лікарня та опановують надалі різноманітні навички обробки медичної інформації. Студенти створюють блок-схеми алгоритмів для визначення відповідності нормі показників пацієнтів, призначення їм вірної дози лікарських засобів, визначення локалізації гострого інфаркту міокарду, визначення серцево-судинного ризику за шкалою SCORE і т.ін. При опануванні навичок роботи в Google таблицях студенти сортують, фільтрують та візуалізують інформацію про пацієнтів з бази даних Лікарня, а також виконують різноманітні розрахункові завдання. Після опанування студентами базових навичок роботи в Google таблицях, завдання ускладнюються – студентам пропонується створити системи підтримки прийняття рішень для визначення післяопераційного ризику, серцево-судинного ризику, локалізації гострого інфаркту міокарду для пацієнтів бази даних Лікарня з використанням алгоритмів, розроблених на перших заняттях. На подальших заняттях студенти вивчають основи статистичного аналізу медичних даних - формують вибіркові сукупності, знаходять їх статистичні показники, перевіряють розподіли отриманих вибірок на нормальність, застосовують статистичні тести для перевірки гіпотез. При опануванні навичок обробки медичної інформації із застосуванням Google Data Studio, в якості джерела інформації використовується база даних Лікарня, що дозволяє студентам опанувати можливості створення різноманітних звітів з візуалізацією інформації на вже звичних для них даних.

Вважаємо, що запропонований нами підхід, що полягає у використанні однієї бази даних для опанування різноманітними навичками обробки медичної інформації, дає можливість підвищити мотивацію студентів для вивчення дисципліни медична інформатика, що в свою чергу, покращує якість засвоєння матеріалу.

Кривчанська М.І., Булик Р.Є.

Дистанційне навчання під час війни – емоційна складова комунікації

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

krivmar@bsmu.edu.ua

24 лютого 2022 року життя українців змінилося назавжди, війна принесла нову реальність та змінила життя кожного з нас. Міністерство освіти і науки України призупинило освітній процес у закладах освіти, і тільки з 14 березня у більшості регіонів України було відновлено навчання у дистанційному форматі. Наш досвід дистанційного навчання під час пандемії залишив багато інструментів для здобуття знань та практичних навичок. У Буковинському державному медичному університеті були видані накази і службові

розпорядження «Про організацію освітнього процесу у період воєнного стану», і ми чітко розуміли які особливості освітнього процесу, які наші дії у разі повітряної тривоги, і якою важливою має стати психологічна підтримка студентів.

За кожним студентом складна доля українця, адже у свої молоді, найкращі роки життя їм довелося відчувати наслідки російської війни: батько чи рідний дядько на війні, мама-медик рятує життя бійців на передовій, брат, сестра, або сам студент волонтерить – це життєві історії наших студентів, їх переживання, але з 08.30 до 16.00 год вони студенти, у них навчальні заняття, вони сильні і незламні, але вони ще діти. Викладачам доводилось відповідати на запитання, на які немає відповіді: чому вбивають?, чому руйнують?, як так?, за що? тощо.

Досвід онлайн навчання під час пандемії навчив нас працювати зі студентами у форматі відеоконференції і дозволив продовжувати навчання відповідно до навчальних програм. Викладачі та студенти створювали мультимедійні презентації, використовувались навчальні відеофільми, розроблялись різного формату засоби для перевірки знань та вмінь студентів, індивідуальні завдання тощо.

Навчання в умовах війни – найскладніший період життя наших студентів, тому опанувати нові знання, емоційно триматися, спілкуватися з друзями, це той шлях, який допоможе вистояти. Сьогодні ми живемо у періоді який описуватимуть у підручниках, період сліз і болі, втрати і проливу крові, але українці надзвичайно сильні, свідомі, згуртовані, і ця сила як ніколи допомагає вистояти у війні, продовжувати працювати і навчатися, розвиватися і посміхатися зі сльозами на очах.

Слава Україні! Героям Слава! Разом до перемоги – все буде Україна!

Кушнір О.Ю.

Впровадження академічної доброчесності в освітній процес закладу вищої освіти

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

kushnir@bsmu.edu.ua

Постановка проблеми загалом. 21 століття називають століттям інформації. Сучасні інформаційно-комп'ютерні технології все більше впроваджуються в різні сфери життя, стаючи невід'ємною частиною сучасної культури, у тому числі й у сфері освіти.

Володіння моральними знаннями дає змогу аудиторам якісно виносити моральні судження під час виконання своїх етичних зобов'язань перед суспільством. Роблячи це, аудитор повинен не тільки визнати, що існує етична проблема, тобто суперечливі інтереси зацікавлених сторін, але й повинен бути зобов'язаний вжити морально відповідних дій.

Аналіз досліджень та публікацій. Етична відданість відноситься до сильного бажання робити правильні речі, навіть коли дії призводять до економічних, соціальних або психологічних витрат. Саме чесноти дають схильність діяти відповідно до прихильності до етичної поведінки [1, с. 211]. Таким чином, володіння як технічними, так і моральними знаннями є необхідними, але недостатніми умовами для виконання вченими своїх етичних і професійних зобов'язань перед суспільством. Вчені повинні мати намір діяти відповідно до моральної точки зору, а також мати здатність до цього.

Виділення раніше невирішених частин загальної проблеми. Етика — це процеси, головним завданням яких є підвищення ефективності та якості освіти. Це визначає проблему вивчення готовності викладачів впроваджувати добродесність, тому було проведено дане дослідження.

У світовій освітній практиці поняття компетентності є центральним. Ключові компетенції, визначені на симпозіумі «Ключові компетенції для Європи» (1996 р., Берн), ознаменували глобальну тенденцію оновлення освітнього процесу. Розробник компетенцій Г. Халаш розглядає їх формулювання як відповідь на вимоги Європи (збереження демократичного відкритого суспільства, багатомовності, багатокультурності, нові вимоги ринку праці, розвиток інтегрованих організацій, економічні зміни тощо) [2, с. 474]. Це включає поняття академічної добродесності.

Наприклад, співробітники університету та коледжу наповнили сервер дистанційного навчання «Moodle» електронними навчальними матеріалами. Мультимедійні можливості серверу дозволили викладачам візуалізувати навчальний матеріал у вигляді навчальних таблиць, лекційних презентацій, відеоматеріалів тощо. Це дає змогу підвищити інтерес учнів до навчального матеріалу, покращити його засвоєння, щоб якнайкраще використати відведений час [3, 135].

Використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчально-виховному процесі сприяє його ефективності, всебічному та гармонійному розвитку особистості слухачів, розкриттю їх талантів, істотно впливає на зміст, форми, методи та засоби навчання. Підхід когнітивного розвитку Кольберга (1984) до обговорення етичних дилем, представлених у тематичних дослідженнях, зосереджується на тому, щоб заохотити студентів досягти найвищого рівня моральних міркувань.

У спільних навчальних групах можуть виникнути конфлікти, якщо особистості членів групи стикаються, і цим не вдається успішно керувати. «Програма для перевірки тексту на плагіат» - AntiPlagiarism.NET - програмне забезпечення для перевірки тексту на запозичення

з різних джерел Інтернету (умовно називаються «неунікальними фрагментами»). Пошук плагіату здійснюється за індексом найбільших пошукових систем Інтернету, зокрема Google, Yandex, Bing та інших. На базі Буковинського державного медичного університету створено спеціальну комісію для перевірки публікацій співробітників на плагіат. Відповідальна особа за допомогою програми «AntiPlagiarism» встановлює наявність збігів.

За допомогою програмного забезпечення «AntiPlagiarism» можна стверджувати про унікальність (оригінальність) текстових даних у поданій роботі у відсотках, що дозволяє оцінити цей матеріал як такий, у якому не виявлено плагіат у контексті посилань на інші публікації та Інтернет-ресурси. Голова комісії оцінює отримані дані та засвідчує підписом. На думку комісії, 75% і більше є достатнім відсотком для посібників і 85% і більше для оригінальних статей для подальшої публікації.

Нині головним у підготовці спеціаліста з вищою медичною освітою є не оволодіння обсягом конкретних знань, а формування умінь і навичок самостійної, наукової, дослідницької, винахідницької діяльності, виховання професійної культури [3, с. 137].

Академічну культуру неможливо передати чи запозичити. Як правило, це досягається ціною проб і помилок, ціною постійного спілкування та саморефлексії університетської спільноти над собою та своїм проектом. Такий результат не раз і назавжди формується, а потребує постійного оновлення та живлення [1, с. 51].

Таким чином, навколишня інформація та зовнішні подразники (фактори впливу) впливають на зміну або адаптацію когнітивної поведінки працівника вищого навчального закладу, на здатність діяти та адекватно сприймати інформацію. Доповнюючи інформаційні технології, власне, когнітивні, що враховують індивідуальні та загальні пізнавальні здібності, можна не лише сприяти професійному навчанню, а й підвищити загальну пізнавальну ефективність працівників закладів вищої освіти. Використовуючи можливості когнітивних технологій, можна досягти бажаної реалізації академічної доброчесності. Етика дозволяє викладачам, зокрема Буковинського державного медичного університету, витримувати тиск і діяти відповідно до моральної точки зору.

Список використаних джерел

1. Артюхов А. С. Фінікова Т. В. Академічна чесність як основа сталого розвитку університету. Міжнар. благодать. Фонд «Міжнародний фонд дослідження, освіта, політика» Київ; Тусон, 2016:234.
2. Кушнір О.Ю. Актуальність використання когнітивних технологій у вивченні біологічної хімії майбутніми медичними працівниками. Актуальні питання вищої медичної та фармацевтичної освіти: досвід, проблеми,

інновації та сучасні технології: матеріали навчальної конференції (м. Чернівці, 18 квітня 2018 р.) – Чернівці, 2018:474 – 475.

3. Кушнір О.Ю., Купчанко К.П. Теоретико-методичні засади формування базових професійних компетентностей спеціалістів медичних ВНЗ I-II, III-IV рівнів акредитації. Міжнародний науково-практичний з'їзд педагогів, психологів і медиків. «Нові тенденції глобальних наукових ідей». [10 березня 2016 р. Женева (Швейцарія)]; 2016:134 – 138.

Лісецька І.С., Шовкова Н.І.

Досвід використання дистанційних технологій для проведення виробничої лікарської практики на V курсі з дитячої стоматології

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Lisecka9@gmail.com

Реалії сьогодення, в яких знаходиться наша країна в останні роки, а саме поширення пандемії коронавірусу COVID-19 та небезпека під час війни з росією, вимагають нових підходів до організації навчального процесу в закладах освіти. Водночас провідною вимогою залишається проведення навчання якісно, безперервно та в безпечних умовах для всіх учасників освітнього процесу. Франківський національний медичний університет, як більшість навчальних закладів, запровадив дистанційний формат навчання. Нині дистанційна освіта є популярною та широко розповсюджена в усіх країнах світу, чому сприяв розвиток цифрових технологій та діджиталізація нашого повсякденного життя. Дистанційній формі навчання притаманні, як позитивні так і негативні риси, які необхідно враховувати під час планування та проведення виробничої лікарської практики на V курсі в студентів стоматологічного факультету для отримання високих результатів формування компетентностей та навичок [1, 2].

Мета роботи – розглянути особливості організації навчального процесу на кафедрі дитячої стоматології під час проведення виробничої лікарської практики в студентів стоматологічного факультету на V курсі в дистанційному форматі.

Виробнича лікарська практика на V курсі з дитячої стоматології складається із засвоєння теоретичного матеріалу, щодо особливостей роботи дитячого лікаря-стоматолога, навчання самостійної роботи студента у стоматологічних профільних відділеннях та відпрацювання і закріплення отриманих знань і умінь. На практичних заняттях, які проводяться у форматі он-лайн конференції в програмі Microsoft Teams, викладач організовує

детальний розгляд студентами теоретичних питань з навчальної дисципліни і формує вміння та навички їх практичного застосування, шляхом перегляду презентацій та тематичних відео, розшифрування та опису прицільних внутрішньоротових рентгенограм, ортопантомограм, комп'ютерних томограм, аналізу результатів лабораторних методів дослідження, проведення диференційної діагностики захворювань, а також вирішенням ситуаційних задач із моделюванням наближених до клініки ситуаційних завдань. Самостійна робота студентів під час виробничої лікарської практики полягає у заповненні електронного «Щоденника виробничої лікарської практики», куди вносяться дані віртуальних пацієнтів, їх скарги та анамнез захворювання, об'єктивне обстеження і діагноз, а також розписують проведене лікування (що зроблено, етапи лікування, пропис медикаментів).

Висновки. Дистанційне навчання –це цілеспрямований інтерактивний процес взаємодії викладача та студента – стоматолога, що ґрунтується на застосуванні сучасних інноваційних технологій, які дозволяють успішно здійснювати навчання на відстані, що актуально під час пандемії COVID-19 та війни з росією. Система дистанційної освіти може і повинна зайняти своє місце в системі освіти, в тому числі студентів-стоматологів, оскільки при правильній її організації може забезпечити якісну освіту, формування компетентностей, що відповідає вимогам сучасного суспільства сьогодні.

Список використаних джерел

1. Куц О.Г., Омелянчик Г.І. Дистанційне навчання в системі медичної освіти (перший досвід кафедри нормальної фізіології ЗДМУ). *Медична освіта*. 2017. - № 4. – С. 85-89.
2. Теренда Н.О., Теренда А.О., Горішний М.І., Панчишин Н.Я. Особливості дистанційного навчання в умовах пандемії COVID-19 (за результатами анкетування). *Медична освіта*. 2020. – № 4. – С. 57-60.

Мазуренко Ю.С., Остапович Н.В., Мойсеєнко М.І.

Розробка та використання навчальних відеоматеріалів з медичної та біологічної фізики для дистанційного навчання

Івано-Франківський національний медичний університет, Івано-Франківськ, Україна

yumazurenko@ifnmu.edu.ua

Нові реалії і безпекові ризики для викладачів і студентів вимагають кількісного і якісного розширення сервісів дистанційної освіти. При експертуванні різних форм і методів подачі навчального матеріалу, професор Технологічного університету Онтаріо (Канада) Робін

Кей [1] зауважив, що експериментування викладачів із форматами, їх прагнення до покращення онлайн-навчального досвіду студентів, дещо відстає в часі від пріоритетів студентів, які однозначно належать відеокурсам.

У Івано-Франківському національному медичному університеті викладачі кафедри медичної інформатики, медичної і біологічної фізики створили пакет відео-інструкцій до практичних робіт з курсу «Медична і біологічна фізика» для студентів медичних спеціальностей українською та англійською мовами. Цей курс було розміщено у відкритому доступі на платформі YouTube для зручнішого користування студентами на різних гаджетах. Канал містить 32 відеоролики тривалістю від 1 до 5 хвилин (українською та англійською мовами) режим доступу: <https://www.youtube.com/c/BioPhysics-IFNMU>. Станом на 14.06. 2022 відео переглянули 17208 раз, загальною тривалістю 523,6 години.

Для створення цього навчального додатка ми дотримувались таких рекомендацій фахівців щодо створення відеороликів:

- Відео короткого формату (до шести хвилин) з максимально стислими поясненнями є найефективнішим [2];
- Пофразовий сценарій є необхідною умовою створення такого відео;
- Стиль викладу навчального матеріалу повинен бути однаковим;
- Слід тримати один темп мовлення;
- Академічна доброчесність та неухильне дотримання авторських прав є обов'язковим;
- Доцільно уникати академічного стилю та використовувати розмовний стиль;
- Викладач який демонструє ентузіазм, посміхайтесь краще привертає увагу [3].
- Доцільним є поєднання різних типів ілюстративного матеріалу (схем, таблиць, інфографіки) з аудіо-коментарями викладача.

Програмні засоби для самостійного створення навчальних відеоматеріалів наведено нижче:

1. Програма Windows Movie Maker, яка входить до складу ОС Windows.
2. Програми Movavi Video Suite і Free Video Editor – безкоштовні та нескладні в експлуатації.
3. Програми для монтування відео більш широкого призначення, наприклад, Sony Vegas Pro, Adobe Premier Pro, Pinnacle Studio та ін.

Спецпрограми, що виконують відеозахоплення екрану («живий» відеозапис): захоплення екрану з допомогою ігрової панелі Windows (комбінація клавіш Win+G), професійні програми, що вимагають платної ліцензії - Bandicam, CamStudio.

Висновок. Повноцінне навчання освітнім компонентам сучасних програм підготовки фахівців в умовах пандемії та воєнного стану вимагає від науково-педагогічних працівників навичок створення навчального відео. Воно повинно відповідати науковим, методичним та медійним стандартам. Якісне навчальне відео з коректним контентом – уже не засіб розваги, а цілком легітимний навчальний засіб. Його актуальність зросла в умовах вимушеного дистанційного онлайн-навчання. Необхідною умовою є зручність для використання та відтворення як у навчальній аудиторії так і у позааудиторних умовах

Список використаних джерел

1. The Social Video Report [Business Insider Intelligence]: <https://bit.ly/2WsMcRZ> Robin H. Kay. Exploring the use of video podcasts in education: A comprehensive review of the literature: https://faculty.ontariotechu.ca/kay/files/pubs/video/Kay_2012_LitRev.pdf
2. Guo P. J, Kim J., and Robin R. How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. ACM Conference on Learning at Scale. 2014. URL: <http://groups.csail.mit.edu/uid/other-pubs/las2014-pguo-engagement.pdf>
3. Mayer R. E. Applying the science of learning: Evidence-based principles for the design of multimedia instruction. Cognition and Instruction. 2008. № 19. P. 177-213.

Макаренко В.І.¹, Макаренко К.С.², Макаренко О.В.¹, Сілкова О.В.¹

Використання ігрових технологій у процесі підготовки майбутніх лікарів

¹Полтавський державний медичний університет, м. Полтава

²Полтавський національний педагогічний університет ім. В.Г. Короленка, м. Полтава

volf.63.12@gmail.com

Проблема формування фахової компетентності майбутніх лікарів є на сьогодні, та й залишиться в майбутньому, достатньо актуальною. Її не можливо розв'язати без залучення в процес природничо-наукової та фахової підготовки новітніх педагогічних технологій, особливо ігрових, які дозволяють створити психологічно комфортне освітнє середовище медичних ЗВО. Багато науковців приділяли увагу вивченню впливу ігрових технологій на організацію навчального процесу. Особливе місце вони відводять інтелектуальним іграм, яким властиві риси ігрової та навчальної діяльності. Науковці вважають, що інтелектуальна гра – це «індивідуально-особистісне або сумісне вирішення питань, яке вимагає продуктивного мислення в умовах хронометричного часового простору та включає елемент змагання» [1]. Дослідники вважають, що використання ігрових технологій у навчальному процесі є

доцільним, оскільки вони виконують ряд функцій: спонукальну; комунікативну; самореалізацій; діагностичну; корекційну; розважальну [2].

На нашу думку при застосуванні ігрових технологій важливо визначити їх місце в плані заняття та введення кожної гри в певній послідовності. Ми вважаємо, що на початковому етапі заняття важливо застосовувати такі ігри, які активізують мозкову діяльність, наприклад, бліцтурнір або «Поле чудес». На основному етапі заняття, з метою кращого засвоєння знань, можна використати такі ігри, як: «Крокодил»; «Хто я? Що я?»; «Що? Де? Коли?».

Бліцтурнір являє собою змагання під час якого в обмежений час, наприклад за 1 хвилину, гравцю потрібно дати найбільше правильних відповідей на поставлені запитання, що потребують короткої відповіді. Перемагає той учасник гри, який має найбільше правильних відповідей. Ця гра активізує роботу мозку під час актуалізації опорних знань та сприяє розвитку оперативної пам'яті, що є важливим для майбутнього лікаря в критичних ситуаціях або при невідкладних станах. Для повторення основних понять, необхідних для вивчення теми можна використати гру «Поле чудес».

На другому етапі заняття доцільно провести гру «Крокодил» з метою закріплення знань. Як відомо, ця гра полягає в тому, що одному гравцю загадують слово чи словосполучення (поняття, явище, процес, прилад тощо), яке відносяться до щойно вивченої теми. Потім він має пояснити мімікою, позами і жестами це слово так, щоб хтось з інших гравців зміг зрозуміти, про що йде мова [3]. Для того, щоб ефективно продемонструвати дане слово, а іншим гравцям – відгадати, потрібне глибоке розуміння вивченого матеріалу. Інша гра «Хто я? Що я?» полягає у тому, що гравцю потрібно відгадати хто він. Йому прикріплюють на лоб картку з об'єктом, який потрібно відгадати, задаючи іншим гравцям питання, що потребують відповіді «Так» або «Ні»[4]. Дані ігри формують розуміння вивченого матеріалу, розвивають критичне і креативне мислення, які є необхідними компонентами фахової компетентності майбутніх лікарів.

Інтелектуальна гра «Що? Де? Коли?» проходить як змагання двох команд. Команди почергово сідають за круглий стіл, розбитий на 18 секторів. На сектори поміщають конверти із завданнями у вигляді теоретичних чи відео питань або ситуаційних задач і чорний ящик [5]. Дана гра розвиває логічне мислення, увагу, комунікативні здібності, які є важливими для майбутнього лікаря.

Таким чином, використання ігрових технологій у природничо-науковій та фаховій підготовці майбутніх лікарів в освітньому середовищі медичного ЗВО сприяє формуванню їх фахових компетентностей. Їх впровадження в процес підготовки майбутніх лікарів потребує

відходу від стереотипних методів проведення занять, педагогічної майстерності (володіння ігровими технологіями) та креативності науково-педагогічного працівника.

Список використаних джерел

1. Іваніга О.В. Інтелектуальна гра як засіб формування знань та умінь студентів під час занять з англійської мови. *Інноваційна педагогіка*. 2021. Вип. 34. Т. 1. С 67–70. URL: http://innovpedagogy.od.ua/archives/2021/34/part_1/13.pdf
2. Саприкіна О.П., Гуріна А.А. Ігрові форми роботи як засіб формування ключових компетентностей особистості на уроці іноземної мови в умовах Нової української школи. Інтелектуальна гра «Брейн-ринг». Методичний посібник. Рівне : РОІППО, 2018. 33 с.
3. Ідеї для гри в крокодила. Матеріал на тему: Сценарій заняття, що розвиває, гра-пантоміма "Крокодил". URL: <https://peskiadmin.ru/uk/idei-dlya-igry-v-krokodila-material-na-temu-scenarii-razvivayushchego-zanyatiya.html>
4. Настольная игра Кто я? Настольная игра-викторина. URL: https://nastolkino.com.ua/kto_ya/
5. Інтелектуальна гра «Що? Де? Коли?». URL: <https://naurok.com.ua/intelektualna-gra-scho-de-koli-256004.html>

Марголич І.Ф., Чалий О.В.

Значення статистичної обробки результатів і математичного моделювання в процесі навчання майбутніх лікарів

*НМУ імені О.О.Богомольця, м. Київ, Україна,
iryna.margolych@gmail.com, avchalyi7@gmail.com*

Розвиток сучасної медицини неможливо уявити без використання статистичних методів обробки результатів і математичного моделювання. На даному етапі розвитку медичних знань дуже актуальним стає застосування саме цих методів для майбутніх медиків і фармацевтів [1-19].

Оскільки підготовка майбутніх спеціалістів закладів вищої медичної освіти повинна базуватись не тільки на знаннях природничих дисциплін, але і на знанні методів статистичної обробки результатів медичних досліджень, саме ці методи важливо більш широко розглядати при вивченні математичних основ при викладанні студентам медичних університетів. На базі знань математичної статистики у студентів повинен формуватися аналітичний підхід до розуміння діагностичних та терапевтичних методів. Основою такого підходу майбутніх лікарів, безумовно, повинні стати не тільки методи диференціального, інтегрального числень та диференціальних рівнянь, але і знання та використання в медичних дослідженнях та на практиці методів теорії ймовірностей, математичної статистики і біостатистики, зокрема, методів кореляційного, дисперсійного аналізів, а також уміння застосовувати метод перевірки

гіпотез. При вивченні математичної статистики студентами-медиками розглядається, як правило, лише однофакторний дисперсійний аналіз, цікавим видається ознайомлення з основами дво- і багатофакторного дисперсійного аналізу.

Крім цього, особливої уваги, на нашу думку, заслуговують методи математичного моделювання, які, на жаль, майже не вивчаються в процесі підготовки майбутніх лікарів, окрім, можливо, майбутніх фахівців у галузі фармації. Освоєння і застосування програм методів 3d моделювання, які вже використовуються у медицині не тільки у багатьох країнах світу, але і в Україні, зокрема в хірургії та стоматології, могли б значно розширити можливості майбутніх медиків. Тому без вивчення основних засад математичного моделювання неможливо уявити розвиток багатьох сучасних галузей медицини.

Отже, оволодіння методами статистичної обробки результатів клінічних досліджень, а також основних засад методів математичного моделювання є необхідною складовою фахової підготовки майбутніх медиків і заслуговує більш глибокого вивчення студентами закладів вищої освіти.

Список використаних джерел

1. Вища математика: Підручник / Е.І.Личковський, П.Л.Свердан, В.О.Тиманюк, О.В.Чалий; за ред. Е.І.Личковського, П.Л.Свердана. – Вінниця: Нова книга, 2014. – 632 с.
2. Вища математика: Навчальний посібник / О.В.Чалий, Н.В.Стучинська, А.В.Меленевська. – Київ: Техніка, 2001. – 204 с.
3. Посібник з біостатистики: Навчальний посібник / В.Г.Гурьянов, Ю.Є.Лях, В.Д.Парій, О.В.Короткий, О.В.Чалий, К.О.Чалий, Я.В.Цехмістер. – Київ: Вістка, 2018. – 208 с.
4. Лях Ю. Е. Основы компьютерной биостатистики. Анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat/ Лях Ю. Е., Гурьянов В. Г., Хоменко В. Н., Панченко О. А. – Д. : Папакица Е. К., 2006. – 214 с.: ил.
5. Основы статистичної обробки медичної та фармацевтичної інформації (навчальний посібник) / Федів В.І., Іванчук М.А., Боєчко В.Ф. та ін. – Чернівці : СПД Лівак Д.М., 2008. – 170 с.
6. Вища математика (навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації) / Микитюк О.Ю., Олар О.І., Зав'яньський Л.Ю. та ін. – Чернівці : СПД Лівак Д.М., 2005. – 144 с.
7. Faul F., Erdfelder E., Lang A.-G., Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences// Behavior Research Methods, 2007.– 39. – P. 175–191.
8. Statistics with confidence. Confidence intervals and statistical guidelines./ Edited by Altman D. G., Machin D., Bryant T. N., Gardner M. J. Bristol.– BMJ Books, 2003. – 240 p.
9. Medical informatics. Computer application in health care and biomedicine./ Edited by Shortliffe E. H., Perrault L. E., Wiederhold G., Fagan L. M. – New York. : Springer-Verlag, 2001. – 856 p.
10. Bland M. An introduction to medical statistics. – New York. : Oxford University Press, 2003. – 405 p.
11. Introduction to biostatistics. A guide to design, analysis, and discovery/ Edited by Forthofer R. N., Lee S. E. – London : Academic Press, 1995. – 567 p.

12. Hill A.B. A short textbook of medical statistics. – London : Hodderand Stouglston, 1977. – 325 p.
13. James F. Jekel, David L. Katz, Joann G. Elmore, Dorothea M. G. Wild Epidemiology, biostatistics, and preventive medicine. – Philadelphia : Saunders Elsevier, 2007. – 421 p.
14. Correlation and regression analyzes. Variance analysis: Educational and methodical manual / A.V.Chalyi, N.V.Stuchynska, I.F.Margolych. – Kyiv: Bogomolets National Medical University, 2020. – 26p.
15. Hoffmann L.D., Bradley G.L. Calculus for business, economics, and the social and life sciences New York, St. Louis, San Francisco, McGraw-Hill Inc. –5th. ed., 1992. – 778 p.
16. Calculus. A Committee of Lebanese authors. Beirut, Librairie du Liban.- 3th.ed., 1997. – 291 p.
17. Campbell M.J. and Machin D. Medical statistics : a commonsense approach. – 2 nd ed.- Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore. 1997. – 189 p.
18. Campbell M.J., Machin D. and Walters S. Medical statistics: a commonsense approach. A textbook for the Health Sciences. – 4 ed. - Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore. 2007. – 346 p.
19. Statistical hypotheses testing: Variance analysis: Educational and methodical manual / A.V.Chalyi, N.V.Stuchynska, I.F.Margolych. – Kyiv: Bogomolets National Medical University, 2020. – 39 p.

Марголич І.Ф., Чалий О.В.

**Інтеграція сучасних досягнень природничих наук у процесі підготовки студентів -
медиків як запорука розвитку медичних знань**

*НМУ імені О.О.Богомольця, м. Київ, Україна,
iryna.margolych@gmail.com, avchalyi7@gmail.com*

На сучасному етапі розвитку медичної науки надзвичайно актуальним є використання знань і практичних застосувань природничих дисциплін з метою діагностики і терапії захворювань.

Оскільки в останні десятиліття досягнення сучасної медицини в значній мірі зумовлюються застосуванням новітніх методів фундаментальних природничих дисциплін (фізики, хімії, біології та ін.), їх глибоке вивчення стає надзвичайно актуальною освітньою проблемою для навчання фахівців медичних і фармацевтичних спеціальностей в закладах вищої освіти як у глобальному освітньому середовищі, так і в медичних (фармацевтичних) університетах України.

Нагальною потребою сучасного процесу підготовки майбутніх лікарів і фармацевтів стає розвиток і поглиблення міждисциплінарного діалогу, посилення інтеграційних та синергетичних зв'язків між медициною і фізикою [1-9]. Так, великої уваги при підготовці майбутніх лікарів та фармацевтів заслуговують такі сучасні квантово-механічні методи, як магнітна резонансна томографія, позитронна емісійна томографія, комп'ютерна томографія та

практичне використання в медицині когерентного лазерного випромінювання. Дуже цікавими для студентів-медиків є також використання новітніх нанотехнологій в діагностиці та терапії захворювань. Важливими є сучасні досягнення біофізики мембранних процесів, зокрема, в таких областях, як напрямлений транспорт лікарських препаратів. Неможливо не згадати в контексті інтеграції природничих наук і медицини і радіаційні методи діагностики та терапії захворювань. Тому саме цим сучасним методам медичної і біологічної фізики необхідно приділяти більше уваги при підготовці майбутніх лікарів у закладах вищої медичної освіти.

Таким чином, для формування висококваліфікованих медичних працівників, які зможуть використовувати новітні досягнення у медицині, необхідним є глибоке оволодіння методами фундаментальних природничих наук. Інтеграція сучасних досягнень фізичної науки з вивченням медичних дисциплін потребує постійного впровадження в систему освіти медиків нових досягнень природничих наук та налагодження тісніших зв'язків з іншими галузями медичних знань.

Список використаних джерел

1. Медична та біологічна фізика: підручник для студ. вищих мед. (фарм.) навч. заклад. / О. В. Чалий, Я.В. Цехмістер, Б.Т. Агапов та ін.; за ред. проф. О. В. Чалого. – Вид. 2-е.-Вінниця : Нова Книга, 2017. – 528 с.
2. Медична і біологічна фізика: Підручник / За ред. О.В.Чалого. – Київ: Книга плюс, 2004. – 760 с.
3. Medical and biological physics: Textbook / Edited by A. Chalyi. – Vinnitsia: Nova Knyga, 2020. – 480 p.
4. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія: Підручник / Е.І.Личковський, В.О.Тиманюк, О.В.Чалий, Ю.Є.Лях, О.М.Животова.– Вінниця: Нова Книга, 2014. – 454 с.
5. Медична і біологічна фізика. Практикум: Навчально-методичний посібник / За ред. О.В.Чалого. – Київ: Книга плюс, 2003. – 217 с.
6. Біофізика: Підручник / П.Г.Костюк, В.Л.Зима, І.С.Магура, М.С.Мирошниченко, М.Ф.Шуба. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 567 с.
7. Основи медичної та біологічної фізики (підручник для студентів вищих медичних закладів II – IV рівнів акредитації / Боєчко В.Ф., Григоришин П.М., Зав'яньський Л.Ю. та ін. – Чернівці: Букрек, 2005. – 228 с.
8. Збірник задач і запитань з медичної і біологічної фізики: Навчально-методичний посібник / Я. Лопушанський. – Львів: Наукове товариство імені Тараса Шевченка, 2006. – 584 с.
9. Біофізика. Збірник задач: Навчально-методичний посібник / В.Л.Зима. – Київ: Вища школа, 2001. – 124 с.

Махрова Є.Г

Використання інформаційних безпаперових технологій у фармацевтичній галузі та їх впровадження у навчальний процес для студентів закладів вищої освіти України фармацевтичних спеціальностей.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Анотація. Інформаційні безпаперові технології щороку користуються все більшим попитом, в чому ми можемо переконатися на практиці, відчуючи тенденції впровадження електронних документів на рівні нашої держави. В свою чергу фармацевтичні та виробничі підприємства, фармацевтичні заводи та фабрики, що працюють у ринковій економіці, у своїй діяльності потребують своєчасного отримання інформації, обробки та використання результатів аналітики. Створення надійної системи менеджменту для фармацевтичної компанії є ключовим кроком у наближенні виробництва до міжнародних стандартів. Швидкий розвиток електронного документообігу вимагає практичних навичок та обізнаності в роботі з такими документами від фахових спеціалістів у фармацевтичній галузі, тому актуальним є впровадження вивчення сучасних можливостей інформаційних безпаперових технологій у процес навчання студентів закладів вищої медичної освіти України фармацевтичних спеціальностей.

Ключові слова: інформаційні безпаперові технології, фармація, електронний документ, гіпертекст, електронний підпис, конвертація.

Одною з основних функцій галузі фармації, що стосується інформаційного документообігу, є надання об'єктивної, дійсної, повної, надійної, обґрунтованої та доступної якісної інформації про ліки виробникам ліків, оптовикам, аптекам, медичним та фармацевтичним, науково-педагогічним працівникам та споживачам, а також розвиток, налагодження, полегшення та удосконалення процесів обміну потрібною інформацією загалом у фармацевтичній галузі.

За останні декілька років використання новітніх інформаційних технологій дозволило фармацевтам «полегшити життя», оскільки впровадження систем автоматизації документів призвело до понять «електронна документація» та «безпаперова технологія». Електронні документи існують лише в електронному вигляді, тобто вони створюються, обробляються та

надсилаються за допомогою комп'ютерної техніки та інших портативних пристроїв, хоча можливе створення і так званої «друкованої копії», можливість роздрукувати документ на папері.

«Безпаперова технологія» передбачає повну обробку документів в електронному вигляді, тобто повну відмову від використання фізичних носіїв, таких як папір. Використання електронної документації має наступні переваги:

- зкорочення витрат на канцтовари;
- відсутність необхідності в дорогих засобах запобігання несанкціонованому доступу (сейфи тощо), оскільки доступ до документів може бути наданий лише обмеженій кількості осіб, в тому числі використання доступу за допомогою спеціальних конфіденційних паролів тощо;
- відсутність необхідності виділяти спеціальні приміщення та спеціальні меблі, громіздкі папки тощо;
- прискорення процесу пошуку потрібного файлу, а сам процес пошуку виходить на нову площину якості (пошук за ключовим словом, пошук за кількома документами тощо);
- організація спільної роботи кількох людей або навіть кількох відділів над одним електронним документом, пакетом документів;
- прискорення процесу створення документів за рахунок можливості включати фрагменти з інших документів і можливості редагувати наявний текст. Останнім часом дуже популярними стали електронні документи на основі «гіпертексту». Це поняття означає включення в документ посилань на інші документи, які можуть бути використані для негайного виклику документа, на який посилаються.

З огляду на сьогоднішній день, у зв'язку із впровадження в Україні воєнного стану, в умовах тимчасового припинення роботи багатьох поштових відділень, які виконували функцію передачі офіційних паперових документів між державними та приватними установами, в процесі якої формувалися офіційні дати відправлення та отримання, що згідно законодавства та чинної номенклатури повинні фіксуватися у відповідних реєстраційних документах тої чи іншої установи або підприємства, гостро постало питання переведення паперового документообігу на безпаперовий на рівні Держави.

З іншого боку в конкурентноздатному функціонуванні фармацевтичного бізнесу важливу роль відіграють саме комунікативні інформаційні технології. Згідно з дослідженнями, керівники організацій витрачають більше 70% свого робочого часу на надання необхідної інформації компанії та передачу вихідної інформації решті співробітників [1].

Для забезпечення швидкого електронного документообігу було запроваджено систему електронної пошти, яка передбачає передачу повідомлень та електронних документів (файлів) від одного користувача до іншого через комп'ютерну мережу, що відтворює процес так званої «телекомунікації». Система електронної пошти використовуються користувачами вже багато років, але її використання до цього часу мало більш приватний аніж офіційний характер. На протязі багатьох років вона розвивалася, вдосконалювалася у плані конфіденційності, захисту електронної інформації та персональних даних користувачів, розширювала можливості передачі все більших за об'ємами файлів та збереження їх на хмарних носіях. До того ж, останнім часом спостерігається і поширюється тенденція створення корпоративної пошти, яка надає автоматичний доступ для виконання деяких встановлених функцій всім співробітникам, але обмежує його для інших користувачів.

Порівняно з іншими способами передачі інформації (звичайна пошта, кур'єр, факс, телефон, телеграма тощо) перевагами електронної пошти є:

- висока швидкість документообігу;
- відсутність залучення додаткового персоналу (поштар, телеграфіст тощо), оскільки надсилати та отримувати файли можна безпосередньо з використанням комп'ютера або інших портативних пристроїв установ, організацій або, навіть, з персональних пристроїв співробітників (телефонів, планшетів тощо).
- висока конфіденційність інформації, що пересилається;
- можливість передачі інформації, яку неможливо передати іншими засобами, такими як телеграма, факс тощо, наприклад: голосові повідомлення, відео, тощо;
- електронна пошта – зазвичай безкоштовна послуга, з іншого боку, якщо враховувати платні послуги інтернет-провайдерів, то можна сказати, що вона дешева.

З іншого боку електронні документи важко ідентифікувати, оскільки можна відтворити копії, що не відрізняються від оригіналів, тому електронні документи можуть бути зашифровані для забезпечення конфіденційності. Сучасні методи шифрування, що використовуються в персональних комп'ютерах, відповідають особливим стандартам і гарантують конфіденційність інформації, що міститься в документі. Це виключає можливість доступу конкурентів до інформації, що становить виробничу та комерційну таємницю [2].

На перший погляд здається, що процес офіційного електронного документообігу легко відтворити на практиці, але в реальному житті користувач стикається з низкою неочікуваних проблем, які миттєво треба вирішувати, навіть коли всі документи готові для відправлення.

Одною з таких неочікуваних проблем є офіційна авторизація електронних документів, яка є одним із основних питань переходу на «безпаперові технології». На даний момент для авторизації паперових документів використовуються печатка організації та підпис посадової особи для чіткого встановлення належності документа.

Вирішення цієї проблеми полягає у використанні єдиного стандарту «електронного підпису». Це дає змогу однозначно ідентифікувати автора документа та захистити його від змін третіми особами.

Для авторизації документів на даний час використовують декілька найпоширеніших видів електронного підпису, а саме:

- «Дія.Підпис» – це електронний підпис (ключ), створений у електронному додатку Дія. Даний електронний додаток останнім часом широко використовується громадянами України, так як його було створено спеціально для впровадження електронного документообігу на державному рівні;
- «Електронний цифровий підпис (ЕЦП) Приват Банку (або Приват24)» – це електронний підпис (ключ), створений у електронному додатку Приват24 що є офіційним додатком Приват Банку України, який може створити будь-який клієнт цього банку. Але інколи можна побачити в інструкціях до листування деяких установ, що даний ключ є не бажаним для використання;
- «Електронний цифровий підпис від податкової». Нещодавно його називали ЕЦП (від Електронний Цифровий Підпис), але після вступу в силу Закону України «Про електронні довірчих послуги» було введено поняття «кваліфікований електронний підпис» (КЕП), замість «електронний цифровий підпис» (ЕЦП) [3]. Акредитований центр сертифікації ключів (АЦСК) перетворилися в кваліфікованих постачальників електронних довірчих послуг. Отримати особистий ключ у кваліфікованого постачальника електронних довірчих послуг ІДД (Інформаційно-довідкового департаменту) ДПС (державної податкової служби) можна безкоштовно. Він діє два роки, а коли строк дії підходить до завершення, його можна продовжити без відвідування податкової. Щоправда, видають електронний підпис тільки в обласних ДПС й у податкових у великих містах. Ще й не кожен громадянин може його отримати – як правило, такий підпис дають мінімум керівникам підрозділів.

Найлегшим шляхом отримання електронного підпису, як показала практика, є генерування ключа «Дія.Підпис», найскладнішим – звернутися у податкову. У зв'язку із цим, існують різного рівня електронні документи: при листуванні переважно із громадянами установи та організації дозволяють підписувати документи більш доступними методами («Дія.Підпис» або «ЕЦП Приват24»), а при листуванні з керівниками вимагають використовувати КЕП.

Мало просто згенерувати ключ (ЕЦП), треба знати, за допомогою якої програми можна підписати документ згенерованим ЕЦП. Існує кілька ресурсів, за допомогою яких це можна зробити, наприклад <https://czo.gov.ua/sign>.

Окрему увагу треба приділити існуванню спеціалізованих інформаційних он-лайн баз, які створені для того, щоб подавати (надсилати) офіційні документи до різних державних установ, таких як, наприклад, Укрпатент – що використовується у фармацевтичній галузі для патентування нових розробок ліків. Такі бази приймають документи тільки у визначеному форматі (розширенні), отже потрібно володіти практичними навичками конвертації документів у різні формати.

Отже, для того, щоб випускники фармацевтичних факультетів закладів вищої медичної освіти України IV рівня акредитації були конкурентоспроможними на ринку праці у фармацевтичній галузі, у рамках курсу «Інформаційні технології у фармації» потрібно хоча б мінімально висвітлювати такі теми як конвертація електронних документів за допомогою прикладних програм та он-лайн ресурсів, заповнення он-лайн форм в тому числі зі створенням шаблонів, генерування та використання електронних підписів тощо.

Список використаних джерел

1. Інформаційні технології в бізнесі. Частина 1: Навч. посіб. / [Шевчук І.Б., Старух А.І., Васьків О.М. та ін.]; за заг. ред. І.Б. Шевчук. Львів: Видавництво ННВК «АТБ», 2020. 455 с
2. Інформаційні технології у фармації: підручник /І.Є. Булах,Л.П. Войтенко, Л.О. Кухар та ін.; за ред. Ш.Є. Булах. – К.: медицина, 2008. – 224.
3. <https://journal.ostapp.com.ua/uk/articles/post/kak-polucit-kluc-ecp>

УДК : 378.147.018.43:004:61

Микитюк О.П., Глащук Т.О.

**Новітні освітні технології дистанційного навчання при вивченні клінічних дисциплін:
реалії і перспективи**

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

Анотація. В статті представлені сучасні технології дистанційного навчання, що можуть використовуватися на різних формах занять зі студентами медичних університетів при вивченні клінічних дисциплін. Показано вплив цифрових технологій на мотивацію студентів до навчання та на підвищення педагогічної майстерності викладачів.

Ключові слова. Дистанційне навчання, цифрові технології, клінічні дисципліни.

Вступ. Одне із завдань системи освіти в сучасному суспільстві – забезпечити кожній людині вільний і відкритий доступ до якісно поданої інформації з можливістю самовдосконалення і розвитку освіти впродовж усього життя, з урахуванням особистих інтересів, здібностей і потреб. Упродовж останніх десятиліть, підготовка ряду фахівців, їх перепрофілювання, тематичне вдосконалення для ряду спеціальностей у сукупності з іншими соціально-економічними чинниками призвели до виникнення та широкого розповсюдження нової форми здобування освіти – дистанційної освіти. Одним із найбільш консервативних напрямків, який мінімізував можливість заочного навчання і базувався на безпосередньому контакті здобувачів і викладачів, була підготовка медичних фахівців.

Основна частина. Криза, асоційована з COVID-19 та глобальний карантин зачепили всі галузі, включаючи освітню. Починаючи з березня 2020 року, освіта у вищих навчальних медичних закладах світу і України, зокрема, отримала новий виклик: підготовку майбутніх лікарів загального та вузьких профілів, а також стоматологів періодично доводиться значною мірою здійснювати віддалено - дистанційно задля безпеки учасників навчального процесу і їх оточення. За таких форс-мажорних обставин, медичним університетам довелося у стиснутий термін трансформувати очний формат навчання у дистанційний. Надалі, використовуючи зворотній зв'язок з аудиторією, викладачам доводиться постійно підлаштовувати і вдосконалювати процес онлайн-викладання до вимог та потреб навчальних програм [2].

Основними перевагами правильно організованого дистанційного навчання традиційно вважають свободу вибору часу для засвоєння курсу та можливість проведення навчання незалежно від часу навчання кожного конкретного студента. Дана обставина в медичних університетах умовна, оскільки дистанційні заняття проводяться за розкладом, прийнятим для очної форми навчання. Більше охоплення аудиторії можна здійснити легко, без необхідності фізично десь розмістити учасників учбового процесу.

Важливим є вільний доступ до різноманітних джерел інформації – електронних бібліотек, мультимедійних підручників, дистанційних курсів з дисципліни (MOODLE), довідкових матеріалів (словників, енциклопедій та ін.). За дистанційного навчання значно легше оновити широкий набір навчальних матеріалів, звівши до нуля витрати на папір, обслуговування картриджів і друкарські послуги. Частина тексту можна представити у вигляді яскравих графічних зображень (малюнків, схем, таблиць) - що майже нереально при виготовленні посібників на паперових носіях у зв'язку з високою вартістю кольорового друку. Всі навчальні матеріали можна оформляти з аудіо- та відео супроводом, що значно збагачує

презентований матеріал і полегшує сприйняття його я засвоєння дисципліни. Аналогічно, подібні переваги спрощують проектно-пошукову і презентаційну роботу студентів, а досвід та рекомендації викладача з використання ряду інформаційних ресурсів як альтернативи стандартному підручнику розвиватимуть самостійність у пошуку інформації і розв'язку поставлених задач. Окрім того, за дистанційного навчання можливе проведення презентацій, які важко здійснити в аудиторних умовах: віртуальних екскурсій у приміщення чи структури, які закриті для відвідування (приміром, у лабораторії з підвищеними вимогами щодо стерильності, палати гематологічних або інфекційних відділень, операційні блоки, відділення радіотерапії тощо) або нездатні вміщувати і надавати можливість добре все роздивитися більшій кількості студентів (інструментальна діагностика, інвазивні процедури, процес виконання оперативних втручань тощо). І особливим бонусом можна вважати відсутність кордонів і відстаней у віртуальному академічному світі: кожен студент, сидячи у себе вдома у зручній обстановці, може стати учасником телеконференції зі світовими експертами і провідними фахівцями.

Ще одна з переваг дистанційних занять - об'єктивізація активності студента. Так, він має можливість проведення самоконтролю шляхом тестування в режимі реального часу у процесі підготовки; забезпечення зворотного зв'язку з викладачем – можливість отримання швидкої відповіді на виконане контрольне чи індивідуальне завдання, консультації щодо усунення недоліків засвоєння матеріалу; прозорість оцінювання успішності з використанням онлайн-засобів. Спрощується проведення тестування: студент не зможе зволікати зі здачею письмової роботи, оскільки значна кількість ресурсів для контролю знань передбачає ліміт відведеного на це часу з наступним закриттям доступу до тесту. Ряд додатків для онлайн-зустрічей передбачає підтримку як групового чату (котрий допомагає фіксації висловленої інформації з можливістю візуального контролю найбільш і найменш активних учасників, виключає суперечки щодо того, чи вірно було сказане те чи інше твердження, допомагає структурувати і систематизувати вже озвучені і ще не за торкнуті аспекти проблеми), так і індивідуального надсилання приватних повідомлень викладачу з дотриманням анонімності щодо решти учасників навчального процесу, або ж можливості отримати неупереджені відповіді на одне і те ж питання від всіх студентів.

Начитка лекцій дистанційно теж має переваги. Перебування лектора по іншу сторону монітора від аудиторії допомагає подолати невпевненість перед аудиторією молодим викладачам, які побоюються публічних виступів; дає змогу зробити запис і надалі надати доступ всім зацікавленим, відсутнім; моніторити динаміку відвідуваності та здійснювати

інтерактивну взаємодію з аудиторією - ставити їй запитання у чаті і отримувати відповіді, залучаючи студентів не лише до слухового сприйняття, але й аналізу отриманої інформації; контролювати процес сприйняття і засвоєння матеріалу лекції.

Одночасно провідні вчені визнають і суттєві *недоліки дистанційного навчання*. Серед них на першому місці - відсутність безпосереднього спілкування студента з викладачем, а також взаємодії між студентами; обмеженість використання методів невербального контакту, оскільки основним способом спілкування в дистанційних курсах є текст. Наслідком обмеженості прямого контакту між учасниками освітнього процесу є порушення процесу соціалізації, деградація уміння чути і розуміти колегу, працювати у команді, проявляти толерантність і делікатність. Деякі студенти відмічають прогресивно наростаючу емоційну байдужість у спілкуванні і взаємодії з одногрупниками: ключовим стає набуття вищого академічного балу, бажання виділитись певним чином. Окрім того, викладачі теж мають труднощі з моніторингом афективної поведінки студента, не завжди вдається зорієнтуватись, якою мірою йому вдалося засвоїти необхідний матеріал і виключити можливість обманювання при виконанні поставлених задач [1].

Не менш важливою є проблема поганої самоорганізації та низької освітньої дисципліни студента. На сьогодні третьокурсниками медичних університетів є люди, які більшість свого університетського життя провели он-лайн. Особливо проблема актуальна для іноземних громадян, зарахування яких на перший курс відбувається аж до грудня першого семестру. Не звикнувши належно до вимог вищого навчального закладу, вчорашні школярі ще не мають належно сформованих навичок самоосвіти, саморозвитку і саморегуляції. Наслідком є нерівномірність розподілу студентами навчального навантаження, яка виникає при недостатній самодисципліні. Проте, ці обставини не виключають амбіційності, прагнення студента отримати кращий результат у вигляді вищої оцінки, і виникає сильна спокуса академічної недоброчесності, обману – чітінгу («cheating»). За дистанційного навчання контролювати всі можливості студента діяти нечесним шляхом у процесі опитування чи проходження контролю набагато важче. Окрім того, давно доведені фізіологічні аспекти корисності ряду активностей, без яких не проходить навчальний процес: написання вживу конспектів, ба, навіть підготовка шпаргалок; гортання книг чи робочих зошитів з активним прочитуванням, робота з об'єктами під час практичних навчань задіюють не лише короткотривале візуальне сприйняття, але й сприяють формуванню довготривалої пам'яті.

Крім того, важлива роль відводиться технічним обмеженням при застосуванні дистанційного навчання (наявність швидкісного Інтернету та його вартість; різна пропускну

здатність мереж для відеозв'язку, наявність відповідного обладнання у студентів і місця, де навчання проходитиме ефективно (вкрай важко зосередитися на навчанні, якщо окрім студента, у кімнаті гуртожитку присутні задіяні на інших заняттях студенти або зайняті своїми справами родичі). При щоденному відвідуванні занять студенти на перервах зазнають корисного динамічного фізичного навантаження: переміщуються між корпусами і аудиторіями, бувають на свіжому повітрі, здійснюють пасивну профілактику зорової втоми, маючи багато віддалених точок фокусування погляду як на занятті (книга-викладач-колеги), так і опісля них. При on-line заняттях погляд студента упродовж 1,5 години 4 рази на день прикутий до екрана комп'ютера/ноутбука в кращому випадку, або ж маленького екрана смартфона – у гіршому. Перерва ж використовується, за словами самих студентів, для відвідин кухні або перегляду на тому ж екрані новин чи розважальних сайтів.

Вивчення клінічних дисциплін у вищих навчальних медичних закладах також має свою специфіку. Зокрема, студент повинен опанувати ряд навичок з роботи в палаті і в лабораторії, вміти побудувати діалог і встановити довірчі стосунки з пацієнтом, могли не лише технічно виконати, але й вірно інтерпретувати результати клінічних методів обстеження, проводити ряд діагностично-лікувальних маніпуляцій. Навчитися цьому віддалено – майже неможливо, тому за будь-якої нагоди дистанційне обговорення і відеодемонстрації мають бути доповнені практикою «наживо». Іноземні студенти в подібній ситуації мають певну перевагу – колегами з зарубіжних країн накопичено великий обсяг безкоштовного відеоматеріалу, де реальні і імітуючі захворювання пацієнти розказують про свої відчуття, висвітлюють певні аспекти анамнезу, або й демонструють об'єктивні ознаки патології. Такий віртуальний хворий стає чудовим доповненням клінічного обговорення певних кейсів, оскільки в реальній клініці контакт хворого і студента часто обмежений мовним бар'єром, сором'язливістю як хворого, так і майбутніх фахівців, бажанням чи небажанням самого хворого взаємодіяти.

Навіть якщо уявити, що викладач має всі навички і засоби для оптимальної організації освітнього процесу онлайн - нікуди не зникає психолого-педагогічна проблема. Вона пов'язана з тим, що кожен викладач ВНЗ за декілька років роботи знаходить наочні матеріали, перекладає іншомовні джерела, купує доступ до платних освітніх ресурсів і таким чином, відшліфовує свої методичні надбання, які індивідуально розроблені на основі власного педагогічного та науково-методичного досвіду і є його інтелектуальною власністю. Дистанційне навчання змушує викладача викладати свої презентації, лекції та посібники на web-порталах, пересилати своїй аудиторії, що перетворює його контент на загальнодоступний не тільки для студентів, але й інших користувачів. Окрім того, будь-яке заняття – презентація,

пояснення – при онлайн-формі навчання може бути записаним і ретрансльованим навіть без його відома. Виникає психологічний бар'єр щодо розробки навчально-методичних матеріалів, оскільки вони можуть бути використані кимось іншим, хто не брав участі в даній розробці і наразі залишається невирішеною проблема захисту прав на інтелектуальну власність викладача – розробника дистанційного курсу.

Ефективність дистанційного навчання безпосередньо залежить від тих викладачів, хто веде роботу зі студентами в Інтернет-просторі. Якщо за очного навчання в першу чергу важливими є педагогічна техніка і ораторський талант, то за дистанційних занять – пріоритети дещо змінюються. Стандартних педагогічних технологій – опосередкованого активного спілкування викладача зі студентом з використанням та методології індивідуальної роботи зі структурованим навчальним матеріалом – недостатньо, вони повинні бути доповнені інформаційними технологіями. Під останніми мають на увазі створення, передачу і збереження навчальних матеріалів, організацію і супровід навчального процесу дистанційного зв'язку з використанням засобів телекомунікацій. Отже, для успіху дистанційних занять потрібні педагоги з універсальною підготовкою, які володіють сучасними педагогічними та інформаційними технологіями, йдуть в ногу з досягненнями цифрової індустрії, готові до постійного самовдосконалення і психологічно адаптовані до роботи із студентами у новому навчально-пізнавальному мережевому середовищі [3].

Умовно, серед технологій дистанційного навчання виділяються наступні їх групи:

- 1) призначені для організації візуально-комунікативної взаємодії учасників освітнього процесу (додатки zoom, meet, skype);
- 2) засоби швидкого реагування та комунікації (вайбер-групи та телеграм-канали, чати, форуми тощо);
- 3) інформаційні ресурси, платформи та бази даних – сервери дистанційного навчання при вищих навчальних закладах; тематичні форуми / групи у соціальних мережах; блоги, youtube-канали фахівців і експертів;
- 4) інструменти та засоби для контролю і обліку виконаної роботи (google-форми, ресурси для тестування, чат-руми);
- 5) інструменти для оптимізації та надання позитивного емоційного забарвлення рутинному навчальному процесу: скретч-карти, мнемоністичні ресурси, «хмари слів», створення портфоліо і мікроблогів, квізлет, виконання командних завдань (приміром, при поділі на декілька підгруп бонус до результату в оцінюванні отримує та, яка

найбільш різносторонньо, точно і вчасно здійснить оцінку результатів тестів, опише клінічне явище тощо), та інші «змагально»-тестові засоби.

Найрутиннішими і частими варіантами проведення занять стали вебінари. Вебінар - це неологізм, утворений поєднанням слів веб (англ. «мережа») та семінар. Для організації вебінару використовуються технології відео-конференції, інтернет-телефонії та ін. Вебінари поширені в діловому досить давно, а зараз набули актуальності і в дистанційній освіті. В останньому випадку найчастіше вони мають наступну структуру: он-лайн діалог викладач-студенти за типом «питання-відповідь»; презентація заздалегідь підготованих відео-матеріалів; монолог-презентація викладача або різні їх комбінації, при цьому задіяно засоби перших трьох-чотирьох груп. З часом, навіть у найбільш мотивованих студентів при стандартному сценарії занять знижується концентрація уваги і поглиблюється соціальне дистанціювання. Саме тоді застосування новіших додатків, програм тощо допоможе уникнути емоційного вигорання і надасть заняттям «родзинку».

Чат-Заняття - навчальні заняття, які здійснюються з використанням чат-технологій. Чат-заняття проводяться синхронно, тобто всі учасники мають одночасний доступ до чату. У рамках багатьох дистанційних навчальних закладів діє чат-школа, у якій за допомогою чат-кабінетів організовується діяльність дистанційних викладачів і студентів. Веб-Заняття - дистанційні уроки, конференції, семінари, ділові ігри, лабораторні роботи, практикуми й інші форми навчальних занять, проведених за допомогою засобів телекомунікацій і інших можливостей "Всесвітньої павутини". Для веб-занять використовуються спеціалізовані освітні веб-форуми - форма роботи користувачів по певній темі або проблемі за допомогою записів, що залишаються на одному із сайтів із установленою на ньому відповідною програмою. Від чат-занять веб-форуми відрізняються можливістю більше тривалої (багатоденної) роботи й асинхронним характером взаємодії студентів та викладачів.

Socrative радять розробники як «аудиторію для ефективного залучення і позитиву». Додаток на базі хмарних технологій Google дозволяє у процесі діалогу призначати вибраним студентам мікроопитування, короткий тест тощо «на льоту», що дозволяє одразу виявити тих, кому тема дається важко і можливо, потрібні додаткові роз'яснення. Альтернативою перевірки домашніх завдань/історій хвороб і багаторазового нагадування студентам на базі Google форм може бути робота з додатком Quizizz, який дозволить встановити часові рамки автоматично. Flubaroo - ще один із додатків Google, який дозволяє у процесі роботи оцінювати студентів, показувати їм динаміку їх успішності і призначати віртуальні відзнаки чи стікери за добре виконані завдання.

Scratch – порівняно проста програма, розроблена так, що опанувати її можуть школярі, починаючи з 8-річного віку. Користувачі можуть поєднати музику, графіку, фотографії для створення інтерактивних презентацій, анімації чи слайд-шоу. Як правило, відео-матеріали, записані на базі Scratch, сприймаються легко і запам'ятовуються надовго, адже навіть найскладніший матеріал можна структурувати, використовуючи позитивно емоційно забарвлені зображення.

Ted-Ed - платформа, призначена для побудови креативних занять. Наприклад, можна вибудувати семінар довкола короткого відео, з призначенням у процесі перегляду студентам завдань, які потребуватимуть безперервності перегляду, уважності і, врешті, демонструватимуть, наскільки добре студент зрозумів матеріал.

Альтернативою всім відомого Powerpoint можуть бути програми Prezi (платна) та Animoto (умовно-безкоштовна). Презентація в Prezi створює ілюзію повного занурення: мандри по презентації вглиб і назад, вправо і вліво, з можливістю викладу як текстового, так і графічного чи відео-матеріалу. Наразі вважається дуже популярною і отримує стабільно схвальні відгуки. Animoto – онлайн-відеоконвертер, який дозволяє легко компонувати якісні слайд шоу з добірок фото або й відео.

Добре себе зарекомендували сервіси для побудови «хмар слів». Їх можна використати для візуальної фіксації відповідей студентів по темі, для виявлення, чи всі вловили суть і ключові моменти заняття. Побудоване зображення може бути як без певної форми, так і у вигляді певного зображення (орган, частина тіла, інструмент тощо). Такі технології знімають напруження і страх перед оцінюванням, залишаючи позитивний емоційний слід.

Завершити заняття доцільно не лише отримавши вербальний відгук щодо того, чи все було зрозуміло. Додаток Loop дозволяє отримати зворотній зв'язок у реальному часі, хоча існує і безліч інших з тим самим призначенням.

Висновок. Впровадження в освіту технологій дистанційного навчання буде сприяти одержанню якісно нового освітнього продукту. Значне розширення інформаційного освітнього середовища, збільшення можливості комунікації студентів і педагогів з колегами інших ВНЗ, доступ до світових інформаційних ресурсів — усе це сприяє зростанню мотивації студентів до навчання, посилення їх творчої самореалізації, оволодінню навичками роботи з телекомунікаціями, як необхідних умов життя в інформаційному суспільстві. Оволодіння сучасними цифровими технологіями є невід'ємною часткою педагогічної майстерності і профільної підготовки викладача.

Список використаних джерел

1. Mareta P., Akhmad M. The Social Skills of Students in the Pandemic Period (The Case Study in SMAN 1 Kedungalar, Ngawi District, East Java, Indonesia). January 2021 Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal 4(1):369-376.
2. Polianovskyi, H., Zatonatska, T., Dluhopolskyi, O. and Liutyi, I. (2021) "Digital and Technological Support of Distance Learning at Universities under COVID-19 (Case of Ukraine)", *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala*, 13(4), pp. 595-613. <https://doi.org/10.18662/rrem/13.4/500>
3. Sysoieva, S. O. and Osadcha, K. P. (2019) "CONDITION, TECHNOLOGIES AND PROSPECTS OF DISTANCE LEARNING IN THE HIGHER EDUCATION OF UKRAINE", *Information Technologies and Learning Tools*, 70(2), pp. 271–284. <https://doi.org/10.33407/itlt.v70i2.2907>

УДК 378. 147:577

Новікова І.М.

Розв'язування задач з медичної і біологічної фізики на засадах педагогічної технології

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, місто Київ

novikova67irina@gmail.com

Анотація. Стаття присвячена вдосконаленню теоретичної та практичної підготовки майбутніх лікарів засобами фахово орієнтованих задач з медичної і біологічної фізики. В роботі здійснено теоретичне обґрунтування, розроблення та апробація технології розв'язування задач з медичної і біологічної фізики, орієнтованої на формування у майбутніх лікарів здатності комплексно розв'язувати фахові задачі. Розроблена технологія базується на поєднанні діяльності з розв'язування навчальних задач з дослідницькою роботою студентів.

Ключові слова: розв'язування задач, медична і біологічна фізика, педагогічна технологія.

Динамічний стиль сучасного життя вимагає від системи освіти готувати фахівців, здатних оперативно адаптуватися у сучасному інформаційному просторі, навчатися й розвиватися протягом усього життя.

Стрижневим фактором для організації такого процесу *професійного становлення та розвитку* є особистісно орієнтований діяльнісно-компетентнісний зміст освіти [1], єдність культурологічних, світоглядних, гуманістичних парадигм, що великою мірою *може бути представлено через систему задачних форм організації навчання*, які спрямовані на розвиток

особистісних характеристик у професійному генезисі, та розробкою комплексу умов для самовдосконалення та саморозвитку майбутнього фахівця галузі охорони здоров'я.

«Усвідомлення провідної ролі фізики в системі природничо-наукових знань, оволодіння сучасними технологіями навчальної діяльності та методологією системного мислення, допоможе цілеспрямовано готувати студентів до майбутньої професійної діяльності та забезпечуватиме вивчення фахово зорієнтованих навчальних дисциплін на якісно вищому рівні...»[2].

Задачі є одним з ефективних засобів освітнього процесу, важливим елементом пізнавальної і творчої діяльності майбутніх лікарів. Основна роль фізичних задач полягає у тому, що вони навчають майбутніх лікарів діяти в умовах невизначеності, спрямовують їх діяльність, привчають до чіткого визначення вихідних умов, критичного оцінювання ситуації, визначення цілей з її перетворення, виявлення умов та ресурсів, необхідних для цього.

Актуальність дослідження обумовлена стрімким розвитком медичної галузі, яка зазнає значних технологічних змін і потребує неперервної наукової, навчальної підтримки; потребою формування у майбутніх лікарів здатності комплексно розв'язувати фахові задачі з використанням фізичного знання.

Мета дослідження полягає у розробленні методики навчання медичної та біологічної фізики (МБФ), побудованої на засадах педагогічної технології розв'язування задач, та орієнтованої на фахову підготовку майбутніх лікарів.

Розв'язуванню фізичних задач присвячені дослідження відомих вітчизняних та іноземних вчених: О.Бугайова, С. Гончаренка, В. Давидова, П. Знам'янського, Є. Коршака, О. Ляшенка, А. Павленка, В. Савченка, О. Сергєєва, В. Сергієнка, Б. Суся, В. Шарко, В. Шеймана, М. Шута, А. Яворського, А. Kamal, W. Lohmann та інших. Значний вплив на розвиток задачних форм у медичній і біологічній фізиці мали дослідження Я. Лопушанського, Е. Личковського, А. Ремизова, Н. Стучинської, О. Чалого, W. Hoppe, A. Hendrich, S. Miekisz, W. Parke, F. Jaroszyka та інших.

При розробці технології навчання засобами задач ми враховували логіко-гносеологічні, психолого-педагогічні та методичні основи формування в студентів фізичного знання на різних його рівнях.

Виклад матеріалу для спеціалістів різних напрямків медичної підготовки, для спеціальностей «лікувальна справа», «педіатрія», «стоматологія» та «фармація», повинен відрізнятися змістово, за ступенем теоретичного відтворення, рівнем професійної

спрямованості та диференційованості знання, мірою концептуальної організації та систематизації матеріалу, підходами до управління навчально-пізнавальною діяльністю.

Для розв'язування задач за ознаками педагогічної технології ми проаналізували трактування поняття «задача» на різних рівнях узагальнення. Аналіз літературних джерел показує, що дане поняття розкривається переважно з точки зору діяльнісного та структурно-функціонального підходів. Спираючись на дослідження науковців можемо стверджувати, що «процес розв'язування задачі людиною є складною, багатокomпонентною діяльністю» [3].

Психологи розглядають задачу як проблемну ситуацію, в якій повинен діяти суб'єкт, без якого немає й задачі (Г.О. Балл, Я.О. Пономарьов, А.М. Сохор). Так, А.М. Сохор обґрунтовує та стверджує, що людина починає мислити, міркувати лише тоді, коли перед нею стоїть певна задача [4].

Розв'язання задачі у психологічному аспекті, при включенні суб'єкта навчання у задачу (О.М. Леонт'єв, Я.О. Пономарьов і ін.), дозволяє подолати психологічні бар'єри майбутніми лікарями. Що є задачею для одного студента (суб'єкта), не є такою для іншого, без суб'єкта задачі нібито не існує.

При розгляді задачі в рамках конкретної навчальної діяльності (система «студент-задача»), вона виступає як засіб її здійснення, а при розгляді в рамках навчання (система «вчитель-задача») – як засіб управління пізнавальною діяльністю [4].

У підґрунтя нашого дослідження покладено трактування навчальної задачі на основі структурного та діяльнісного підходів, яке запропонував В.І. Староста: «дидактична, доведена до студентів, стає навчальною задачею за умови її реалізації через систему конкретних навчальних завдань (запитань, вправ, задач) і завдяки різним формам навчальної діяльності. Якщо в ході розв'язування у студентів виникають суперечності чи утруднення, навчальна задача набуває проблемного характеру [4, с. 20].

Розглядаючи теорію та методику навчання для нас важливим є те, що генезу фізичних задач характерно подібність і спільність навчального та наукового пізнання, де навчальне пізнання є «квазидослідницьким» (Вількеєв Д.В., Давидов В.В., Коротяєв Б.І., Махмутов М.І., Пономарьов Я.О. та інші). Загальновизнані підходи, згідно з якими розв'язування задачі розглядається як «одиниця», цілісний акт діяльності, всередині якої виявляється будова виду діяльності в цілому [5, с. 27].

У теорії та методиці навчання існують два важливі пізнавальні структурні елементи: знання і методи їх отримання, відповідно до яких навчальні задачі водночас відіграють роль інструменту пізнання.

Для розв'язування фізичних задач за ознаками педагогічної технології у підгрунтя навчання можна покласти: плани узагальнюючого характеру; поетапну структуру процесу систематизації та узагальнення знань на рівні фундаментальних наукових понять і законів, теорій і принципів та наукової картини світу.

Зміст освіти і логіка викладу навчального матеріалу на різних рівнях пізнання визначають тип мислення (емпіричний чи теоретичний), який формується у процесі розв'язування задач. Процес навчання поступово ускладнюється і перетворюється його структура, кількісна та якісна зміна задач (інформаційний базис), ускладнюється структура знань. В деякий час під час навчання накопичені знання починають породжувати творчу енергію, самостійно значимі думки.

Для розвитку мислення майбутніх лікарів формують *узагальнені прийоми міркувань*, навчаючи методам розв'язування задач різних класів. Усе це сприяє переносу знань у нові умови, а трансфер знань з однієї галузі в іншу є важливою характеристикою професіоналізму та конкурентоспроможності сучасного фахівця. Необхідно навчати студентів прийомам логічного мислення, яке значною мірою формується завдяки алгоритмам розв'язування задач різного типу та рівня складності і сприяє формуванню більш раціональних способів розумової діяльності. Прийоми, що формують творчу активність учнів, отримали назву евристичних. Найбільш загальну систему, спрямовану на пошук розв'язання задач у процесі пізнавальної діяльності, називають евристичним методом навчання (В.А. Оганесян). У ході використання якого, за допомогою евристичної бесіди, викладач приводить студента до самостійного розв'язування задач. Пошук плану розв'язку відбувається за допомогою діалогу (Е.Е. Семенов – евристичність діалогу). Американський вчений Л. Ларсон формулює евристичні орієнтири. Одним із головних принципів навчання стає принцип формування алгоритмічних і евристичних прийомів розумової діяльності. Алгоритмічні прийоми допомагають розвинути репродуктивне мислення, оволодіти більш складними прийомами розумової діяльності, стають підгрунтям для розв'язування нових для студентів задач.

На наш погляд для активізації навчання розв'язуванню задач необхідно використовувати технологію, яка включає різні види евристичних прийомів та використання сучасного навчально-методичного забезпечення, яке сприяє формуванню навчально-пізнавальної евристичної діяльності. Головне вміло організувати та керувати евристичною діяльністю студентів [6;7].

Для розв'язування фізичних задач за ознаками педагогічної технології навчальний матеріал, використовуючи відповідні методичні прийоми, перекодовується на мову завдань, додаються ідеї спілкування, конструювання та моделювання.

Встановлено, що моделювання педагогічної технології повинно починатися з конструювання теоретичної моделі цільового компонента, відповідно до якого здійснюється моделювання процесу навчання засобами задач в цілому, тобто процесуально-діяльнісного компоненту та розробка інструментально-технологічного блоку. Головне – створена педагогічна технологія повинна включати не тільки технологію навчання, а ще й технологію спілкування й розвитку особистості засобами фахово орієнтованих задач.

Обгрунтована доцільність поєднання технології розв'язування задач з навчально-дослідницькою роботою студентів, яка може містити й елементи науково-дослідної роботи; проаналізована роль складання задач з МБФ як засобу формування важливих для фахової підготовки майбутніх лікарів загальних та спеціальних компетентностей.

Список використаних джерел

1. Ляшенко О.І. Сучасні проблеми навчання фізики в контексті компетентнісного підходу до освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка*. Серія: Педагогічна. 2015. Вип. 21. С. 255–256
2. Стучинська Н.В. Інтеграція фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін. Монографія. К.: Книга плюс, 2008. 409с
3. Робоча навчальна програма з навчальної дисципліни МБФ. *Національний медичний університет імені О. О. Богомольця: веб-сайт*. URL: <http://nmuofficial.com/zagalni-vidomosti/kafedri/department-medical-biological-physics/navchalno-metodychna-robota/>. (дата звернення: 12.05.2019.)
4. Староста В.І. Навчання школярів складати й розв'язувати завдання з хімії: теорія і практика. Монографія. Ужгород: УжНУ Гражда, 2006. 327с
5. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики: Навч. посібник для студ. спец. «Педагогіка і методика середньої освіти. Фізика»/ С.У Гончаренко, Є.В. Коршак, А.І. Павленко та ін; за ред. Є.В Коршак. Київ НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. 185 с
6. Новікова І.М., Стучинська Н.В. Технологічний підхід у процесі формування фахових компетентностей майбутніх лікарів засобами задач з медичної фізики. *Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді. Збірник наукових праць*. Київ: Гнозис. 2017
7. Novikova I.M. Experimental test of efficiency of technology of training and problem solving in medical and biological physics. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*. 2021. (2(30)). URL: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijitss/30062021/7599

Олар О.І.

Міжпредметна інтеграція – засіб професійного зростання викладача і підвищення ефективності освіти в рамках компетентнісного підходу

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

olena.olar@bsmu.edu.ua

Тенденції розвитку сучасної освіти нерозривно пов'язані з компетентнісним підходом, що сприяє становленню цілісної особисті, та, як наслідок, з формуванням у здобувачів освіти компетентностей, які дозволять стати конкурентноспроможними на ринках праці.

На перший погляд здається, що побудова навчального процесу попредметно і необхідність цілісності уявлень про галузь вступають у протиріччя, але це не зовсім так. Поєднуючою ланкою в цьому аспекті виступає міжпредметна інтеграція, яка повинна акцентуватися в рамках вивчення будь-якої дисципліни. Саме міжпредметна інтеграція сприяє формуванню системності знань, активізації пізнавальної діяльності, розумінню причинно-наслідкових зв'язків та ін.

Міжпредметна інтеграція (МІ) – педагогічна технологія, яка відповідає сучасній парадигмі освіти, нерозривно пов'язана із компетентнісним підходом і відкриває ряд можливостей як перед здобувачем освіти так і перед викладачем. Розглянемо деякі з них.

Здобувач освіти:

- розвиває свою розумову діяльність та творчі здібності;
- формує дослідницькі здібності;
- отримує практику узагальнення знань, через осмислення зав'язків;
- мотивується на самостійну роботу, пошук додаткових знань та їх зміцнення;
- вивчає алгоритми роботи з проблемними ситуаціями;
- навчається робити висновки своєї роботи на базі знань, отриманих попредметно та ін.

Викладач:

- акцентує зміст роботи в групі, де кожен учасник може мати більш глибокі знання з того чи іншого напрямку знань, що в комплексі буде сприяти розумінню наявності зав'язків між галузями знань для отримання загального результату;
- зростає професійно, отримавши можливість практикувати різноманітні педагогічні інструменти та методики і збагачувати їх.

Олар О.І.

Щодо проблем формування компетентностей здобувачів освіти

Буковинський державний медичний університет

olena.olar@bsmu.edu.ua

Попит на якісну освіту завжди був і залишається високим. Освітні системи повинні надавати здобувачам освіти знання, навички та компетенції, які дозволяють творчо та автономно застосовувати їх у найрізноманітніших ситуаціях, у тому числі в незнайомих, і постійно пристосовуватися до викликів сьогодення. Такі навички, як критичне мислення при вирішенні професійних проблем, навички співпраці, цифрова грамотність та адаптивність до інновацій, «навчання вчитися», представлені, без перебільшення, у всіх освітніх програмах, незалежно від напрямку знань. Актуальним залишається питання, як найкраще досягти розвитку цих навичок, які підходи викладання і навчання зможуть їх забезпечити.

Загалом, в освіті, спостерігається значна зосередженість на запам'ятовуванні та тестуванні, що не залишає достатньо місця для активних досліджень та інших видів навчання. Бажання викладачів впроваджувати активніші, інноваційні форми навчання для задоволення різноманітних навчальних потреб здобувачів освіти часто недостатньо. Через безліч обмежень викладачі часто вдаються до традиційних та консервативних підходів до навчання, що однозначно, не в повній мірі, сприяє розвитку а ні здобувача освіти, а ні потенціалу викладача. Звичайно, заклади освіти впроваджують інновації в освітньому технологічному обладнанні, але ця зміна не обов'язково супроводжувалася відповідними змінами в практиці викладання та навчання і не особливо збільшує відсоток помітного покращення результатів, оскільки є лише інструментом освітньої діяльності.

Стійкі перетворення в системі освіти можна здійснити за допомогою вдосконалення теорії та практики викладання, навчання та оцінювання, а не простого впровадження технологій у процес навчання. Тому сьогодні завданням педагогіки, як науки, є аналіз, розгляд та синтез набору інноваційних педагогічних підходів, заснованих на доказах, якими можуть керуватися практичні працівники освіти та трансформувати процеси та результати навчання. Особливо важливим є цей аспект для напрямку природничої освіти в системі медичної освіти, оскільки вона залишається, на жаль, недооціненою.

УДК: 378.147.091.33-027.22:61:378.4

Остафійчук Д.І., Бірюкова Т.В.

Організаційна структура практичного заняття в медичних закладах вищої освіти на підготовчому етапі

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

ostafichukdmytro@gmail.com, tanokbir@ukr.net

Анотація. У статті розглянуто основні методи організації практичного заняття в медичному вузі на підготовчому етапі. Важливим методичним кроком стає постановка навчальних цілей заняття та їх мотивація. Традиційним методичним кроком є проведення контролю вихідного рівня теоретичної та практичної підготовки студентів медичних вузів по темі заняття. Для кожного етапу необхідно визначити рівень його засвоєння та контролю. Організація навчального процесу на підготовчому етапі практичного заняття висуває чіткі вимоги до його методів.

Ключові слова: методи навчання, практичне заняття, підготовчий етап, медичний вуз, рівень засвоєння.

Проведення практичних занять в медичних вузах передбачає методичну підготовку основних етапів заняття. Кожен з цих етапів має свої методичні функції, цілі, методи та методи їх забезпечення [2, с.13].

Розглянемо сучасні принципи методичної побудови основних етапів практичного заняття [1]. Відмітимо, що за кафедрою залишається право організаційної побудови заняття з урахуванням змісту та навчальних цілей дисципліни. Основними критеріями, на основі яких здійснюється методичний аналіз організаційної структури заняття є:

- основні етапи заняття;
- методичні функції та зміст заняття;
- цілі етапів заняття;
- методи контролю та навчання;
- система методичного забезпечення заняття;
- розподіл часового забезпечення поняття.

Головними методичними функціями підготовчого етапу заняття є:

- організаційні заходи;
- постановка навчальних цілей;

- створення позитивної пізнавальної мотивації;
- контроль рівня теоретичної та практичної підготовки по темі заняття.

Важливим методичним кроком стає постановка навчальних цілей заняття та їх мотивація. При цьому важливим методичним та методологічним аспектом є вимога чіткого усвідомлення навчальних цілей заняття студентами та забезпечення високого рівня сприйняття, уваги, запам'ятовування та осмислення навчального матеріалу. Постановка навчальних цілей пов'язана з необхідністю створення позитивної мотивації та пізнавального інтересу до теми, яка вивчається [3, с. 66].

Традиційним методичним кроком є проведення контролю вихідного рівня теоретичної та практичної підготовки студентів медичних вузів по темі заняття. План контролю базових знань з біофізики може також включати контроль раніше сформованих навичок з анатомії, фізіології, гістології, біохімії і т. п.

Методичні принципи планування навчальних цілей на рівнях засвоєння передбачають:

- початковий рівень ознайомлення та формування поверхневих загальних уявлень по темі заняття;
- рівень повноцінних теоретичних знань, що забезпечують створення та вирішення типових задач в медицині;
- формуванні професійних навиків в медицині;
- рівень творчого мислення, що передбачає самостійну постановку медичних задач та способів їх вирішення.

Для кожного етапу необхідно визначити рівень його засвоєння та контролю. Наприклад, контроль по темі "Діагностика" може бути сформований з урахуванням оцінки навиків, які були сформовані в межах пропедевтики дисциплін або оцінки диференціальної діагностики, що теж формувались раніше. Кожне питання плану теми в залежності від його значимості в майбутній професійній діяльності медичного фахівця має бути сплановане для контролю на першому, другому та третьому рівнях. Четвертий рівень (творчого мислення) на підготовчому етапі може бути недосяжним або маловірогідним.

Розглянемо основні методичні вимоги, якими регламентується вибір методів навчання та контролю в медичних вузах. Перша методична вимога, на основі якої проводиться вибір методів навчання та контролю, полягає в тому, що методи вибираються не довільно, а визначаються рівнем засвоєння, який задається в цілях. Кожний навчальний метод має свій навчальний потенціал.

Перший рівень вимагає використання методів ознайомчого плану у формуванні загальних, ознайомчих уявлень по темі; другий рівень передбачає використання методів, які забезпечують міцне засвоєння теоретичних знань теми; третій рівень передбачає використання методів, що забезпечують формування професійних вмінь та навичок.

До методів навчання першого рівня можна віднести: лекційний метод та самостійна робота студентів медичних вузів з підручниками, наочними матеріалами, навчальними програмами і т. п. Методи контролю передбачають фронтальне експрес-опитування чи поверхневе, динамічне, без деталізації змісту теми опитування, та програмний контроль на основі тестів першого рівня.

Методи навчання другого рівня засвоєння передбачають лекційний метод та самостійну роботу студентів з інформаційними джерелами на репродуктивному рівні. Методи контролю мають відображати якість засвоєння теоретичних знань через застосування індивідуального усного опитування, вирішення типових задач другого рівня, написання теоретичних робіт та контроль на основі тестів другого рівня.

Методи навчання третього рівня забезпечують формування системи професійних навичок та вмінь, що забезпечують систематичне повторювання визначених професійних дій за заданим алгоритмом. Методом контролю практичних навичок на даному рівні є індивідуальна оцінка точності та швидкості виконання навичок та оцінка їх результатів. Методом формування вмінь є професійний тренінг ситуаційних задач, доповнений рішенням тестових завдань третього рівня.

Важливою сучасною методичною вимогою є різноманітність методів контролю, що використовуються на підготовчому етапі. Педагогічні дослідження свідчать, що ефективність сприйняття студентами теми, активізація пам'яті, уваги, мислення зростають в умовах, коли методи навчання та контролю є різноманітними. Одноманітність, монотонність, незмінність форм і методів навчання, призводять до значного зниження психо-фізіологічної активності студента.

Наступна вимога побудови контролю на підготовчому етапі полягає у необхідності поєднання різноманітних методів індивідуального і групового контролю матеріалу теми. Одночасне використання різноманітних методів контролю нової теми в поєднанні з індивідуальними методами контролю попередніх тем дозволяє досягти якісного запам'ятовування базової частини матеріалу. Активне поєднання різноманітних методів передбачає обговорення матеріалу теми, відтворення матеріалу теми на занятті та вирішення типових задач згідно поданого матеріалу по темі. Поєднанням різноманітних методів на етапі

контролю теоретичних знань викладач на підготовчому етапі має продемонструвати новий, оригінальний метод засвоєння складного матеріалу, показати методику рішення нових задач чи спланувати обговорення невідображених в підручнику теоретичних даних. В цьому випадку є підстави вважати, що у студентів формуються значні здобутки у вивчені теми, створюється система контролю за рахунок високої активізації студентів, що дозволяє включати механізми довгострокового запам'ятовування і на цій основі забезпечити якісно новий рівень засвоєння матеріалу.

Висновки. Узагальнюючи сказане, підкреслимо, що організація навчального процесу на підготовчому етапі практичного заняття висуває чіткі вимоги до його методів, а саме: відповідність методів контролю запланованим рівням засвоєння основних питань теми; максимальна різноманітність методів контролю; поєднання індивідуальних та групових форм в методах контролю.

Список використаних джерел:

1. Методика організації та проведення практичних, лабораторних і семінарських занять у вищій школі. URL: https://pidru4niki.com/13340203/pedagogika/metodika_organizatsiyi_provedennya_praktichnih_laboratornih_seminarskih_zanyat_vischiy_shkoli.
2. Гриценко І.С., Огарь С.В., Кутепова В.М., Светочева І.І. Організація та проведення лабораторних, практичних та семінарських занять. Х.: НФаУ, 2014. 28 с.
3. Козлова Г.М. Методика викладання у вищій школі. Одеса: ОНЕУ, ротапринт, 2014. 200 с.

УДК: 378.016'018:378.4(477):61

Остафійчук Д.І., Бірюкова Т.В.

Відбір змісту та структурування навчального матеріалу в медичних ЗВО

Буковинський державний медичний університет

ostafichukdmytro@gmail.com, tanokbir@ukr.net

Анотація. Підготовка та проведення лекцій і практичних занять вимагає від викладача вміння здійснити відбір змісту і вміння його структурувати. Збільшення обсягів вузівської навчальної інформації, різке зростання її складності і темпів засвоєння ускладнює розв'язання цих задач. Науково-інформаційний вибух, який відбувається сьогодні, призводить до інформаційного перенасичення навчальних програм в медичних вузах за рахунок появи нових дисциплін, нових розділів в традиційних дисциплінах, поглиблення змісту окремих тем. Різке збільшення

об'ємів, складності та темпів засвоєння учбової інформації призводить до психоінформаційного перевантаження студентів. За даних умов проблема відбору змісту занять та озброєння студентів прийомами переробки великих об'ємів інформації має особливу актуальність.

Ключові слова: інформація, навчальний матеріал, зміст, структурування.

Під час відбору та структурування змісту навчальної дисципліни викладачу необхідно керуватись наступними принципами:

- гуманізації,
- формування творчого потенціалу особистості;
- інтегративності;
- модульності;
- варіативності;
- мобільності;
- індивідуалізації; тощо.

Для здійснення цих принципів розроблено систему критеріїв:

- завдання мають відображати в змісті навчального матеріалу формування всебічно розвиненої особистості;
- зміст повинен мати високу наукову та практичну значимість;
- враховувати всесвітній досвід побудови змісту навчального матеріалу;
- відповідність змісту наявній навчально-методичній та матеріальній базі навчального закладу.

Головним критерієм відбору змісту навчальної дисципліни в цілому, конкретної теми лекції чи заняття є її значимість в майбутній професійній діяльності спеціаліста медичного фаху, іншим критерієм є значимість змісту для вивчення наступних тем, дисциплін. Необхідно відмітити, що зміст і обсяг навчальних дисциплін, тем лекцій, занять повинні бути різними для спеціалістів лікувального, фармацевтичного, стоматологічного напрямку з врахуванням вимог їх майбутньої професійної діяльності. На кафедрах клінічних і теоретичних існують різні критерії відбору змісту матеріалу: на клінічних кафедрах діє критерій значимості для майбутньої професійної діяльності, на теоретичних кафедрах діє критерій значимості для вивчення інших дисциплін. Цілеспрямований відбір обсягів та змісту навчального матеріалу дисциплін, лекцій, занять має враховувати диференціювання матеріалу за глибиною вивчення, рівнями засвоєння. Тому диференційований підхід до засвоєння матеріалу вимагає чіткої

диференціації методів, засобів навчання та контролю; а глибокого вивчення вимагає навчальний матеріал, який має важливе значення в майбутній професійній діяльності медика чи є важливим для вивчення наступних дисциплін. Орієнтація на функції, задачі майбутньої професійної діяльності медичного фахівця дозволяє визначати професійну значимість навчальної дисципліни та здійснити адекватний відбір її змісту, що дозволяє уникати перенавантаження навчальних програм, заощадити учбовий час і використати його виключно для формування системи найбільш професійно важливих знань, навичок, вмінь.

Не менш важливим в методичному відношенні є питання про структурування змісту. Основними етапами процесу переробки інформації на основі її структурування є: розподіл всієї інформації на блоки; виділення з кожного блоку інформації головних елементів; виділення логічних зв'язків між основними елементами інформації; деталізація та визначення основних характеристик головних елементів; виділення змістового та логічного ядра інформації та закріплення його в пам'яті за допомогою структурно-логічної схеми; використання створеної структурно-логічної схеми, як основи при деталізованому відтворенні змісту. Основним результатом переробки отриманої теоретичної інформації виступає побудована структурно-логічна схема. Саме вона стає основним елементом при запам'ятовуванні матеріалу, а також базисом при подальшому його відтворенні і деталізації, і саме ця структурно-логічна схема зберігається у довгостроковій пам'яті. Опанування теоретичною інформацією передбачає запам'ятовування загальної маси інформації, її переробку і структурування змісту з метою виділення, осмислення і фіксації у довгостроковій пам'яті власне через структурно-логічну схему, яку при необхідності можна деталізувати чи доповнити. У цьому контексті прийомами структурування змісту важливо володіти викладачам, студентам, науковцям і всім, хто працює з джерелами інформації. Згідно методичних вимог сама структурно-логічна схема є відображенням основних змістовних елементів теми та логічних зв'язків між ними. Вона повинна бути достатньо інформативною в відображенні змістовного ядра і логіки теми, максимально простою, доступною для зчитування інформації і відслідковуванні зв'язків між елементами теми. При побудові структурно-логічної схеми у ній можливо виділення окремих блоків інформації по темі, що відображають логічні зв'язки між навчальними елементами. Таким чином, по своєму методичному призначенню структурно-логічна схема виконує функцію скороченого, інформаційного, графічного відображення змісту теми. В медичних вузах структурно-логічна

схема традиційно є наочним демонстраційним матеріалом, що використовується на лекціях і практичних заняттях, вона структурує зміст теми, виділяючи в ній головне, другорядне, визначаючи логічні зв'язки між основними елементами та їх характеристиками, забезпечуючи студентам оволодіння універсальними прийомами раціональної переробки великих об'ємів інформації. Навчальна ефективність структурування полягає в оволодінні студентами прийомами логічного аналізу теми, виділення її змістовного ядра, побудови графічної логічної структури з оптимальним ступенем її деталізації на основі активізації процесів сприйняття, уваги, зорової пам'яті, логічного та образного мислення. Все це є умовою глибокого розуміння та довгострокового збереження матеріалу в пам'яті. Кожна людина в процесі пізнання виробляє свої прийоми структурування теоретичного матеріалу, а оволодіння прийомами структурування є нагальна потреба викладацької та студентської практики.

Висновки. Таким чином, відбір змісту матеріалу впливає на засвоєння теми, розуміння та збереження його у довгостроковій пам'яті.

Список використаних джерел:

1. Дольнікова Л.В., Цубова О.Л. Структурування змісту навчальних дисциплін як важлива передумова для підвищення якості підготовки фахівців. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. Вісник НУ «Львівська політехніка».* №767, 2013. С. 379-382.
2. Андрощук І.В. Вимоги до відбору і структурування змісту дисципліни «Педагогічна взаємодія у професійній діяльності». *Науковий вісник УМО Педагогіка.* 2016. № 2. С. 1-16.
3. Столяренко Т.Л. Модернізація освіти на інноваційних технологічних засадах з проектування дидактичних електронних ресурсів. *Якість вищої освіти: сучасний стан та шляхи забезпечення: матер. всеукр. наук.-метод. інтернет-конференції педагогічних працівників вищих навчальних закладів І-ІІ р.а., 17-18 квітня 2017 р.* / ред. кол.: Т.С. Прокопенко та ін. Х.: Коледж НФаУ, 2017. С. 30-38.
4. Бабанский Ю.К. проблемы повышения эффективности педагогических исследований: дидактический аспект. М.: Педагогика, 1982. 192 с.
5. Лозовецька В.Т. Теоретико-методологічні основи професійного навчання молодшого спеціаліста сільськогосподарського профілю: дис. ...д-ра пед. наук: 13.00.04. Київ, 2002. 579 с.

Пилипенко О.О., Суховірська Л.П.

Дослідження поверхневої активності речовин на заняттях медичної хімії та фізики

Донецький національний медичний університет, м. Кропивницький, Україна

Pilipenkoolena1@gmail.com, suhovirskaya2011@gmail.com

Здобувачі медичної освіти першого року навчання опановують матеріал з курсу «Медичної хімії» та «Медичної та біологічної фізики». Для кращого сприймання матеріалу з теми «Поверхневі явища та поверхнева активність» було розроблено спільну експериментальну роботу щодо дослідження поверхневої активності деяких лікарських препаратів [1]. Дана тематика зацікавила студентів. Вони тісно включилися в співпрацю та ініціювали додаткові дослідження з запропонованих ними сполук.

Дослідження відбувалося зокрема для речовин-детергентів [2]. Дані сполуки мають високу поверхневу активність, знижуючи поверхневий натяг рідини і, як наслідок, полегшують її розтікання. Також дана властивість сполук застосовується для руйнації клітинних оболонок у вірусів та бактерій, тому використовуються більшість детергентів як антисептичні засоби. Визначення поверхневого натягу виконувалися з допомогою двох методик: відриву краплі та відриву кільця. Всі результати були описані та проаналізовані. Створено відповідні таблиці. Як показує практика, міжпредметна взаємодія підвищує інтерес до даних предметів у здобувачів, покращує якість знань, вмінь та навичок. Активність студентів та їх зацікавленість формують вміння практично застосовувати теоретичні знання [3].

Отже, вдало поєднані міжпредметні зв'язки та активна робота студентів здатні розвинути інтерес та зацікавленість навіть до таких тем, які вважаються, зі слів здобувачів, малоцікавими та важкими для сприймання. Як наслідок – формуються стійкі та довготривалі знання, що забезпечує високий рівень оволодіння матеріалом.

Список використаних джерел

1. Стрельцова О. О., Менчук В. В. Утворення, властивості розчинів і застосування поверхнево-активних речовин: навчально-методичний посібник. Одеса : Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, 2021. – 132 с.
2. Фармацевтична енциклопедія України <https://www.pharmacencyclopedia.com.ua/article/2475/detergenti>
- Стучинська Н.В., Лисенко Т.А. Формування предметних компетентностей з фізики та хімії при вивченні поверхневих явищ та їх ролі у медико-біологічних процесах // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – 2015. – Випуск 3 (6). – С. 97-108.

Полянська О.С., Ташук В.К., Гречко С.І.

Використання іновативних технологій на післядипломному етапі навчання

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

okspolyan@ukr.net

На сучасному етапі підготовка конкурентоспроможного лікаря фізичної та реабілітаційної медицини, здатного компетентно, ефективно та безпечно здійснювати практичну діяльність, опираючись на принципах доказовості є надзвичайно актуальною і відповідає запитам сьогодення. Досягнення сучасної медичної науки ставлять перед освітою цілу низку проблем, серед яких є збільшення кількості інформації, якою повинен оволодіти лікар, який проходить післядипломне навчання. Без запровадження іновативних технологій неможливо досягти головної мети перебудови медичної освіти - покращання якості підготовки лікарів. Післядипломна підготовка лікарів за спеціальністю «Фізична та реабілітаційна медицина» в Україні тепер проводиться в інтернатурі та на 3-х місячних циклах вторинної спеціалізації [1].

Сучасні зміни, що проводяться в системі післядипломної освіти лікарів, обумовлюють необхідність впровадження в навчальний процес нових форм і методів навчання, які мають сприяти його інтенсифікації, стимулювати діяльність лікарів-слухачів. Однією із основних форм організації систематичних навчальних занять на післядипломному навчанні залишається лекція, як носій необхідної інформації з того чи іншого розділу відповідної дисципліни, для систематизації та структурування всього обсягу знань, отриманих слухачами.

Проведення практичних занять проводиться з використанням новітніх технологій комп'ютерної техніки, електронних засобів спілкування та дистанційних форм навчання з використанням муляжів, фантомів та учбового відео [2,3]. Практичні заняття включають роботу у реабілітаційному відділенні або реабілітаційному центрі. Обов'язково проводиться клінічний розбір пацієнтів з виставленням реабілітаційного діагнозу за міжнародною класифікацією функціонування, оцінкою функціонального стану за певними таблицями і опитувальниками, визначенням складу мультидисциплінарної команди з використанням певних методик кожним спеціалістом та подальшою оцінкою ефективності реабілітаційного втручання.

При проведенні дистанційного навчання використовуються нові технології подання інформації (інфографіка, скрайбінг, інтелект-карти), а також різні види тестів, інтерактивних форм, опитувальники. При проведенні регулярних занять зі слухачами використовуються засоби комунікацій та освітніх ресурсів мережі Інтернет (віртуальні дискусії в форумі, круглий стіл в режимі телеконференції, чат-консультації), вебіари, аналіз ситуаційних завдань з реалістичним моделюванням та імітації клінічної ситуації, демонстрація клінічних прикладів

[5]. Викладач в умовах роботи зі слухачами онлайн може передати свій досвід нескінченному числу людей, а слухачі можуть брати участь в процесі навчання незалежно від місця знаходження. Дистанційне навчання дає можливість донести до слухачів інформацію залежно від рівня підготовки і можливостей, впровадження найновіших педагогічних розробок, навчання в будь-який зручний час при необхідності, отримання знань без відриву від основної роботи, можливості виділення матеріалу на окремі теми у міру освоєння знань, активне онлайн спілкування між слухачем і викладачем, що підсилює мотивацію до навчання, покращує освоєння матеріалу, відкриває великі можливості контролю якості навчання, які передбачають проведення дискусій, онлайн чатів. Іноваційним і передовим є використання технології доповненої реальності –відеоілюстрацій із прикладами вправ, що дають змогу унаочнено зрозуміти відмінності у терапевтичних вправах, способи їх застосування, прогресування та ефективного добору[6].

Робота в симуляційному центрі дає можливість відпрацювання певних методик реабілітаційного впливу на різні м'язи з використанням 3-Датласів з пошаровим моделюванням анатомічної ділянки, чіткою візуалізацією глибоких структур та фрагментацією окремих цілих систем [4. Можливе спостереження за зміною м'язів при виконанні активних і пасивних вправ, динамічних і статичних, відпрацювання методик введення фармакологічних препаратів для підвищення або зменшення тону м'язів. Широке застосування в медичній освіті розвинених країн імітаційних методів навчання дозволило поставити відпрацювання практичних навичок медичних працівників на якісно новий рівень без загрози життю і здоров'ю пацієнтів.

Використання іноваційних технологій на циклі спеціалізації з фізичної та реабілітаційної медицини дає можливість освоїти теоретичний і практичний матеріал та сприяють підвищенню рівня підготовки слухачів.

Список використаних джерел.

1. Наказ МОЗ України від 22.06.2021 № 1254 "Про затвердження Положення про інтернатуру та вторинну лікарську (провізорську) спеціалізацію" https://moz.gov.ua/uploads/6/32466-dn_1254_22_06_2021_dod.pdf
2. Полянська О.С., Полянський І. Ю. Використання інтерактивних технологій при викладанні дисципліни «Фізична реабілітація. Спортивна медицина» *Nowoczesna edukacja: filozofia, innowacja, doswiadczenie*, 2016. №1(5). С.119-122.
3. Полянська О.С., Полянський І.Ю. Нові підходи оцінювання навчальних результатів у студентів. *The scientific method*. 2017. №13(13). С.47-50.
4. Попова Г. В. Симуляційні технології змішаної реальності у підготовці майбутніх судноводіїв. *Науковий огляд*. 2019. №6(59). С.1-8.
5. Танцюра Л. Д., Кисельова І. В., Біляев А. В. Аудит оцінки лікарями дистанційної форми навчання на етапі післядипломної освіти. *Медична освіта*. 2020. №4. С.100-104.
6. Терапевтичні вправи: навчальний посібник/О.Єжова, К. Тимчук-Скоропад, Л.Ціж, О.Ситник ПП Євро-Волинь, 2021. 152с.

Ризничук М.О.¹, Пішак В.П.²

Використання методики "мозкового штурму" у розвитку творчого мислення студентів медичних спеціальностей

¹*Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна*

²*Національна академія педагогічних наук України, Київ, Україна*

rysnychuk.mariana@gmail.com, pishakvp@gmail.com

Анотація. У статті розглянуто метод інтерактивного навчання "мозковий штурм". Його використання у процесі викладання студентам медичних спеціальностей. Дані його переваги та недоліки та рекомендації щодо впровадження його під час практичних занять у студентів медичних факультетів. Проаналізовано колективну діяльність та творчий підхід у студентів 4-го курсу II медичного факультету, в яких використано на практичному занятті методику "мозкового штурму". Проаналізовано відсоток засвоєння студентами навчального матеріалу. Високий результат траплявся у 71,4% студентів.

Ключові слова: інтерактивне навчання, "мозковий штурм", студенти.

Вступ. Пріоритетними завданнями сучасної педагогіки є впровадження у навчальний процес ЗВО засобів інформаційно-комунікаційних технологій. Розвиток і вдосконалення форм та методів контролю навчальних досягнень є важливою передумовою підвищення якості підготовки майбутніх медичних фахівців. Це є зворотним зв'язком у навчанні, що забезпечує можливість коригування цього процесу.

Інтерактивне навчання є найбільш ефективною сучасною освітньою технологією. Усвідомлюючи, що навчання це процес соціальний та колективний, а не індивідуальний, інструментом впливу в системі інтерактивних методик будуть групові методи навчання. Робота зі студентами в малій групі – невід'ємна частина більшості інтерактивних методів [1].

Поділити роботу в малих групах можна на наступні блоки: 1) методики дискусії (групова дискусія, розбір випадків із практики, моделювання практичних ситуацій, кейс-метод тощо); 2) ігрові методики: а) дидактичні, імітаційні та творчі ігри; б) рольові ігри; в) мозковий штурм; г) контргра; 3) сенситивний тренінг.

Варіантом інтерактивного, інноваційного навчання є метод "мозкового штурму", підвищує ефективність та результативність навчання та відповідає основним медичним компетенціям, за умови його використання на етапах навчального процесу. Різні варіанти

підходів до діагностики та лікування, вирішення поточних проблем пацієнта із використанням мозкового штурму сприяють кращому засвоєнню матеріалу та формуванню творчого підходу до практичної діяльності лікаря зі спеціальності “Педіатрія” завдяки формуванню системи професійних знань, вмінь та практичних навичок, науково-практичного самовдосконалення, комунікативних якостей особистості фахівця та професійної соціальної активності [2].

Основні правила даного методу: під час гри існують ведучого і учасників і немає викладачів та студентів, не допускається шаблонного мислення, позитивно сприймається будь-яка доказова ідея. Рекомендовано ставити учасникам запитання з метою уточнення і розвитку їх ідей. Важливо заохочувати та підтримувати всі ідеї. Категорично забороняється критичні зауваження і поточні оцінки. На стадії обговорення ні одна ідея не відкидається. Навіть тоді, коли комусь не подобаються запропоновані ідеї, краще сказати: "Так, але можна й по-іншому"... Свої думки слід формулювати чітко і коротко. Чим більше буде висунуто ідей, тим краще [4].

Інтерактивний метод "мозковий штурм" складається із таких етапів:

1. Формулювання проблеми, обґрунтування завдання для її вирішення. Визначення умов і правил колективної роботи. Формування декількох робочих груп по 3-5 студентів (генераторів) та експертної групи (експертів), яка буде оцінювати і відбирати найкращі ідеї.

2. Розминка. Швидкий пошук відповідей на питання і завдання тренувального характеру. Мета цього етапу – допомогти студентам звільнитися від скутості.

3. "Штурм" визначеної проблеми. Ще раз уточняється поставлене завдання, нагадуються правила обговорення. Генерування ідей розпочинається одночасно у всіх групах за сигналом викладача. Кожен висловлює вголос свої ідеї. За кожною групою закріплюється експерт, який фіксує на папері висунуті ідеї. "Штурм" продовжується 10-15 хвилин.

4. Оцінка і відбір найкращих ідей групою експертів.

5. Повідомлення про результати "мозкового штурму". Обговорення підсумків роботи групи, оцінка найкращих ідей, їх публічний захист [2].

Метод дає змогу: розвивати пізнавальний інтерес і активність студента, уяву, самостійне мислення, звільнене від шаблону і стереотипів; уміння формулювати власну думку, чітко і коротко її висловлювати і захищати; уміння працювати в групі, слухати іншу людину, поважати альтернативну позицію; краще осмислювати навчальний матеріал.

Недоліками цього методу є: можливість домінування одного чи двох студентів – найактивніших учасників групи; імовірність "зациклення" на однотипній ідеї; наявність

певного рівня знань із різних спеціальностей у складі однієї групи; обмеженість часу на проведення [3].

Метою нашого дослідження було організувати роботу в малих групах студентів 4-го курсу ІІ медичного факультету на практичному занятті з педіатрії на тему: "Цукровий діабет у дітей".

Основна частина. Практичне заняття розпочалося зі вступної частини, яка включала оголошення теми заняття, та коротко охарактеризувалася епідеміологія цукрового діабету в дітей. Потім ведучий (в ролі ведучого – викладач) оголошував учасникам тему дискусії, а саме "Цукровий діабет у дітей" та пропонував висловити усі свої думки з цього приводу. Перед початком "мозкового штурму" учасникам надавалася можливість декілька хвилин зосередитися та подумати. Учасники користувалися основними принципами "мозкового штурму": пропонували будь-яке рішення, яке прийде в голову, навіть дуже незвичайне та непрактичне; не критикували відповіді інших; не робили самоцензури; генерували найбільшу кількість ідей; не примушували учасників до активного висловлювання; вчилися не перебивати інших. На висловлювання виділялося не більше 10 хв, усі запропоновані учасниками ідеї записувалися. Після завершення "мозкової штурму", ще раз оголошувалося завдання та чітко перерахувалися всі записані відповіді. Встановлено, що вірні ідеї виникали у 9 (64,3%) із 14 студентів. Далі, під керівництвом ведучого обговорювалися різноманітні варіанти відповідей та обиралися найкращі для вирішення поставленої проблеми.

Заключною частиною заняття був тестовий контроль із даної теми. При аналізі результатів тестування виявлено: два студенти (14,3%) вирішили тестові завдання на оцінку "відмінно", вісім студентів (57,1%), які брали участь у "мозковому штурмі" вирішили тестовий контроль на "добре", та чотири (28,6%) — на "задовільно".

Висновок. Під час роботи в малих групах студенти набувають досвіду командної творчої роботи, правил дискутування, культури спілкування та колегіальності; навчаються аргументувати свою точку зору та прислухатися до інших у процесі пошуку оптимального вирішення проблеми. Позитивний високий результат у засвоєнні теми спостерігається у 71,4% студентів.

Список використаних джерел

1. Войцещук Л. Є. Інтерактивне навчання – технологія сучасного навчання. *Вісник Запорізького національного університету*. 2011; 3(15): 46-9.

2. Борисенко А.В., Печковський К.С., Зелтська Н.А. Підвищення ефективності викладання розділу "Лікування генералізованого пародонтиту" з використанням сучасних педагогічних технологій. Сучасна стоматологія. 2013; 2: 149-52.
3. Нагайчук В.В. Застосування інтерактивних технологій навчання для викладання у вищих медичних навчальних закладах. Вісник Вінницького національного медичного університету. 2013;17(2): 456-9.

УДК 37.015. 31 : 17. 022. 1:61-057.87

Семенова Л.С.

Новітні освітні технології для покращення морального виховання студентів-медиків

Дніпровський державний медичний університет, Дніпро

e-mail: 302_04@dmu.edu.ua

Анотація. Важливим напрямком підготовки сучасних лікарів є не тільки навчання висококваліфікованих та професійно компетентних медичних працівників, але й спеціалістів з високими моральними якостями, спроможними будувати довірчі стосунки з пацієнтами. Тому метою дослідження є розробка заходів щодо покращення морального виховання студентів-медиків. Для розробки змісту морального виховання студентів-медиків з використанням історичного методу дослідження було проаналізовано життя та діяльність видатних професіоналів у світі медичної науки. Серед них були виділені особистості, життя та діяльність яких можуть бути прикладом високих етичних норм гуманізму (Теодор Гааз, Джон Говард, Альберт Швейцер). Також проаналізовано життя та діяльність лікарів та вчених, які працювали у нашому місті, а саме: Микола Пирогов, Іван Лешко-Попель, професор Володимир Порфірійович Карпов, професор Іван Олександрович Логвіненко, професор Яків Григорович Ковров Крім того було показано значення вивчення творів Антона Чехова (народився в Катеринославській губернії) та його літературного типа лікаря-гуманіста. Запропоновані заходи, щодо покращення морального виховання студентів-медиків, а саме: створити науково-методичний та освітньо-виховний центр з морального виховання студентів-медиків на базі кафедр гуманітарних дисциплін, створити електронний банк методичної та спеціальної літератури, забезпечити проведення регулярних on-line семінарів для викладачів.

Ключові слова: гуманізм, моральне виховання, студенти-медики.

Якість та ефективність надання медичної допомоги визначається не тільки високою кваліфікацією та професійною компетентністю медичних працівників різних спеціальностей,

а й їх особистими особливостями, установками, мотивацією, психоемоційним та фізичним станом. Лікування багатьох захворювань неможливе без урахування соціально-психологічних особливостей особистості, взаємовідносин із навколишнім середовищем, що вимагає від лікаря вміння будувати довірчі стосунки з пацієнтом. В Единбурзькій декларації Всесвітньої федерації медичної освіти було зазначено, що кожен пацієнт повинен мати можливість зустрітися з людиною, навченою бути уважним слухачем, уважним спостерігачем, ефективним клініцистом, а також людиною, яка дуже сприйнятлива у сфері спілкування в особі лікаря [1].

При вивченні життя та діяльності видатних професіоналів у світі медичної науки, студенти набуватимуть не лише спеціальних знань, але формуватимуться як особистість, орієнтована на найкращі людські якості та цінності, тому гуманітарні дисципліни надають не тільки медичну інформацію, але й мають освітнє значення.

Гуманітарні науки збагачують загальнокультурний та медичний світогляд майбутнього лікаря, допомагають оволодіти професією, зберігати відданість їй, бути відповідальними перед громадою, об'єднувати різні галузі науки.

Наш видатний вчений Данило Самойлович зазначав: «Усі, хто готовий стати лікарями, повинні бути милосердними, співчутливими, корисними ... і любити свого ближнього, як самого себе ..., а не бути скупим або жадібним у грошових справах; скупість і жадібність - два пороки, що ганьблять лікаря. ... Щоб стати лікарем, ти повинен бути ідеальною людиною ».

Прикладом високих етичних норм гуманізму був видатний лікар і меценат Федір Гааз (1780-1853). Усі свої кошти він спрямував на допомогу бідним та в'язням. На постаменті його пам'ятника були викарбовані такі слова: "Поспішайте на добрі справи". Британський громадський активіст, меценат, реформатор тюремних справ Джон Говард (1726-1790), який брав участь у боротьбі з епідеміями на півдні України і загинув тут, відрізнявся високим гуманізмом.

Альберт Швейцер (1875-1965) - німецький та французький філософ, доктор філософії, теології та медицини, автор фундаментальних праць з теології. В Африці (Габон) він побудував лікарню і довгий час надавав медичну допомогу місцевим жителям. Він був нагороджений Нобелівською премією миру за велику гуманістичну діяльність у підтримці світового миру, яку він витратив на лікування прокази в Африці. "[2].

Важливо використовувати приклади діяльності лікарів, які жили і працювали в Україні та в нашому місті для морального виховання. Для прикладів:

Микола Іванович Пирогов, відомий вчений, хірург, відомий у всьому світі, який мешкав в Україні та лікував поранених у Катеринославі, приділяв велику увагу ретельній допомозі хворим та пораненим, допомагаючи їх швидкому одужанню. Він був першим хто використав для цього допомогу цивільного населення, а саме сестер милосердя. Він писав: «Обов'язки сестер милосердя на перев'язувальних пунктах були різноманітними і важливими для їх наслідків для пацієнтів як у фізичному, так і в моральному аспекті» [3].

Праця лікаря та гуманіста Катеринослава Івана Лешко-Попеля є прикладом безкорисливого служіння людям. Люди називали його «другом бідних», «народним лікарем», «видатним лікарем». Він був відомою людиною наприкінці ХІХ - початку ХХ століття. Життєві та гуманітарні прагнення І.В. Лешко-Попеля слугують прикладом для морального виховання молодих поколінь лікарів на основі найкращих традицій минулого.

Людина великої душі, глибоко розуміючи медичний обов'язок Іван Лешко-Попель, відрізнявся від багатьох своїх колег, був сповнений особливою чуйністю та чутливістю. День і ніч люди стукали у його двері, і він завжди був готовий, «допомогти хворому і піти до протилежного кінця міста пішки, на Кайдак чи Амур, де люди чекали його як надію» [4].

Етичним питанням медицини присвячені праці відомого вченого, першого ректора Катеринославської медичної академії професора Володимира Порфірійовича Карпова. У своїй роботі «Гіппократ і колекція Гіппократа» професор В.П. Карпов підкреслює, що Гіппократ пропонує дотримуватися принципу індивідуалізації у лікуванні із суворим дотриманням етичних норм. Слід зазначити, що професор В.П. Карпов був і талановитим вченим, і блискучим педагогом. Велику увагу приділяв навчанню та педагогічній роботі. Він вважав, що лекції є основою навчально-виховного процесу. Його лекції, як пам'ятали слухачі, були блискучими за змістом і глибокими за формою. При цьому він завжди враховував рівень підготовленості аудиторії. Молоді студенти його любили. Володимир Порфірійович підняв плеяду учнів, видатних вчених, таких як М. Л. Гербільський, Н. Х. Флеров та ін. [5].

Професор Іван Олександрович Логвиненко, який завідував кафедрою соціальної гігієни та управління охороною здоров'я Дніпропетровської медичної академії, вважав, що виховання студентської молоді має бути спрямоване на формування не тільки високих професійних, але і моральних рис. Він приділяв велику увагу культурі взаємовідносин колег. Він казав: «Атмосфера в колективі повинна навчити красі людських стосунків, культурі думок і вчинків. Професор І. О. Логвиненко завжди першим приходив на роботу, починаючи свій робочий день з прибирання свого кабінету. Охайність, порядок і дисципліна повинні бути у всьому, вважав Іван Олександрович. Він був вимогливий не лише до викладачів та учнів, але перш за все до

себе. Він характеризувався самовідданістю в роботі, і саме цього він очікував від підлеглих. Незважаючи на вимогливість до своєї роботи, він був чуйною, уважною людиною, був як батько для молодих колег та студентів, він знав їх соціальні та побутові проблеми, часто зустрічався зі студентами в гуртожитках [6].

Професор Яков Григорович Ковров був завідувачем кафедри гігієни дітей та підлітків Дніпропетровського медичного інституту. Він приділяв велику увагу не лише педагогічній та науковій, а й виховній роботі серед студентів. Особливу увагу Яків Григорович приділяв патріотичному вихованню молоді [7].

Літературних героїв також можна використовувати для морального виховання.

Антон Павлович Чехов був не тільки відомим письменником у всьому світі, він був лікарем. Антон Чехов народився в Таганрозі, порту на Азовському морі в Катеринославській губернії. Завдяки А. П. Чехову у світовій літературі з'явився літературний тип лікаря-гуманіста.

У повісті "Палата № 6" А.П. Чехов розглядав проблему вдосконалення медичної допомоги сільському населенню, підвищення якості медичної допомоги бідним, гуманне ставлення до психічно хворих пацієнтів.

Багато літературних персонажів присвячені лікарям, їх важкій та небезпечній роботі.

Лікар Димов (оповідання «Стрибун») був людиною талановитою і шанованою, він завжди самовіддано ставився до своїх пацієнтів. Врятувавши життя важкохворому хлопчику, він заразився важкою хворобою, яка призвела до його смерті.

Погані умови праці були причинами багатьох захворювань. В оповіданні "Справа з практики" доктор Корольов назвав, що умови життя та праці працівників фабрики були нездоровими. Він розглянув проблему гуманного ставлення до працюючих людей [8].

Літературні твори Чехова стали джерелами опису гуманізму в медицині.

Таким чином, гуманітарні дисципліни відіграють важливу роль у формуванні професійних компетенцій майбутніх лікарів, формують особистість майбутнього лікаря на основі загальних принципів людяності.

З метою вдосконалення морального виховання студентів-медиків ми пропонуємо:

1. створити науково-методичний центр з морального виховання студентів-медиків на базі кафедр гуманітарних дисциплін;
2. створити електронний банк методичної та спеціальної літератури з морального виховання студентів-медиків;

3. забезпечити проведення регулярних on- line семінарів для викладачів з морального виховання студентів-медиків;

Список використаних джерел

1. Спирина И. Д., Витенко И. С., Напреенко А. К. Медицинская психология. Днепропетровск, 2014. 456 с.
2. Stupak F. Ya. History of medicine : textbook. Kiev, 2016. 128 p.
3. Семенова Л. С., Корягін Ю. А. Значення наукових ідей М.І. Пирогова для сучасної організації охорони здоров'я. Медичні перспективи. 2015. № 1. С. 143-145.
4. Semyonova L. S. Importance of studying I.V. Leshko-Popel activities for moral education of medical students. Медичні перспективи. 2017. № 1. С. 141-146.
5. Семенова Л. С. Пам'яті професора Володимира Порфирійовича Карпова. Медичні перспективи. 2013. № 3. С. 157-159.
6. Семенова Л. С. Згадаймо вчителя та колегу Івана Олександровича Логвиненка. Медичні перспективи. 2015. № 1. С. 146-147.
7. Лехан В. М., Семенова Л. С. Професор Ковров Яків Григорович. Медичні перспективи. 2009. № 3. С. 117-118.
8. Semyonova L. S. Klimenko I. N. Anton Chekhov and his literary works as sources of studying humanism in medicine. Медичні перспективи. 2018. № 1. С. 139-144.

УДК : 378.147.016:611.018

Семенюк Т.О., Малик Ю.Ю., Пентелейчук Н.П.

Новітні освітні технології при опануванні дисципліни «гістологія, цитологія та ембріологія» у Буковинському Державному Медичному Університеті

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

semeniuk.tetiana@bsmu.edu.ua, malyk.yuliia@bsmu.edu.ua, pentelejchuk.nataliia@bsmu.edu.ua

Анотація. Дана стаття дає можливість розглянути результати впровадження новітніх освітніх технологій у навчальний процес студентів Буковинського державного медичного університету опановуючи навчальну дисципліну «Гістологія, цитологія та ембріологія». Сучасний темп розвитку освіти, виклики сьогодення, зокрема, пандемія COVID-19 та воєнний стан в Україні, роблять актуальним пошук інноваційних форм якісної організації навчального процесу. Саме це і призвело до впровадження інформаційних технологій в освіту і формування окремого сучасного виду навчання – дистанційного. Впродовж останніх двох років в Україні на всіх рівнях освіти започатковується та удосконалюється дистанційна форма навчання, що надає можливість індивідуалізувати процес набуття знань, умінь, практичних навичок. Освітній процес відбувається переважно за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного

учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, що функціонує на базі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Ключові слова: дистанційне навчання, новітні освітні технології, медична освіта

Медична допомога сьогодні, як ніколи, має бути надійною, високоефективною, безпечною та вчасною. Нині інформаційні технології використовуються в багатьох галузях охорони здоров'я та освіти [3,4] і тому є доцільним та важливим використовувати їх починаючи з початкового етапу становлення медичного та фармацевтичного фахівця. Дані фахівці мають бути конкурентоспроможними, кваліфікованими, здатними йти в ногу з технічним прогресом. Знання основ комп'ютерних технологій фахівцю з медичною освітою потрібно не менше ніж фахівцю з економічною або технічною освітою. Становлення відповідної компетентності у майбутніх медиків можливо досягти шляхом розробки та удосконалення певного методичного забезпечення з використанням засобів інформатизації навчального процесу. Досягнення позитивних результатів залежить від ступені мотивації учасників інноваційного навчального процесу. Для отримання бажаних результатів інноваційної діяльності мають бути створені відповідні умови роботи, передбачені колективні стимули та індивідуальні здібності кожного працівника. Виклики сьогодення зокрема, пандемія COVID-19 [2] та воєнний стан в Україні [1], вносять свої корективи, ставлять завдання перед суспільством та спрямовано ведуть до їх якісного виконання.

Метою роботи було визначення ролі інноваційних технологій та їх впровадження у навчальний процес кафедри гістології, цитології та ембріології БДМУ під час дистанційного навчання, що базується на принципі самостійного навчання здобувачів освіти, де вони віддалені у просторі від викладача, але водночас завжди мають можливість підтримувати спілкування, зокрема, «студент – викладач», «студент – студент», «студент – інформація» за допомогою різних засобів комунікації.

Практичні заняття та лекції проводяться у синхронному режимі за допомогою сервісу відео конференцій «Google Hangouts Meet». Під час практичних занять студенти працюють з викладачем у інтерактивній формі, при якій у студентів є можливість обмінюватись думками, висловлювати ідеї та пропозиції, а викладач стає модератором спільної діяльності, ділової співпраці та творчого пошуку. Кожна нова тема, кожне питання стимулює інтерес студентів до нових знань, до розвитку себе з метою використання набутих знань у конкретній практичній діяльності. Під час опитування теоретичного матеріалу, яке відбувається у вигляді дискусії, проявляється самостійність мислення студента та його бачення вирішення проблеми.

Обговорення окремих ситуаційних завдань активізує студентів, розвиває в них аналітичні та комунікативні здібності. Особливо сьогодні, при навчанні в умовах воєнного стану у країні, звертаючи увагу на те, як нашій державі потрібні медики, неможливо оминати і гуманістичне навчання, яке спрямоване на виховання свідомих громадян, справжніх та відданих патріотів у своїй галузі, становлення їхнього фізичного й морального здоров'я, яке має працювати на користь нашому суспільству. Під час проведення тестувань студентів онлайн з використанням серверу дистанційного навчання MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), з одного боку, набувається самоосвітня компетентність окремо кожного студента, а з іншого боку, в межах групи студентів визначається рейтинг, а це, у свою чергу, навчає їх бути конкурентоспроможними та найкращими. Практичні заняття та лекції відбуваються із використанням мультимедійних презентацій, які містять максимально необхідний теоретичний матеріал, що супроводжується різноманітними схемами, діаграмами, малюнками, фотографіями гістологічних препаратів та електронних мікрофотографій, анімаціями та відео. Це обов'язково сприяє кращому розумінню та засвоєнню інформації. В межах презентації інформація логічно упорядкована та взаємопов'язана. За необхідності викладач улюбий момент має можливість повернутись до будь-якого матеріалу, який вже було використано раніше під час практичного заняття або лекції.

Сервер дистанційного навчання MOODLE, де завантажено та упорядковано багато теоретичного і наочного матеріалу, розкладів, оголошень з інформацією для студентів є можливим використовувати після завершення занять згідно розкладу за потреби. Для цього їм не обов'язкове використання лише комп'ютера або ноутбука, достатньо володіти сучасним смартфоном. Беручи до уваги той факт, що студентам подобається спілкування у соціальних мережах, а також з метою додаткового оприлюднення певної інформації з гістології, яка корисна студентам, на даний час використовується ще один ресурс соціальних мереж – Instagram, де створено канал з зворотнім зв'язком `histo_gram_cv`. Даний канал користується попитом серед студентів та ми отримуємо багато позитивних відгуків від них.

При роботі зі студентами обов'язково присутній зворотній зв'язок із використанням одного із месенджерів Viber, WhatsApp, Telegram та ін.

Зрозуміло, що дистанційне навчання має свої переваги, але одночасно слід відзначити, що є і недоліки (табл.1). Тобто, іншими словами, можна сказати, що вона не є на 100 % досконалою. І це означає, що є ще над чим працювати, щоб досягти кращих результатів.

Таблиця 1

Переваги	Недоліки
Сприяє не зупиняти навчальний процес	Не може цілком замінити класичну форму навчання, спілкування «віч-на-віч»
Надає можливості наглядної демонстрації тексту, схем, малюнків, фото та ін.	Не дає 100 % можливості набути та напрацювати практичні навички діагностики гістологічного препарату із використання світлового мікроскопу
Сприяє підвищенню рівня засвоєння студентами дисципліни завдяки використанню різних новітніх технологій без обмеження в часі	Не дає викладачу 100 % впевненості, що студент не користувався допоміжними матеріалами під час відповідей або виконання тестових завдань
Вивчати, тренуватися та успішно складати модульні контролі та іспити	Можливі перебої у електропостачанні або роботі інтернет-мережі
Якість дистанційної освіти не поступається якості навчання «віч-на-віч»	Збільшення часу на листування з студентами
Можливість отримати освіту в зручний час і зручному місці та рівноправний доступ до освіти, незалежно від місця проживання, стану здоров'я чи соціального статусу.	
Роль вчителя полягає не тільки в передаванні знань. Вчитель стає наставником-консультантом-модератором процесу навчання	

Таким чином, можна відзначити, що дистанційні технології навчання досить активно інтегруються в навчальний процес кафедри гістології, цитології та ембріології Буковинського державного медичного університету вивчаючи фундаментальну морфологічну дисципліну «Гістологія, цитологія та ембріологія». Водночас, це можна назвати прогресом професійної діяльності та майстерності працівників вищого навчального медичного закладу.

Список використаних джерел

1. Закон України від 24 лютого 2022 року № 2102-IX. Про затвердження Указу Президента України «Про введення воєнного стану в Україні». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2102-IX#Text>
2. Пашкова Ю.П., Палагнюк Г.О., Матохнюк М.О. Досвід впровадження інформаційних технологій в процесі вивчення клінічної дисципліни у вищому медичному навчальному закладі. *Проблеми екології і медицини*. 2021. Т. 25, № 1-2. С. 46–49.
3. Подковко Х.В. Інноваційні технології навчання в контексті компетентнісного підходу в освіті. *Медична освіта*. 2016. № 1. С. 41-43. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mosv_2016_1_14.
4. Про запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.03.2020. № 211. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/211-2020-%D0%BF?lang=uk#Text>

Сілкова О.В.

Особливості викладання теоретичних дисциплін здобувачам вищої медичної освіти в умовах військового стану в Україні

Полтавський державний медичний університет, м.Полтава, Україна

silkova.66@gmail.com

Анотація. Військова агресія Російської Федерації проти України, запровадження військового стану обумовлюють актуальність вивчення особливостей організації навчального процесу в умовах бойових дій, викладання дисциплін у вищих навчальних закладах, особливостей їх проведення. Адже наявні обмеження можливостей здобувачів вищої освіти, викладачів України, обумовлені технічними проблемами, психологічними станами учасників освітнього процесу в умовах запровадження режиму військового стану потребують належної адаптації навчального процесу, викладання дисциплін, правового регулювання.

Ключові слова: військовий стан, освітній процес, медична інформатика, медичні знання, медична освіта.

У зв'язку з військовою агресією Російської Федерації проти України, на підставі пропозиції Ради національної безпеки і оборони України, відповідно до пункту 20 частини першої статті 106 Конституції України, Закону України «Про правовий режим воєнного стану на всій території України» Указом Президента України №64/2022 був введений воєнний стан з 24 лютого 2022 року та відповідно до частини четвертої статті 34 Закону України «Про вищу освіту», пункту 8 Положення про Міністерство освіти і науки України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 16 жовтня 2014 року № 630, Міністерством освіти і науки України був виданий Наказ №235 від 07.03.2022 року «Про деякі питання організації роботи закладів фахової передвищої, вищої освіти на час воєнного стану» відповідно до якого:

- за наявних можливостей ЗВО відновлюється освітній процес для учасників освітнього процесу у змішаній (очно-дистанційній) або дистанційній формі;

- забезпечуються особливі умови навчання (встановлення індивідуального графіка навчання, надання академічної відпустки тощо) для тих здобувачів освіти, які перебувають в лавах ЗСУ або у підрозділах територіальної оборони, займаються волонтерською діяльністю.

Таким чином, наявні обмеження можливостей учасників освітнього процесу, викладачів в умовах військового стану потребували належної адаптації при вивченні

навчальних дисциплін, потребували різномайття форм, методів організації навчального процесу, які будуть суттєвим внеском у формуванні професійних знань, умінь майбутнього лікаря при вивченні теоретичних дисциплін, зокрема «Медичної інформатики».

Ніхто з нас раніше не був в військових умовах, тому логічно, що ми не знаємо як треба реагувати й що робити, як навчати під час військових реалій, багато учасників освітнього процесу відчувають психологічну тривогу, неспокій, стрес, які викликають наступні реакції [1]:

- 1) Шок (заціпеніння, невіра, що почалася війна);
- 2) Активні емоційні прояви (від паніки, істерики, плачу до злості, агресії, дратівливості);
- 3) Фаза усвідомлення (ми розуміємо, що нічого змінити не можемо);
- 4) Прийняття, адаптація (починаємо допомагати іншим, повертаємось до своїх звичних обов'язків).

За ствердженням американського психолога Д. Арчибальд [2], одним із найбільш дієвих способів полегшити такий стан є розмови з оточуючими людьми, максимальна зайнятість справами, читанням, навчанням, тощо . Це допомагає визнати і обговорити свої почуття. Також можна спробувати записувати думки на папері. Це допомагає зрозуміти ситуацію і відчути полегшення.

Психологиня Сандра де Монте пропонує змусити себе відволіктися від теперешньої ситуації за допомогою розв'язання важкої задачі чи кросворду — варто робити щось, що допоможе максимально залучити когнітивні здібності і відволікти від думок про стану в країні [3, 4].

Отже, враховуючи вище перераховане, дуже важливо було розпочати і забезпечити навчальний процес, розробити низку практичних, теоретичних завдань для здобувачів освіти, щоб за можливості обмежити час для сприйняття тривожних новин, котрі тримають людину у стані “бий або біжи”. Це забезпечується за рахунок підвищення рівнів гормонів стресу, зокрема кортизолу та адреналіну. Саме під час спілкування з викладачами, виконання різноманітних завдань обмежується час перегляду новин допомагає дещо налагодити роботу гормональної системи і знизити тривожність.

Відповідно до Наказу №235 Міністерства освіти і науки України від 07.03.2022 року Полтавський державний медичний університет відновив освітній процес у дистанційній формі, яка є найбільш оптимальною та безпечною формою організації освітнього процесу в умовах військового стану, оскільки учасники освітнього процесу роз'їхалися по усій території

України. Корисною у цій ситуації стала напрацьована викладачами університету під час пандемії коронавірусу модель дистанційного навчання у синхронному й асинхронному режимах. Під час війни університет став осередком, який не тільки надає знання здобувачам освіти, але й психологічну підтримку, не втрачає відчуття приналежності до спільноти, займається волонтерським рухом, надає медичну допомогу постраждалим внаслідок бойвих дій, допомагає з поселенням внутрішніх переселенців. Тому надзвичайно важливо стало гнучко підходити до організації роботи університету та налаштовувати освітній процес так, щоб він був комфортним і нетравмивним для учасників освітнього процесу та педагогів.

Відповідно до теперішньої ситуації, яка склалася, ми вважаємо можна виділити наступні форми адаптації студентів до навчання:

- адаптація формальна (обізнаність з новими реаліями життя, пристосування до теперішніх умов навчального процесу, оскільки ніхто з нас раніше не був в таких умовах, тому логічно, що ми не знаємо як треба реагувати й що робити.);

- адаптація соціально-психологічна (пристосування до військового стану, оточення, іншого ритму життя, життєвих обставин, прийняття своїх емоцій);

- дидактична адаптація учасників освітнього процесу (готовність опанувати нові форми, методи навчання, працювати з великим обсягом навчального матеріалу, готовність самостійно опанувати складну мову наукових текстів).

Розглянемо більш детально дидактичну адаптацію дисципліни «Медична інформатика».

В умовах війни дуже гостро стало питання організації проведення навчальних занять з дисципліни у зв'язку з різною військовою обстановкою регіонів країни. Зрозуміло, що заняття у синхронному режимі дуже важливі для здобувачів вищої медичної освіти, проте не у всіх учасників процесу була можливість синхронно присутніми на заняттях у силу різних вище перерахованих обставин.

Тому для цієї категорії учасників освітнього процесу під час вивчення дисципліни «Медична інформатика» кількість синхронних дистанційних занять на день була зменшена, ніж під час дистанційного навчання в мирний час. Решту часу було присвячено роботі в асинхронному режимі:

- спілкуванні у месенджерах;
- роботі з онлайн-ресурсами;
- виконанню вправ та завдань, що передбачають психологічне розвантаження, тощо.

Методи роботи із здобувачами вищої освіти добирали відповідно до навчального предмету. Перевагу надавали проблемним, пошуковим, творчим методам роботи, оскільки проблемна ситуація в навчанні – це пізнавальна трудність, для подолання якої студенти мають здобути нові знання, докласти інтелектуальних зусиль, відволіктись хоч на деякий час від сьогоденних реалій. Проблемна ситуація являє собою практичне або теоретичне затруднення, яке приводить студентів до виявлення недостатності раніше отриманих знань, особистого досвіду для пояснення нових фактів, явищ, тобто протиріччю між знаннями та незнаннями. Створення проблемної ситуації спрямовує думку студентів на самостійний пошук відповіді. Проблемна ситуація може виникнути у ході виконання навчально-практичного завдання, спостереження [5, 6].

В умовах війни бесіда або діалог кращі за інструкції чи розповіді, а творче, проблемне завдання — за вправи, саме тому викладачі робили акцент на дискусійних варіантах і формах актуалізації опорних знань та закріпленні теоретичного матеріалу, що сприяли розвитку актуальних соціальної та громадянської ключових компетентностей. Обираючи методи роботи, ми пам'ятали, що деякі здобувачі освіти під час військових дій обмежені в ресурсах. Тому проєкти, творчі завдання застосовували враховуючи наявність у учасників освітнього процесу необхідного комп'ютерного обладнання, розглядали їх альтернативу.

Оскільки основними завданнями дидактики вищої школи є:

- удосконалення змісту підготовки фахівців різних профілів (визначення оптимальних шляхів, вибір методів, форм, технологій навчання);
- подальший розвиток та підвищення пізнавальної самостійності та активності здобувачів освіти у навчальному процесі;
- інтенсифікація навчального процесу;
- інтеграція навчальних дисциплін;
- модернізація освітніх технологій;
- пошуки нових ефективних форм організації навчання [7].

Відповідно до вище перерахованих завдань, викладачами кафедри для учасників освітнього процесу були запропановані індивідуальні завдання, що передбачали читання навчальної літератури, перегляд навчальних відео, розробку проєкту, побудову ментальних карт, розв'язування задач зі статистики з подальшим аналізом отриманих даних, складання алгоритмів до медичних задач, підготовку презентації до запропанованих тем, роботу з он-лайн програмами, інші творчі заняття, що давали змогу зняти психічне та емоційне напруження [8].

Виконуючи перелічені практичні завдання, здобувачі освіти демонстрували здатність до самостійного розв'язання завдань різної ступені складності, адаптації до соціального

життя і професійної діяльності, рівень освіченості та готовність її підвищувати, зростання самоосвіти одночасно розвантажуючи свій психологічний стан. Можемо зробити висновок, що така адаптація викладання дисципліни є дуже важливою для нормальної діяльності учасників навчального процесу під час військового стану.

Список використаних джерел

1. Сайт «Robota.ua» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thepoint.rabota.ua/yak-borotysya-z-tryvozhnistyu-ta-strahom-pid-chas-viynny-rekomendatsiyi-psyholohiv/>.
2. Archibald D. Hart. The Anxiety Cure: A Proven Method for Dealing with Worry, Stress and Panic Attacks / D. Hart Archibald . // Thomas Nelson. – 2001.- P.369.
3. Сайт «Huffpost» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.huffingtonpost.co.uk/entry/if-youre-feeling-anxious-scared-or-overwhelmed-by-war-in-ukraine-we-get-it_uk_62175c17e4b03d0c80341176/.
4. Сайт «Суспільне/Новини» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://suspilne.media/211997-trivoznist-pid-cas-vijni-so-dopomoze-zaspokoitisa/>.
5. Сілкова О. В. Проблеми підготовки з медичної інформатики студентів вищих навчальних закладів / О. В. Сілкова, Ю. О. Іщейкіна // *Вісник проблем біології і медицини*. – 2011. – № 3. – С. 128–129.
6. Сілкова О. В. Застосування засобів мультимедіа під час самостійної роботи студентів / О. В.Сілкова // Актуальні питання якості медичної освіти. XIII Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю. –Тернопіль, 2016. – Т. 1. – С. 271–272.
7. Сілкова О. В. Контроль знань та вмінь студентів вищих медичних навчальних закладів в умовах використання комп'ютерних систем: дис. канд. пед. наук: 13.00. 04 / Сілкова Олена Вікторівна – Київ, 2003. – 245 с.
8. Лобач Н. В. Інноваційні технології в організації самостійної роботи студентів при вивченні медичної інформатики / Н. В.Лобач, С. Ю.Оленець, О. В.Сілкова // Інноваційні технології в організації самостійної роботи студентів медичних освітніх закладів: навч.-наук. конф. з міжнародною участю, м. Полтава, 23 березня 2017 р. – Полтава, 2017. – Т. 1. – С. 89–90.

Федів В.І., Микитюк О.Ю., Олар О.І., Бірюкова Т.В.

Окремі аспекти виховної роботи зі студентами під час дистанційного навчання

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua

Реалії сьогодення такі, що більшість часу впродовж останніх двох навчальних років студенти навчалися дистанційно. Дистанційне навчання внесло свої корективи не тільки у навчальний процес, а й у форми виховної роботи зі студентами.

Студенти першого курсу, вчорашні школярі, здебільшого ще мають велику потребу у взаємодії з викладачем - куратором групи, якого більшість на початку студентського життя сприймають як аналог класного керівника. Тому вони хочуть частого обговорення тих чи

інших проблем, організованого відзначення пам'ятних дат і свят, що при сучасних інформаційних технологіях можна реалізувати також і у дистанційному режимі.

В навчальному процесі студенти Буковинського державного медичного університету використовують Google meet. Ця платформа теж є зручною і доступною для виховної роботи із студентами. Зручність у тому, що заплановані зустрічі можуть мати довільну тривалість, є можливість перегляду створених викладачем чи студентами презентацій та відео, що урізноманітнює спілкування із студентами, можна спілкуватися у чаті. Також для виховної роботи використовували застосунок Viber, за допомогою якого обмінювалися повідомленнями між учасниками спеціально створеної групи. Зазвичай кураторські години як поточні так і тематичні відбувалися на платформі Google meet, а в процесі підготовки певних заходів широко використовувався Viber.

Організація кураторської роботи починається з складання плану виховної роботи на семестр, у який при потребі можна вносити актуальні доповнення і корективи. Теми для обговорень на кураторських годинах пропонуються як куратором групи, так і самими студентами.

Вважаємо, що найбільш важливим напрямком кураторської роботи є патріотичне виховання. В цьому аспекті проводилися такі заходи, як Міжнародний день рідної мови, де студенти натхненно зачитували вірші про рідну мову, написані видатними українськими поетами, в тому числі вірш буковинця Сидора Воробкевича «Мово рідна, слово рідне». Відбулося відзначення Дня народження Лесі Українки на тему: «Лесю Українку. Про що не пишуть у підручниках». Студенти розвінчали найпоширеніші міфи про Лесю Українку, зокрема міф про те, що Лесю Українку була нещасною і хворою простачкою. Під час святкування Дня народження нашого пророка Тараса Шевченка звучало багато віршів, які змістовно актуальні і сьогодні. На таких зустрічах використовувалися відео з художнім читанням віршів відомими українськими артистами. На Буковині і зокрема у Чернівцях впродовж значного часу жила письменниця Ольга Кобилянська, іменем якої названо драматичний театр у Чернівцях і одну з центральних вулиць. Студенти, особливо ті, що прибули на Буковину з інших регіонів України, на тематичній віртуальній зустрічі ближче познайомилися з непересічною особистістю Ольги Кобилянської, письменниці, патріотки і громадської діячки. На приведених прикладах вчимо студентів шанобливого ставлення до рідної мови і видатних особистостей, які є прикладом патріотизму для молодого покоління.

Виховна робота проводиться також в процесі проведення практичних і лекційних занять. Підкреслюється роль видатних учених фізиків родом з України, наукові здобутки і імена яких замовчувалися, особливо у попередній історичний період.

Відзначали зі студентами такі свята, як Міжнародний день студента, де обговорювали героїчну історію його започаткування на прикладі боротьби празьких студентів за свої

громадянські права. День матері провели під девізом «Мама – одне слово і чотири букви, які значать для тебе усе і навіть більше...», при святкуванні якого студенти з любов'ю і душевною теплотою висловлювали щиру шану усім матерям.

Цікаво відбулося проведення зустрічі на тему «Жінки – Нобелівські лауреати». Студенти дізналися багато нового про досягнення жінок – учених у різних галузях наук, що може мотивувати їх до дослідницької діяльності у майбутньому.

На початку навчального року студенти забажали проведення екскурсії Чернівцями в історичному аспекті. Через карантинні обмеження всі разом ознайомилися з цікавими і пізнавальними віртуальними екскурсіями містом Чернівці. Особливу увагу привернула віртуальна екскурсія «Втрачені Чернівці», де можна було побачити архітектурні об'єкти, які існували 50, 100 років тому. Місто Чернівці постало перед першокурсниками у всій своїй багатогранній красі.

Традиційно до річниці з дня Чорнобильської трагедії проводимо зустрічі, на яких розглядаємо наслідки аварії на ЧАЕС, зокрема її вплив на екологію і здоров'я населення внаслідок радіоактивного зараження величезних територій, а також говоримо про гуманітарну катастрофу, викликану вибухом на ЧАЕС. На зустрічі вшановуємо пам'ять ліквідаторів аварії і наголошуємо на тому, що людство своїми діями повинно запобігати повторенню таких катастроф у майбутньому. Активну участь у проведенні зустрічі приймали саме студенти.

Виховна робота – це багатогранний і неперервний процес, який має на меті сформувати культурну та ініціативну особистість з високими моральними принципами, здатну до саморозвитку і самореалізації, патріота своєї Батьківщини. Тому всі форми виховного процесу у Буковинському державному медичному університеті спрямовані на досягнення цієї мети.

УДК 378.147.016:577.3]:529.866:616-036.22

Федів В.І., Микитюк О.Ю.

Математичне моделювання епідемій на заняттях з медичної і біологічної фізики

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua

Анотація. У роботі відображено основи математичного моделювання теорії епідемій з використанням диференціальних рівнянь на заняттях з медичної і біологічної фізики в медичному університеті. Показано основні етапи моделювання прикладних медико-

біологічних задач. Розглянуто особливості найновіших моделей на прикладі моделювання пандемії COVID.

Ключові слова. Математичне моделювання, теорія епідемій, медична і біологічна фізика.

Математичне моделювання є теоретичним методом пізнання, що дозволяє встановлювати багато важливих властивостей об'єктів, не працюючи з ними безпосередньо, тобто без втручання в біологічну систему. Тому розв'язки значної кількості прикладних задач медико-біологічного змісту можна отримати за допомогою окремих диференціальних рівнянь чи систем диференціальних рівнянь. Використовуючи диференціальні рівняння ми встановлюємо зв'язки між змінними величинами, що характеризують певний динамічний процес чи явище в біологічних системах.

Розв'язок довільної прикладної задачі методом математичного моделювання прийнято умовно поділяти на три етапи:

- переведення умови задачі на математичну мову – запис диференціального рівняння чи системи диференціальних рівнянь, що охоплюють основні кількісні характеристики досліджуваного процесу;
- розв'язок отриманого диференціального рівняння або системи рівнянь;
- аналіз результатів і формулювання висновків.

Методом математичного моделювання в першому наближенні вирішували багато прикладних задач з різних медичних галузей впродовж всього часу застосування математичних методів у медицині і біології. Існуючі моделі з часом удосконалюються, ускладнюються і до їх розв'язання останніми десятиліттями залучаються комп'ютерні технології. Проте особливо актуальним для медицини завжди було вивчення теорії епідемій, оскільки інфекційні захворювання є дуже небезпечними і становлять велику загрозу для існування людської популяції.

Студентам повідомляється інформація з історії математичного моделювання інфекційних захворювань, зокрема про перші моделі, що були створені понад сто років тому Вільямом Гамером і Рональдом Россом [4], які пояснювали поведінку епідемії на основі закону дії мас. Пізніше Ловеллом Рідом і Вейдом Гемптоном Фростом була розроблена епідемічна модель Reed-Frost, яка описувала зв'язок між особинами, що сприйнятливі до захворювання, інфікованими та тими, що набули імунітету в даній популяції.

У 20-х роках минулого століття О. Кермак та Андерсон Грей МакКендрік розробили так звану SIR модель, яка була значним кроком вперед у порівнянні з попередніми моделями

[3]. Особливістю SIR моделі є те, що вона не враховувала життєвий цикл населення, тобто кількість населення вважалася сталою. Згідно з цією моделлю кількість населення поділялася на три групи, а саме: S – особи сприйнятливі до захворювання, I - інфіковані особи та R – ті, що одужали й мають імунітет або загинули. SIR модель нескладна при розв'язуванні і дозволяє моделювати поширення грипу, кору, краснухи та ендемічного паротиту. На її основі можна передбачити ефективність карантину різної тривалості і прогнозувати можливі спалахи захворювань.

Теорія епідемій використовує поняття епідеміологічного ланцюга інфекційної хвороби, який включає такі елементи:

- джерело інфекції— це заражена людина або тварина, в організмі якої розмножуються і накопичуються патогенні організми і при виділенні заражають інших людей;
- механізм передачі інфекції - здатність патогенних організмів перебігати від однієї людини до іншої. Елементи зовнішнього середовища, що сприяють передачі збудника називають шляхи передачі або фактори передачі;
- сприйнятливий контингент – люди, що здатні заразитися певним патогеном при контакті із збудником .

Важливими також є поняття час ризику (наприклад пора року для якої характерно підвищення рівня захворюваності), територія ризику – область чи регіон з високими показниками захворюваності та фактори ризику – всі обставини, що збільшують ймовірність захворювання.

Слід пам'ятати, що для формулювання моделі важливими є припущення, на яких вона базується. Основна модель теорії епідемій, що розглядається на занятті, передбачає випадок, тривалого перебігу захворювання, що вивчається. Процес поширення інфекції відбувається набагато швидше, ніж триває хвороба. Заражені особи не ізолюються і тому при зустрічах з незараженими особами передають їм інфекцію.

Вважається, що в початковий момент часу $t = 0$ число заражених осіб складає a ; незаражених - b ; число заражених та незаражених осіб у момент часу t – відповідно $x(t)$; $y(t)$.

На основі чого можна записати рівняння: $x(t) + y(t) = a + b$.

У даній моделі нас цікавить знаходження закону зміни з часом числа незаражених осіб, тобто $y = f(t)$.

Припускаємо, що число незаражених осіб зменшуватиметься з часом пропорційно до кількості зустрічей між зараженими і незараженими особами. Тому для проміжку часу dt можна записати:

$$dy = -\beta xy dt,$$

де β - коефіцієнт пропорційності.

Визначивши x з попереднього рівняння і підставивши його в дане, отримаємо:

$$\frac{dy}{dt} = -\beta y(a + b - y)$$

– диференціальне рівняння, яке описує розвиток епідемії. Для отримання розв'язку відокремимо змінні в отриманому рівнянні:

$$\frac{dy}{y(a + b - y)} = -\beta dt.$$

Перетворюємо ліву частину рівняння $\frac{1}{a + b} \left(\frac{1}{y} + \frac{1}{a + b - y} \right) dy = -\beta dt$ та інтегруємо:

$$\int \frac{1}{a + b} \left(\frac{1}{y} + \frac{1}{a + b - y} \right) dy = -\int \beta dt;$$

$$\frac{1}{a + b} \left[\int \frac{1}{y} dy + \int \frac{dy}{a + b - y} \right] = -\beta \int dt;$$

$$\ln y - \ln(a + b - y) = -\beta(a + b)t + \ln C;$$

$$\ln \frac{y}{a + b - y} - \ln C = -\beta(a + b)t;$$

$$\frac{y}{C(a + b - y)} = e^{-\beta(a+b)t}; \text{ звідки } \frac{y}{a + b - y} = Ce^{-\beta(a+b)t}.$$

Якщо $y = b$ при $t = 0$, то $C = \frac{b}{a}$, тоді $\frac{y}{a + b - y} = \frac{b}{a} e^{-\beta(a+b)t}$, звідки

$$y(t) = \frac{b(b + a)}{b + ae^{\beta(a+b)t}}.$$

З отриманого виразу встановлюємо, що число незаражених осіб зменшується з часом.

Під час епідемій на практиці реєструють число захворювань за одиницю часу (напр., добу, тиждень, місяць) - епідеміологічна крива. В загальному випадку рівняння епідеміологічної кривої матиме вигляд:

$$f(t) = -\frac{dy}{dt}.$$

Продиференціюємо вище отриману формулу для $y(t)$ по часу. Рівняння епідеміологічної кривої для нашого випадку запишеться наступним чином:

$$f(t) = \frac{\beta ab(a+b)^2 e^{\beta(a+b)t}}{(b + ae^{\beta(a+b)t})^2}.$$

З отриманого виразу робимо висновок: крива, що описується даним співвідношенням, спочатку зростає, при $t = \frac{\ln b - \ln a}{\beta(a+b)}$ досягає максимуму, після чого спадає прямуючи до нуля.

Математичне моделювання динаміки інфекційних захворювань включає в себе різноманітні напрямки досліджень, основним з них є поширення захворювання і контроль за цим процесом.

Особливого значення моделювання епідемій набуло два роки тому, коли розповсюдження континентами Землі коронавірусу (SARS-CoV-2) ВООЗ було визнано пандемією. Для більш точного відображення динамічного поширення конкретної епідемії потрібно розглядати складніші моделі. Зокрема декілька таких моделей було спеціально розроблено для аналізу перебігу пандемії COVID-19, наприклад [5]. Модель, яку запропонували італійські вчені, передбачає вивчення перебігу пандемії для створення ефективної стратегії боротьби з захворюванням [2]. Модель розглядає вісім стадій інфекції: чутлива (S), інфікована (I), діагностована (D), хвора (A), розпізнана (R), під загрозою (T), вилікувана (H) і вимерла (E), які спільно називаються SIDARTHE. Модель SIDARTHE розрізняє інфікованих осіб залежно від того, чи був їм поставлений діагноз і від тяжкості їхніх симптомів. Важливою є різниця між діагностованими та недиагностованими особами, оскільки перші зазвичай ізольовані і, отже, менш схильні до поширення інфекції. Динамічна система SIDARTHE складається з восьми звичайних диференціальних рівнянь, що описують еволюцію популяції на кожній стадії з часом. Розв'язок системи диференціальних рівнянь знаходять матричним методом. Щоб опанувати способи отримання розв'язків математичних моделей, студентам медичних університетів важливо мати добру базову підготовку з шкільного курсу математики.

Порівняння результатів моделювання з реальними даними про епідемію COVID-19 в Італії дозволяє моделювати можливі сценарії впровадження контрзаходів. Отримані результати демонструють, що обмежувальні заходи соціального дистанціювання потрібно поєднувати з широким тестуванням і відстеженням контактів, щоб припинити триваючу пандемію COVID-19.

В одній з найновіших моделей [1] еволюція пандемії COVID-19 описується через залежну від часу стохастичну динамічну модель у дискретному часі. Запропонована в [1] багатокомпонентна модель виражається через систему рівнянь. Для характеристики динаміки різних відділів моделі включена інформація про заходи соціального дистанціювання та показники діагностичних тестів. На відміну від звичайних епідеміологічних моделей, запропонована модель включає в себе статичні та динамічні епідеміологічні параметри, які можна інтерпретувати. Стратегія підгонки моделі, побудована на основі непараметричного згладжування, використовується для оцінки параметрів, що змінюються у часі, під час профілювання за незалежними від часу параметрами. Ключовою особливістю методології є її здатність оцінювати латентні неспостережувані компартменти, такі як кількість безсимптомних, але інфікованих осіб, які, як відомо, є ключовими векторами поширення COVID-19. Характер динаміки захворювання додатково визначається кількісно відповідними епідеміологічними маркерами, які використовують оцінки латентних компартментів. Дана методологія застосовується для розуміння справжнього масштабу та динаміки пандемії в різних штатах США.

Внаслідок вище сказаного можна зробити висновок, що математичне моделювання теорії епідемій є важливим інструментом для медичної науки, оскільки дозволяє оцінювати параметри поширення епідемій та пандемій, планувати засоби боротьби з ними, прогнозувати їх подальшу динаміку, зокрема спад, наявність повторних хвиль та неконтрольоване зростання кількості інфікованих. Вважаємо, що знайомство студентів з основами математичного моделювання в курсі медичної і біологічної фізики мотивуватиме їх до використання наукового підходу для вирішення практичних завдань медицини і біології в майбутньому.

Список використаних джерел

1. Bhattacharjee, S., Liao, S., Paul, D. *et al.* Inference on the dynamics of COVID-19 in the United States. *Sci Rep* 12, 2253 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04494-z>
2. Giordano G., Blanchini F., Bruno R., et al. Modelling the COVID-19 epidemic and implementation of population-wide interventions in Italy. *Nature Medicine*. 2020. Vol.26, P. 855–860. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0883-7>
3. Kermack M., Mckendrick A. Contributions to the mathematical theory of epidemics. Part I, *Proc. R. Soc. Lond. Ser. A Math. Phys. Eng. Sci.* 1927. v.115(5). P.700–721.
4. Ross R. An application of the theory of probabilities to the study of a priori pathometry. Part I, *Proc. R. Soc. A, Contain. Pap. Math. Phys. Charact.* 1916. v.92(638). P.204–230.
5. J.T. Wu, K. Leung, G.M. Leung, “Nowcasting and forecasting the potential domestic and international spread of the 2019-nCoV outbreak originating in Wuhan, China: a modelling study”. *The Lancet*, 2020, Vol. 395, (10225), P. 689–697. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30260-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30260-9).

**Федорук О.С., Зайцев В.І., Ілюк І.І., Владиченко К.А., Степан В.Т., Візнюк В.В.,
Широкий В.С., Катеринюк Т.М.**

Новітні освітні технології навчання з урології

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

vladychenko75@gmail.com

Вважається, що обсяг інформації, яку має цивілізація, подвоюється кожні п'ять років. Це твердження можна застосувати й до медицини. Бути постійно в тренді сучасних медичних знань та вмінь можливо лише в процесі регулярної безперервної освіти. У сучасному освітньому просторі з'явилося безліч технологій, одна з них – симуляційне навчання, яке є продуктом наукових та виробничих технологій, перетворених на інноваційний освітній простір. Вперше симуляційні технології почали використовувати в авіації. Поступово застосування симуляторів поширилося у різні галузі, зокрема і медицину. У сучасній клініці первинне навчання практичним навичкам має деякі обмеження: нестача комунікативних навичок у студентів та молодих лікарів у спілкуванні з пацієнтами, дефіцит часу для відпрацювання кожної навички, психологічний страх виконання процедури, високий ризик для здоров'я пацієнта.

Необхідність симуляційного тренінгу на етапі розвитку медицини не викликають сумнівів. Нині виділяють сім груп симуляційних технологій для навчання медицині:

1. Візуальний: класичні навчальні посібники, електронні підручники, комп'ютерні моделювання ситуацій, що навчають.
2. Тактильний: тренажери для відпрацювання практичних навичок, реалістичні фантоми органів, манекени для катетеризації сечового міхура.
3. Реактивний: манекени нижчого класу реалістичності.
4. Автоматизований: манекени середнього класу реалістичності, відеообладнання.
5. Апаратний: симулятор середнього класу в палаті, оснащений медичними меблями та апаратурою, тренажер, укомплектований реальним медичним обладнанням.
6. Інтерактивний: роботи-симулятори пацієнта вищого класу реалістичності та віртуальні симулятори зі зворотним тактильним зв'язком.
7. Інтегрований: комплексні інтегровані симуляційні системи - віртуальні симулятори, що взаємодіють.

Ми рекомендуємо для використання наступні ресурси.

Ресурс Touch Surgery після своєї появи став однією із найбільших спільнот студентів медичних закладів, що тренуються і моделюють операції на віртуальних симуляторах. Програма, яка створена за участю викладачів ведучих медичних шкіл та дозволяє користувачам крок за кроком пройти скрізь процес оперативного втручання на віртуальному пацієнті, свідомо приймаючи рішення в режимі реального часу.

WebSurgery – міжнародний веб – сайт електронного навчання, який надає матеріали по всім розділам малоінвазивної хірургії від відомих світових експертів. Всі ресурси відповідають стандартам Health On the Net Foundation (HONCode), що гарантує якість і надійність наданої інформації.

UroWeb, створений Європейською Асоціацією Урологів, де розміщені графіки конференцій в різних куточках світу, приведені наукові журнали і аудіо книги для кращого розуміння сучасних методів в практичній урології. Асоціація є ведучим органом в Європі по урологічній практиці, дослідям, освіті. Членство в асоціації допомагає кар'єрному та особистісному розвитку лікаря-уролога, дає можливість обміну думками з хірургами зі всього світу, давати питання авторам опублікованих матеріалів, забезпечує зворотній зв'язок і дає можливість поділитися власним досвідом. (<https://uroweb.org/>).

Сайт створений Американською Асоціацією Урологів (<https://www.auanet.org/>). Реєстрація для студентів безкоштовна. Після реєстрації є доступ до повного функціоналу (журнали, клінічні рекомендації грантові програми навчання). У вільному доступі є останні рекомендації по різним урологічним нозологіям.

MedShare – соціальна мережа для лікарів, яка подібна до Інстаграму. Пройшовши реєстрацію, як студент або резидент, можна мати доступ до цікавих клінічних випадків (фото та опис), які зустрічаються у всіх куточках світу.

Uro.tv – зібрання відеоматеріалів з урології, які дають змогу удосконалити та поглибити знання з урологічної тематики.

Moodle, сервер дистанційного навчання, надає доступ до всієї необхідної навчально-методичної літератури, відкривається одразу після реєстрації на сайті університету БДМУ. Основною перевагою є, передусім, зручність: студент самостійно обирає час і місце для навчання.

Також на нашій кафедрі створено відеотеку оперативних ендоеурологічних втручань.

Щоб краще оволодіти такою дисципліною, як урологія, недостатньо читати лиш підручник. Студентам варто займатися самостійною інтерактивною роботою із спеціально розробленими навчальними матеріалами. Отже, зараз для навчання є маса доступної

інформації – статті, зображення, відео з YouTube та ін. У тексті наведено покликання на ресурси з безкоштовним доступом для поглиблення знань студентів та лікарів-інтернів. Сучасна дистанційна освіта надає надзвичайні можливості удосконалення професійної освіти.

Чалий К.О., Кривенко І.П., Любчик О.К., Чалий О.В.

Побудова варіативного компоненту освітньої програми з інформаційних технологій для спеціальності "медicina"

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

З метою забезпечення виконання вимог Закону України «Про вищу освіту» щодо дотриманням співвідношення основних та варіативних дисциплін (75% та 25% відповідно) в освітніх професійних програмах, була удосконала та розширена варіативна складова програми з інформаційних технологій для спеціальності «Медицина» шляхом запровадження нових тематичних навчальних дисциплін, короткий огляд яких наводиться далі, для збалансованого розподілу годин основних та вибірковок дисциплін, що викладаються в НМУ імені О.О. Богомольця.

Метою викладання навчальної дисципліни «Медична інформатика та основи наукових досліджень» є формування та розвиток у майбутніх лікарів компетентності у галузі цифрових технологій для забезпечення раціонального використання сучасного програмного забезпечення загального та спеціального призначення при обробленні медико-біологічних даних, вивчення закономірностей та принципів інформаційних процесів у системах різного рівня ієрархії в галузі охорони здоров'я, проблем збору, збереження, оброблення і передачі сигналів та зображень в медицині, систем підтримки прийняття рішень в медицині; інформаційних технологій аналізу, моделювання, прогнозування, управління в сфері медико-біологічних досліджень, теорії медичних інформаційних систем.

Іншою важливою частиною варіативного компоненту освітньої програми з інформаційних технологій для спеціальності «Медицина» стала дисципліна «Медичні інформаційні системи», метою викладання якої є формування у майбутніх лікарів компетентності із застосування медичних інформаційних систем (МІС) як компоненти електронної системи охорони здоров'я, ознайомлення із теоретичними та практичними аспектами функціонування МІС, особливостями їх впровадження і застосування у закладах

охорони здоров'я, поглиблення та розширення знань, навичок у сфері сучасних інформаційних технологій.

В рамках викладання цієї дисципліни передбачено: (1) формування у майбутніх лікарів компетентності із застосування медичних інформаційних систем (МІС) як компоненти електронної системи охорони здоров'я, (2) забезпечення розуміння структури, призначення, схеми роботи електронної системи охорони здоров'я, (3) ознайомлення із теоретичними та практичними аспектами функціонування МІС, особливостями їх впровадження і застосування у закладах охорони здоров'я, (4) формування вмінь застосовувати спеціалізовані МІС у медицині, педіатрії, стоматології, медичній психології для автоматизованого опрацювання даних, (5) поглиблення та розширення знань, навичок у сфері сучасних інформаційних технологій.

Враховуючи сучасні тенденції діджиталізації системи державних адміністративних послуг в Україні нами був розроблений методичний комплекс нової дисципліни " Електронна система охорони здоров'я". Змістове наповнення дисципліни передбачає опанування низки актуальних практичноорієнтованих тем: (1) Електронна система охорони здоров'я України. Призначення, структура та схема роботи електронної системи охорони здоров'я, (2) Створення та застосування цифрових інновацій та електронних сервісів для пацієнтів та лікарів в системі охорони здоров'я, (3) Застосування телемедицини та mHealth у системі охорони здоров'я, (4) Перспективність та застосування machine learning, big data, blockchain в системі охорони здоров'я, (5) МІС як компонент електронної системи охорони: основні поняття, принципи побудови, функціональні компоненти, класифікація. Взаємодія МІС з електронною системою охорони здоров'я, (6) Аналітичні та адміністративні компоненти в МІС, медична статистична аналітика, засоби візуалізації даних. Інтеграційні можливості МІС з іншими комп'ютерним програмним забезпеченням, (7) Приклади використання МІС у медицині, педіатрії. Основи роботи з найбільш поширеними МІС в Україні.

У межах зазначених дисциплін здійснюється базове формування системи наукових, інноваційно-дослідницьких знань та навичок, закладається необхідна природничо-наукова та STEM-підготовка лікаря. З цією метою нами була запроваджена методика навчання на основі STEM-орієнтованого підходу [1], технологій інтерактивного навчання, застосування імерсивних і SMART технологій.

Список використаних джерел

1. Чалий, О.В., Кривенко, І.П., Чалий, К.О. STEM-компетентність як основа для науково-професійного становлення лікаря в умовах діджиталізації. Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін» (2021). -С. 221–224.

Шевченко Т.М., Щербиніна М.Б., Воронкова О.С.

Дистанційні технології для післядипломної освіти медиків

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

voronkova.olga.04@gmail.com

Починаючи з 2019 року, коли пандемія COVID-19 на певний час унеможливила зібрання значної кількості людей в певний час у єдиному місці, дистанційні технології навчання з групи допоміжних та неформальних перейшли до групи основних, що звичайно створило цілу низку викликів як для науково-педагогічних працівників, так і для здобувачів освіти різних рівнів. Так, виникла необхідність у техніці, опануванні особливостей її використання та навчання роботі з новими, незвичними програмами; відбувся повний перегляд об'ємів навчального матеріалу, а подекуди і його змісту, варіантів подачі, підходів до складання та виконання завдань. Але, поряд із тим, перехід на дистанційні технології навчання відкрив нові можливості, зокрема доступність з будь-якої точки, яка має вихід у мережу Інтернет. Також більш зручними стали можливості одночасного моніторингу знань студентів, наприклад, автоматична перевірка тестових завдань, що суттєво економить час викладача [1]. З'явилася можливість більш ефективно використовувати електронний контент, залучати до викладацької практики стрімінгові сервіси, що створило подачу матеріалу більш цікавою та ефектною. Крім того, опція запису занять дозволяє зберегти матеріали та за необхідності (наприклад, при хворобі здобувача вищої освіти) є можливість переглянути лекцію і отримати все те саме, що і студенти, які були присутні в аудиторії. Для викладача це також додаткова можливість зробити аналіз проведеного заняття та знайти моменти, що потребують вдосконалення.

Особливої актуальності ця система здобула також і для осіб, які вже завершили навчання у ЗВО, але потребують набуття нових знань для підвищення професійної кваліфікації. Зокрема, це стосується і медичних працівників, які залучені до системи «безперервного розвитку» на протязі всього кар'єрного шляху. Підвищення кваліфікації у медичних працівників складається з багатьох елементів, серед яких проходження курсів

спеціалізації, тематичного удосконалення тощо. Участь у подібних заходах потребує багато часу, а також відриву від роботи та міграції до місця розташування закладу, що надає відповідні послуги. Все це становило певні складнощі, зокрема, необхідність витрати коштів на транспорт, сплату за проживання, якщо курси проходять у іншому населеному пункті, збільшення навантаження на інших працівників на час відсутності того, хто знаходиться у навчальному відрядженні тощо. Тому у цьому напрямі дистанційні технології стали найбільш вдало реалізованою альтернативою стаціонарному, денному навчанню. Так, медичний працівник може отримати доступ до електронних навчальних матеріалів (записів лекцій, практичних занять, навчальної та методичної літератури, консультацій з викладачами) онлайн в режимі 24/7 [2]. Вихід на заняття можливий з робочого місця, з дому, з будь-якої локації, яка дозволяє вийти в мережу Інтернет. Особа, що проходить дистанційне підвищення кваліфікації може навчатися у власному темпі, у зручній для неї час, не потребуючи присутності у моменти, коли вона має виконувати свої професійні обов'язки, і у той же час дотримуючись розкладу навчального процесу, виконання завдань та складання звітності. Є також суттєва економія коштів, порівняно з випадками, коли людина повинна була бути відірвана від робочого місця та переїздити до іншої локації для навчання [1].

У рамках переходу на дистанційне навчання в Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара на факультеті медичних технологій діагностики та реабілітації було створено спеціалізовану медіа-студію для проведення занять з використанням дистанційних технологій для курсів підвищення кваліфікації медичних працівників (лікарів-лаборантів та медичних сестер), а також соціальних працівників. Реалізація проекту по створенню студії була виконана за рахунок коштів, отриманих за Грантом «Зміцнення ресурсів для сталого розвитку приймаючих громад на сході України» в рамках договору про місцеву фінансову допомогу №83380951 / OEZ 677, номер проекту (12-значний): 19.1813.5-001.00 між Німецьким товариством міжнародного співробітництва (GIZ) та ДНУ. Зі студії викладачі здійснюють навчальні заняття, проводиться запис матеріалів та вони зберігаються на сервері курсів і є доступними для всіх здобувачів у зручній для них час.

З моменту запуску студії підвищення кваліфікації з використанням дистанційних технологій пройшли 11 груп здобувачів. При аналізі фідбеку отримані схвальні відгуки щодо дистанційного формату, який визнано зручним абсолютною більшістю респондентів. Тож далі на меті розширення спектру курсів, їх презентація фаховій спільноті та вдосконалення системи післядипломної фахової освіти.

Список використаних джерел

1. Волосовець А. О., Слонецький Б. І., Зозуля І. С., Боброва В. І., Іващенко О. В., Вербицький І. В., Крамарева О. Г., Савченко Д. С. Особливості дистанційного навчання в рамках післядипломної підготовки лікарів з медицини невідкладних станів. *Медична освіта*, 2020. № 3. С. 5–8.
2. Козлова І. В., Федоров С. В. Можливості дистанційної форми освіти у післядипломній підготовці лікарів загальної практики – сімейної медицини. *Медична освіта*, 2017. № 2. С. 19–23.

Шинкура Л.М., Шинкура В.М.

Використання он-лайн ресурсів та сучасних засобів навчання у викладанні природничих дисциплін

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

shinkura.l.m@bsmu.edu.ua, shinkura.v.m@bsmu.edu.ua

Віртуальна інтерактивна дошка (онлайн-дошка, електронна дошка, стіна, whiteboard-проект) — це мережевий соціальний ресурс, призначений для організації спільної роботи для створення й редагування зображень і документів, спілкування в реальному часі.

Це інструмент для дистанційного навчання, завдяки якому можливе поєднання тексту, формул, зображення, відео і аудіоматеріалу на одному майданчику. Реалії сьогодення змушують викладачів природничих дисциплін, зокрема математики пристосовуватись до нових умов викладання вже понад два роки. Також якісний поточний та підсумковий контроль виконаної студентом роботи безперечно передбачає використання он-лайн ресурсів.

Он-лайн-дошка – це хмарне середовище, у якому є можливість розмістити будь-які дидактичні матеріали (презентації, інтерактивні завдання, відеоролики, текстові документи). Он-лайн-дошка дозволяє візуально привабливо подати матеріали заняття, забезпечити легкий доступ до них студентів, що робить сервіси для створення он-лайн-дошки незамінними при дистанційній освіті.

Різновиди інтерактивних дошок: для малювання, для організації спільної роботи, для зберігання нотаток, для створення інтерактивних плакатів.

Для викладання математики зручно використовувати таку дошку як Jamboard – додаток Google. Робоча поверхня Jamboard – добірка зі сторінок-слайдів фіксованого розміру. У межах одного документу можна створювати до 20 сторінок. Для наповнення слайдів доступні такі інструменти: пензлик, гумка, курсор, лазерна вказівка, різнобарвний стікер, форми, текст, вставка зображень. Перевагами роботи є можливість створювати записи та малювати за

допомогою цілого набору функцій, у тому числі за допомогою розпізнавання рукописного тексту і перетворення його у друкований, здійснювати опитування з використанням спеціальних шаблонів, завантажувати зображення та текст із Google Діску, можливість приєднуватись як за допомогою [комп'ютера, так і зі звичайного смартфона](#), завантаживши додатки Android чи iOS [3].

Padlet– це універсальна онлайн-дошка з інтуїтивним інтерфейсом, яку нескладно опанувати та легко застосовувати в навчальному процесі. Вона може бути використана для проектної роботи, швидкої взаємодії викладач-студент, індивідуальних завдань чи як інструмент збору інформації від всіх учасників процесу в одному місці. Для реєстрації на сайті padlet.com можна використати електронну пошту або наявний акаунт Google [2].

Якщо для зв'язку із студентами використовують Skype, то буде зручно скористатися сервісом IDroo. Це ще одна чудова платформа для онлайн-занять що має всі можливості для викладання математики [4].

Отже є декілька способів використання он-лайн-дошки у професійній діяльності викладача природничих дисциплін [1]:

- 1) он-лайн-дошка як інструмент для проведення заняття;
- 2) он-лайн-дошка як платформа для планування та звітності;
- 3) он-лайн-дошка як віртуальна екскурсія;
- 4) он-лайн-дошка як засіб презентації напрацювань;
- 5) он-лайн-дошка як середовище зберігання матеріалів;

Он-лайн-дошки дають можливість конструктивно та цікаво представити результати своєї роботи як для студентської аудиторії так і в глобальній мережі.

Список використаних джерел

1. Інші сфери використання он-лайн-дошки у професійній діяльності педагога. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=e2bkcH3DSjI>
2. Технологія створення он-лайн-дошки Padlet та розміщення на ній різних видів інформації URL: <https://www.youtube.com/watch?v=imcMJаHKryM>
3. Віртуальна дошка Jamboard для уроків в GoogleMeet, Zoom. URL: <https://youtu.be/FKerhGhlevI>
Використання дошки URL: idroo.com <https://youtu.be/0imVISfdYUI>

Шинкура В.М., Шинкура Л.М.

Підготовка студентів коледжу до ДПА (ЗНО) з математики: особливості та поради

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

shinkura.v.m@bsmu.edu.ua, shinkura.l.m@bsmu.edu.ua

Введення обов'язкової здачі ДПА (ЗНО) з математики для студентів коледжу вимагає від викладача переосмислення підходів до викладання математики. ДПА (ЗНО) демонструє знання, набуті студентами не тільки за роки навчання у коледжі, а і базову шкільну підготовку. Тому є велика необхідність особистісного підходу викладача до кожного із студентів. Необхідно визначити групи студентів із високим, достатнім і слабким рівнем. І відповідно, під час підготовки, розподілити завдання по складності для різних груп.

Треба пояснити студентам, що боятися цього іспиту не потрібно, це лише технологія, яка призначена для об'єктивного оцінювання рівня навчальних досягнень студента. Страх виникає внаслідок невпевненості в результатах, зумовлених невідповідністю рівня підготовки і рівня очікувань. Щоб подолати цей страх необхідно послідовно і методично готуватись до цього іспиту.

Вибір концепції підготовки до ЗНО дійсно залежить від того, в якій групі знаходиться студент. Можна готуватись на основі тестової бази минулих років, але при такому поділу на групи, більш доцільно повторювати всі розділи математики спочатку, і вже потім переходити до тестів. Це дасть можливість тим студентам, що розуміють певні теми, повторити їх, а тим, хто в свій час пропустив вивчення цього матеріалу, надолужити це. Таку методику можна умовно назвати «вертикальний» підхід, коли обирається конкретна тема і вивчається все, що її стосується, також є «горизонтальний спіралеподібний» підхід, коли поетапно розглядаються: спочатку всі види виразів, а відтак – всі види функцій, рівнянь, нерівностей тощо. У такий спосіб кожен наступний розділ використовуватиме знання попередніх і в системі йде повторення матеріалу. У підсумку, як свідчить досвід, студенти перебувають у постійному «тонусі», бо їм доводиться систематично повторювати те, що вже вивчалось раніше. Досвід підготовки до ДПА (ЗНО) минулих років говорить, що для учнів низького і достатнього рівня підготовки найкращим буде «горизонтальний» підхід, а для учнів із високим рівнем навчальних досягнень – «вертикальний». Більш важливим є розуміння математичної суті тестового завдання і вміння знайти шлях до його розв'язання, аніж отримання кінцевого результату. Тому важливо йти від змісту, а не від форми тестового завдання. Форма тестового завдання накладає свій відбиток на способи розв'язання, але не повинна бути домінуючою.

Під час підготовки до ДПА (ЗНО) з математики потрібно повторювати і систематизувати методи розв'язування, а не колекціонувати правильні відповіді до конкретних тестових завдань.

Час від часу необхідно залишати студентів наодинці із задачами і не боятися, що шлях до правильної відповіді буде не найбільш раціональний або його часом взагалі не вдасться знайти, адже часто геніальні відкриття робилися саме тоді, коли люди просто не знали, що цього зробити неможливо! Без помилок неможлива творчість і будь-який самостійний пошук розв'язання. Тому варто не боятися помилок, а навпаки – заохочувати до дивних і нелогічних способів розв'язування, які навіть можуть завести в глухий кут; стимулювати до пошуку самостійного шляху виходу з цих ситуацій, не нав'язуючи власних способів розв'язання.

Список використаних джерел

1. Особливості підготовки здобувачів освіти до ДПА-ЗНО з математики: проблеми та шляхи їх вирішення.
URL: <https://vseosvita.ua/library/osoblivosti-pidgotovki-zdobuvaciv-osviti-do-dpa-zno-z-matematiki-problemi-ta-slahi-ih-virisenna-74607.html>

УДК 378; 577.1(076.5)61

Яремій І.М.

Міжпредметне інтегрування навчальних курсів біологічної хімії та біологічної фізики з фізичними методами аналізу при викладанні студентам фармацевтичного факультету

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

yaremi.iryina@bsmu.edu.ua

Анотація. У статті розкрито міжпредметні зв'язки навчальних курсів «біологічна хімія» та «біологічна фізика з фізичними методами аналізу», які викладаються студентам фармацевтичного факультету, які навчаються за спеціальністю «Фармація, промислова фармація» на другому (магістерському) рівні.

Ключові слова: міждисциплінарна інтеграція, міжпредметні зв'язки, біологічна хімія, біологічна фізика, фізичні методи аналізу.

Міжпредметне інтегрування відіграє важливу роль у сучасному освітньому процесі, адже міждисциплінарна інтеграція є необхідною складовою підготовки майбутніх фахівців, основою професійної спрямованості навчання, зокрема у медичних закладах освіти.

Міждисциплінарна інтеграція – це процес узгодження змісту навчальних дисциплін, цілеспрямоване посилення міждисциплінарних зв'язків за умов збереження теоретичної і практичної цілісності навчальних дисциплін. Реалізація міждисциплінарних зв'язків у навчальній діяльності вважається одним із важливих і необхідних дидактичних засобів формування у студентів професійних знань, умінь та навичок [1].

Встановлення міждисциплінарних зв'язків та їх реалізація в навчальному процесі сприяють підвищенню доступності й формуванню наукового підходу до навчання, зокрема при вивченні природничих дисциплін фізико-хімічного та фізіолого-біологічного спрямування, що в цілому сприяє тісній співпраці викладача і студента, робить процес навчання цікавим і доступним для сприйняття, полегшує запам'ятовуванню і застосуванню набутих знань, умінь і навичок на практиці, формуванню як базових, так і фахових компетенцій [2,3,4]. Структуровані знання з дисциплін між якими встановлено міжпредметні зв'язки полегшують сприйняття окремих фактів, а їх систематизація сприяє формуванню клініко-фармакологічного мислення студентів-фармацевтів. Використання інтегративного підходу до навчання посилює їх інтерес до вивчення природничих дисциплін, сприяє інтенсифікації навчального процесу, забезпечує краще засвоєння навчального матеріалу та формування основних базових компетенцій майбутніх фахівців цієї галузі [4].

На принципах міждисциплінарної інтеграції базуються сучасні методи і технології навчання студентів вищих медичних закладів освіти України [5]. У системі підготовки сучасних фахівців фармацевтичної галузі зростає значення таких фундаментальних дисциплін як біологічна хімія та біологічна фізика з фізичними методами аналізу. Студенти фармацевтичного факультету, які навчаються на другому (магістерському) рівні вивчають біологічну хімію на 3 курсі впродовж 5-6-го семестрів, а біологічну фізику з фізичними методами аналізу, як попередню, базову дисципліну – на 1-му курсі, у 2-му семестрі.

У курсі біологічної фізики з фізичними методами аналізу студенти-фармацевти вивчають, зокрема такі необхідні для успішного засвоєння курсу біологічної хімії явища та поняття, як активний і пасивний транспорт речовин через біологічні мембрани, детально розглядають процеси дифузії, її види (проста дифузія, полегшена дифузія), «уніпорт», «симпорт» та «антипорт», вивчають рівняння Фіка для дифузії через біологічну мембрану, знайомляться з принципами роботи йонних каналів. У цьому навчальному курсі студенти також ознайомлюються з такими поняттями, як «осмос» і «осмотичний тис», формують уявлення про ізотонічні, гіпотонічні та гіпертонічні розчини та їх значення, можуть пояснити чому еритроцити крові, поміщені у 0,9% розчин натрію хлориду (фізіологічний розчин) не

піддаються гемолізу, не зморщуються і не розбухають, у них з'являється розуміння того, що таке гемоліз та про плазмоліз. Набуті при вивченні цієї теми знання необхідні студентам для розуміння біологічного значення таких білків плазми крові, як альбуміни, які детально вивчаються в курсі біологічної хімії, адже саме альбуміни підтримують онкотичний тиск крові, а їх нестача при квашіоркорі (синдром білкового голодування), гіпоальбумінемія внаслідок порушення білковосинтезувальної функції печінки при цирозах чи важких гепатитах або ж гіпоальбумінемія через втрату альбумінів із сечею при ушкодженні нирок супроводжується появою в пацієнтів онкотичних набряків. Вивчення таких понять як «діаліз», «гемодіаліз», «перитонеальний діаліз» є необхідним для засвоєння в курсі біологічної хімії тем «Біохімія крові» та «Біохімія нирок».

У темі «Енергетичний обмін. Біологічне окислення й окиснювальне фосфорилування» у курсі біологічної хімії студенти використовують знання набуті ними в курсі біологічної фізики про механізм функціонування ферменту H^+ -АТФ-ази (АТФ-синтетази).

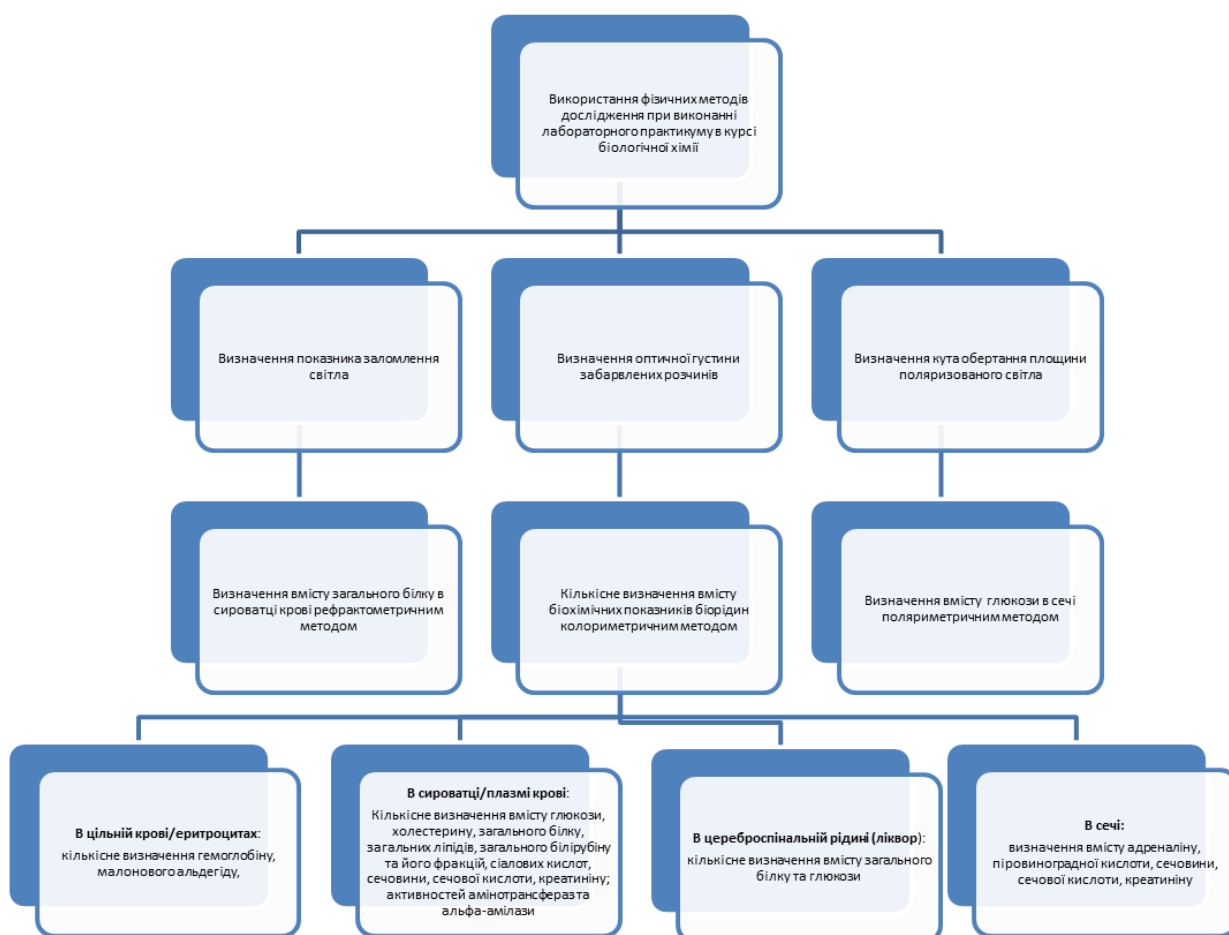
Розглядаючи біохімічні механізми травлення і всмоктування продуктів гідролізу вуглеводів (моноцукрів) і білків (амінокислот) у кишечнику студенти оперують набутими ними в курсі біологічної фізики знаннями про функціонування білків-переносників та Na^+/K^+ -АТФ-ази, а вивчаючи механізм утворення парієтальними клітинами шлунку хлоридної кислоти – H^+/K^+ -АТФ-ази.

У темі «Біохімія м'язової тканини» використовуються знання про механізм функціонування Ca^{2+} -АТФ-ази.

Біологічна фізика з фізичними методами аналізу закладає основи розуміння студентами такого явища як «енергія активації молекул», яке є необхідним для розуміння механізму дії ферментів як біологічних каталізаторів, які вивчаються в курсі біологічної хімії.

Для проведення біохімічної діагностики (визначення в біорідинах умісту глюкози, білку, сечовини, креатиніну, сечової кислоти тощо) студентам необхідні навички визначення оптичної густини забарвлених розчинів з використанням фотоелектроколориметра, а фотоколориметричні та спектрофотометричні методи дослідження, як відомо, ґрунтуються на розумінні законів поглинання і концентрації розчинів, зокрема закону Бугера-Ламберта-Бера.

Знання про поляризацію світла та поляриметрію необхідні студентам-фармацевтам для освоєння методики дослідження сечі (визначення глюкози) за допомогою поляриметра, а вміння визначати показник заломлення світла – для визначення вмісту загального білку в сироватці крові рефрактометричним методом



Висновок: встановлена наявність міждисциплінарних зв'язків між навчальним матеріалом курсу біологічної хімії та курсу біологічної фізики з фізичними методами аналізу, які необхідно враховувати при викладанні цих дисциплін на фармацевтичному факультеті студентам спеціальності «Фармація, промислова фармація», які навчаються на другому (магістерському) рівні для забезпеченню формування основних базових і професійних компетенцій майбутніх фахівців фармацевтичної галузі.

Список використаних джерел

1. Паласюк Б.М. Міждисциплінарна інтеграція – основа професійної спрямованості навчання у медичному закладі вищої освіти/Б.М. Паласюк, М.І. Шкільна// *Медична освіта*. -2021. -№4. –С.42-46.
2. Волощук Н.І. Міждисциплінарна інтеграція як фактор удосконалення викладання у медичному виші/ Н.І. Волощук, О.С. Пашинська, А.О. Іваніна А.О., І.В.Гарас// *Медична освіта*. -2016. -№4. –С.8-11.
3. Карпець М.В. Міжпредметна інтеграція – основа професійної спрямованості навчання/ М.В.Карпець// *Світ медицини та біології*. -2016. -№4 (58). –С.144-147.

4. Пайкуш М.А. Природничонаукова складова в контексті формування цілісної системи знань майбутнього лікаря/ М.А.Пайкуш// *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. -2018. – Вип.58-59 (111-112). –С.438-447.
5. Bondarenko S.V. Methods and Technologies of teaching medical students on the basis of interdisciplinary integration/S.V.Bondarenko, O.I.Pylypyshyn, M.O.Spiha// *Медична освіта*. -2021. -№4. –С.75-79.

Яремій І.М.

**Використання сучасних педагогічних технологій при викладанні біологічної хімії
студентам фармацевтичного факультету БДМУ**

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

yaremii.iryana@bsmu.edu.ua

Зміни в суспільстві вимагають змін у сфері освіти. Закон України «Про вищу освіту» передбачає поєднання в навчальному освітньому процесі освоєння і використання сучасних інтенсивних освітніх технологій, інтеграцію змісту освіти й орієнтацію на кращі світові зразки освіти [1].

Сучасні інноваційні педагогічні технології - це способи засвоєння якогось конкретного навчального матеріалу, зокрема окремої теми, термінів, понять , які використовуються при вивченні певної навчальної дисципліни, зокрема біологічної хімії, для формування необхідних компетенцій [2].

Завданням будь-якої педагогічної технології, яку використовує викладач у своїй професійній діяльності є спрощення організації навчального процесу із дисципліни таким чином, щоб використовувати творчі функції викладача забезпечити креативний підхід до вивчення конкретної теми і дисципліни в цілому і забезпечити формування всіх необхідних компетенцій [3].

Інтерактивне навчання - співнавчання, взаємонавчання (колективне, групове, навчання в співпраці), де викладач і студент є рівноправними суб'єктами навчання. Інтерактивна модель навчання ґрунтується на взаємодії (модельовання ситуацій, дидактичні ігри, спільне вирішення проблем) [3].

Основними ознаками інтерактивного навчання (за О. Пометун) є: полілог, діалог, мисленнєва діяльність, смислотворчість, міжсуб'єктні відносини, свобода вибору, створення ситуації успіху, позитивне і оптимістичне оцінювання, рефлексія [4].

Наприклад, у курсі біологічної хімії використовується ігрова технологія навчання здебільшого при розгляді клініко-ситуаційних задач фармакологічного спрямування, в яких один із студентів представляє своїм колегам ситуаційну задачу з певної тематики (описано скарги пацієнта та лабораторні біохімічні показники його крові та сечі), а інший студент робить припущення про ймовірну патологію та доцільність застосування для її лікування того чи іншого препарату; тобто між студентами розподіляються ролі пацієнта, лаборанта-біохіміка, лікаря, фармацевта. Ця технологія успішно поєднується з використанням кейсів і роботою в, так званих «малих групах», коли після розгляду теоретичного матеріалу студенти розподіляються на групи, кожна з яких виконує, передбачене методичною розробкою лабораторне біохімічне дослідження, наприклад визначення в шлунковому соку пацієнта. Зазвичай, якщо у групі 12 студентів, то їх розподіляють на чотири групи і відповідно кожна з груп студентів працює з одним із чотирьох запропонованим для дослідження зразком шлункового соку, тобто у кожній груп є так звана своя клінічна ситуація (кейс); після виконання лабораторних досліджень і розрахунків студенти роблять відповідні висновки щодо показників загальної кислотності шлункового соку, вмісту в ньому вільної, зв'язаної та загальної хлоридної кислоти, а також щодо наявності чи відсутності в ньому патологічних компонентів, діагностують стани відповідно до отриманих результатів стани нормо-, гіпер- чи гіпоацидтасу або ахілії; розглядають можливі причини розвитку патологічного стану та пропонують можливі засоби фармакокорекції таких порушень, наприклад розглядають доцільність використання антацидних засобів, блокаторів H₂-рецепторів гістаміну та засобів, які блокують протонно-калієву АТФ-азу при встановленні підвищенні кислотності шлункового соку. У кожній із груп студенти можуть розподілити ролі виконавців між собою, тобто одні виконують безпосередньо дослідження, другі проводять розрахунки та порівняння з показниками норми, треті – встановлюють тип порушення і формулює відповідний висновок. Такий підхід не виключає можливості кожного зі студентів у процесі виконання поставленого завдання/ кейсу долучатися за потребою до допомоги колегам на інших етапах виконання завдання (у кожній із груп зазвичай є студент. Який є не тільки виконавцем якогось із етапів, але й координатори дій робочої групи). Такий підхід, а також використання елементів проблемного навчання, сприяє розвитку мотивації студентів до вивчення навчальної дисципліни, формує у них клінічне мислення, вміння аналітично мислити, обирати правильно необхідні для лікування патології лікарські засоби, спонукає їх до активної пошукової та науково-дослідницької роботою. Важливо, що після виконання всіма групами завдань і формулювання висновків, кожна група їх презентує всім іншим студентам з подальшим

спільним їх обговоренням і аналізом, часто має місце дискусія між студентами, а викладач за потреби може надавати консультативну допомогу, допомагає у формулюванні висновків.

Таким чином, впровадження сучасних педагогічних технологій навчання у викладанні біологічної хімії є необхідним для формування компетенцій майбутніх фахівців фармацевтичної галузі .

Список використаних джерел

1. Кваско О.Ю. Сучасні методики навчання під час дистанційного викладання фундаментальних дисциплін медичним спеціальностям/О.Ю. Кваско, А.Ю. Кондаурова// *Медична освіта*. -2021. -№4. –С.56-60.
2. Дубасенюк О.А. Інновації в сучасній освіті/О.А. Дубасенюк//Інновації в освіті і інтеграція науки і практики: Збірник науково-методичних праць/За заг.редакцією О.А. Дубасенюк.-Житомир: Видавництво ЖДУ ім. І. Франка, 2014.-С.12-28.
3. Фесенко В.Ю. Педагогічні умови формування й розвитку компетентності самоосвіти та самовдосконалення викладачів/Фесенко В.Ю., Сабатовська-Фролкіна І.С., Галій Л.В.//*Наукові записки кафедри педагогіки*.-2021.- вип.48. –С.64-70.
4. Пометун О. Енциклопедія інтерактивного навчання/О.І. Пометун.-К.: А.С.К., 2007.-142с.

УДК : 378.147.016:612

Ясінська О.В.

Використання візуалізації циклічних фізіологічних процесів під час викладання фізіології людини

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна

jasinska.olena@bsmu.edu.ua

Анотація. Зміст навчальної дисципліни «Фізіологія» для студентів різних спеціальностей передбачає вивчення циклічних процесів, які лежать в основі діяльності життєво важливих та регуляторних систем: серцево-судинної (серцевий цикл) та дихальної (дихальний цикл), жіночої репродуктивної (менструальний цикл). Для фахівців різних галузей охорони здоров'я важливим є розуміння системності усіх проявів діяльності даних систем, як у контексті фізіологічного перебігу циклічних процесів, так і можливості розвитку патологічних змін та формування вадного кола. Тому метою даної роботи є аналіз досвіду використання різних способів візуалізації циклічних фізіологічних функцій в навчальному процесі. На прикладі використання різних видів схематичного візуального відображення динаміки циклічних процесів, які відбуваються в серцевому м'язі, проаналізовано ефективність формування

системного розуміння студентами функції серця, взаємозв'язків між електричними, механічними, гемодинамічними, акустичними проявами роботи серця, здатність до відтворення вивченого матеріалу та використання теоретичних знань під час вирішення практичних проблемно-орієнтованих завдань, формування соціальних та професійних компетентностей лікаря. Показано, що доповнення теоретичного матеріалу теми візуальним супроводом та інтерактивними завданнями на основі кругових діаграм, які відображають циклічні фізіологічні процеси є більш ефективним для створення системного уявлення про функціонування серцево-судинної системи, ніж використання складних лінійних діаграм.

Ключові слова: фізіологія людини, серцевий цикл, онтологія медичних знань, візуалізація циклічних фізіологічних процесів.

Скорочення аудиторних навчальних годин, що виділяються для лекційних та практичних занять, призвело до обмеження особистого контакту студента та викладача, що ускладнює формування професійної логіки в студента. З іншого боку, скорочення часу спілкування викладача зі студентами обмежує можливості використання тематичної дискусії як адекватного методу оцінювання знань, внаслідок чого більшого значення набувають швидкі експрес-методи об'єктивного оцінювання знань – вирішення ситуаційних задач та тестів.

Впровадження в освітній процес компетентнісного підходу вимагає збільшення ефективності використання аудиторного часу для формування як загальних, так і професійних компетентностей. Це стосується і дисциплін загально-біологічного спрямування, зокрема, фізіології людини, оскільки під час практичних занять з фізіології формуються особливо важливі для лікаря компетентності пов'язані зі здатністю системно аналізувати стан фізіологічних функцій пацієнта, обирати інформативні інструментальні та лабораторні методи дослідження, використовувати їх результати з метою діагностики і лікування, а також, робити логічні висновки працювати в професійній команді та комунікувати з метою досягнення поставленої задачі в стандартних та нестандартних умовах.

Навчальна дисципліна «Фізіологія людини» є нормативною складовою освітньої програми підготовки фахівців галузі «Охорона здоров'я», належить до групи загально-біологічних дисциплін і є базовою дисципліною для подальшого вивчення клінічних дисциплін як терапевтичного, так і хірургічного профілю. Програма дисципліни містить суттєву частку теоретичної інформації, засвоєння якої є необхідним для формування розуміння функціонування організму людини, в тому числі в динаміці його розвитку, різних форм життєдіяльності у процесі взаємодії із зовнішнім середовищем. Тобто, вивчення

фізіології формує комплексне системне бачення взаємодії органів і систем організму в умовах норми та при патології.

Збільшення значення цифрових технологій в житті студента призвело до того, що більшість студентів не вміє працювати з текстовим матеріалом без візуального супроводу, формулювати питання, самостійно давати повну та логічну відповідь, пояснювати механізми динамічних процесів, чітко визначати причинно-наслідкові зв'язки між явищами. Тому, одним з ефективних способів підвищення засвоєваності інформації є чітке її структурування. Це стає особливо актуальним при вивченні складних процесів, в які залучені численні функціональні структури та регуляторні механізми, параметри функціонування яких взаємозалежать лінійно і нелінійно.

Точного визначення поняття «структурування» не існує, проте вражається, що найпростішим і ефективним способом поліпшення якості аналізу одержуваної інформації є її структурування. Зауважимо, що в інформатиці під цим терміном розуміють розташування різних елементів інформаційного масиву та створення між ними таких зв'язків, щоб інформація краще сприймалася споживачами або цільовою аудиторією. Сутність структурування інформації також визначається по-різному. Передбачається, що воно визначає розташування інформації у певному порядку, за певною схемою, наприклад, відповідно до хронології подій або від кодуєчого елемента, який описує даний інформаційний блок [1].

У біології та медицині широко застосовується моделювання динамічних процесів, що дає можливість розширити можливості вивчення живих організмів. Не меншої важливості моделювання набуває і в медичній освіті. Моделювання полягає в з'ясуванні або відтворенні тих чи інших властивостей реальних об'єктів, предметів і явищ за допомогою інших об'єктів, процесів і явищ, або за допомогою абстрактного опису у вигляді зображення, плану, карти, сукупності рівнянь, алгоритмів, програм. З розвитком цифрових технологій набувають важливого значення методи математичного моделювання, яке, як правило, передують побудові комп'ютерної моделі. Сьогодні під комп'ютерною моделлю найчастіше розуміють умовний образ об'єкта або системи об'єктів чи процесів, описаний за допомогою взаємозв'язаних таблиць, блок-схем, діаграм, графіків, анімаційних фрагментів гіпертекстів тощо, який відображає структуру і взаємозв'язки між елементами об'єкта чи процесу [2]. Предметом комп'ютерного моделювання може бути будь-яка складна система, зокрема, живий організм людини. Такий сучасний інструмент призначений для дослідження лікарем-фахівцем організму людини з метою діагностування захворювання, оперативного отримання даних для планування та проведення лікувальних заходів. У нашому випадку, застосування елементів

моделювання фізіологічних процесів під час вивчення фізіології готує студентів до використання сучасних технологій в професійній діяльності, формує навички аналізу медичної інформації.

Цілий ряд фізіологічних процесів мають циклічний перебіг (серцевий цикл, дихальний цикл, менструальний цикл, циркадні та циркадіанні ритми), що проявляються ритмічно повторюваними змінами параметрів функціонального стану компонентів системи, які відбуваються в наслідок реалізації механізмів саморегуляції (автоматизм пейсмерних клітин серця) чи керуються циклічними змінами активності регуляторних систем (циклічні зміни ендокринної функції гіпоталамо-гіпофізарної системи).

Тому ми впроваджуємо у програму практичних занять інтерактивні завдання, які передбачають самостійну роботу студентів над завданнями з творчим компонентом під контролем викладача і сприяють формуванню навичок аналізу параметрів перебігу циклічних процесів [3].

З метою покращення засвоюваності теоретичного матеріалу, у програмі аудиторних занять з дисципліни «Фізіологія» традиційно використовуються схеми та діаграми динамічних процесів. Найчастіше це лінійні діаграми, які, в цілому, дозволяють візуалізувати послідовність перебігу фізіологічного процесу з урахуванням його фазності та участі у ньому залучених структур.

Однією з найбільш популярних при вивченні серцево-судинної фізіології є класична діаграма Віггера, названа на честь її розробника, Карла Віггера [4].

Механічні події під час серцевого циклу, скомпоновані в ансамбль Льюїсом у 1920 році, вперше були запропоновані Віггерсом у 1915 році. На прикладі серцевого циклу тривалістю 800 мілісекунд для 75 ударів/хв. Систола серця тут визначається інтервалом між першим і другим тонами серця, що триває від першого тону серця до закриття аортального клапана. Інша частина серцевого циклу автоматично розцінюється як діастола.

Це лінійна двовимірна стандартна діаграма, на якій вісь X використовується як вісь часу, тоді як вісь Y містить все наступне на одній сітці: криві динаміки тиску крові у камерах серця, аортального тиску, об'єму шлуночків, електрокардіограму, криву артеріального пульсу (опційно), фонокардіограму. Усі вказані криві розташовуються одна над одною з використанням окремих шкал для кожного вимірюваного параметру і розгортаються лінійно, подібно до кардіограми, записаної на спеціальній стрічці.

Вертикальні лінії ділять серцевий цикл на часові проміжки відповідно до періодів та фаз, початок і кінець яких зумовлений або проявляється певними електричними, механічними, звуковими та гемодинамічними явищами, візуалізуючи певні часові кореляції.

У відкритих джерелах та освітніх ресурсах існують різноманітні варіації класичної діаграми Віггера [5, 6, 7].

Іноді використовуються діаграми, які ілюструють кореляцію фаз серцевого циклу (механічні явища скорочення і розслаблення міокарду передсердь та шлуночків) з окремими проявами роботи серця, наприклад електричними явищами збудження серцевого м'яза, відображеними у вигляді кардіограми [8].

Однак, на нашу думку, для відображення циклічності процесу більш доцільним є використання кругових діаграм.

Прикладом такої діаграми є популярна в англомовній навчальній літературі кругова діаграма серцевого циклу, яка поділена на сектори відповідно до його фаз та періодів і містить схематичні зображення серця (камер та клапанів) в розрізі [9].

Недоліком даної діаграми є те, що в ній не відображені механізми спряження електричних та механічних явищ, що циклічно перебігають в серці, а також не прослідковується причинно-наслідковий зв'язок між функціональним станом міокарду (скорочення-розслаблення), закриттям і відкриттям клапанів та параметрами гемодинаміки.

Двовимірна (площинна) кругова діаграма серцевого циклу, в якій містяться усі зазначені компоненти і відображена повторюваність, циклічність електричних, механічних, гемодинамічних проявів серцевої діяльності, чи лінійна діаграма, але замнута в кільце шляхом співставлення моментів початку і закінчення циклу, може служити ефективною інтерактивною навчальною моделлю, що сприятиме формуванню не лише запам'ятовування та впізнавання окремих компонентів циклу, а й розуміння естафетності та обумовленості його фаз [10].

Кругова секторна діаграма взята нами за основу при побудові більш складної інтерактивної моделі серцевого циклу, яка дозволяє динамічно розвивати у студентів навички аналізу, логічного мислення, роботи в професійних групах [11]. Подібного роду візуалізація циклічності процесу сприяє більшій реалістичності досить простої схеми і природнім чином трансформується в уявленні студента в системне розуміння динаміки змін. В такій діаграмі часова складова циклу візуалізується у вигляді замкнутого кола, поділеного за принципом циферблата годинника на сектори, які за тривалістю відповідають фазам, періодам та субфазам серцевого циклу, де ієрархічне підпорядкування окремих періодів подається в

горизонтальній площині від центру (увесь цикл) до периферії (окремі субфази з однаковим механізмом та певним функціональним наслідком).

Отримавши основні знання щодо перебігу серцевого циклу із лекційного матеріалу та шляхом самостійної підготовки до практичного заняття за відповідною темою, студенти отримують завдання самостійно в робочих зошитах заповнити кругову діаграму відповідно до фаз серцевого циклу. При цьому завдання пропонуються викладачем послідовно, залежно від того, які прояви серцевої діяльності розглядають на даному етапі практичного заняття. Так, спочатку студенти визначаються із назвами фаз, періодів та субфаз серцевого циклу, поділяючи діаграму на сектори, пропорційно до тривалості кожного етапу. Наступним кроком є визначення основних подій, які відділяють фази циклу одну від одної (відкриття і закриття клапанів) та спостерігаються під час кожної з фаз (скорочення чи розслаблення певних камер серця).

Виконання даного завдання може супроводжуватися іншими способами візуалізації (навчальними відеофільмами, анімацією, схематичним зображенням серця, фото УЗД серця в різні фази серцевого циклу). В подальшому заповнена студентом діаграма доповнюється позначками відповідно до акустичних явищ, які супроводжують серцевий цикл, поєднуючи це завдання із виконанням аускультативу серця: студенти із допомогою фонендоскопа вислуховують тони серця і позначають їх на діаграмі, порівнюють отримані дані зі зразками типових фонокардіограм.

На наступних заняттях студенти продовжують доповнювати діаграму даними щодо електричних явищ в серці, ілюструючи їх компонентами електрокардіограми, та відмічають циклічні зміни тиску та об'єму крові в камерах серця. Таким чином, різні способи візуалізації розвертають таку інтерактивну діаграму по вертикалі, формують складний багатосаровий масив інформації, який, однак, логічно структурований і дозволяє рівномірно засвоювати матеріал студентам з різними типами пам'яті, оптимізуючи використання аудиторного навантаження.

Результатом використання застосованого способу візуалізації циклічних процесів під час викладання фізіології стало покращання засвоєння і збереження теоретичних знань студентами, зросла їхня здатність вирішувати складні, раніше їм не відомі, ситуаційні задачі, в тому числі такі, які використовуються для оцінки знань під час міжнародних іспитів з теоретичних дисциплін.

Вважаємо, що застосований підхід дозволить досягти цільового рівня успішності студентів та підвищить якість освіти майбутніх фахівців медичної галузі.

Однак, з метою підвищення ефективності аудиторних занять залишається актуальним напрямком роботи педагогічного персоналу розробка й впровадження в навчальний процес нових методів та форм інтерактивного навчання та контролю знань студентів з елементами візуалізації на етапі вивчення фундаментальних базових дисциплін медико-біологічного спрямування на основі між предметної інтеграції, в тому числі, створення власного програмного забезпечення на основі розроблених інтерактивних завдань.

Список використаних джерел

1. Швець Е.Я., Кісарін О.О. Комп'ютерне моделювання фізіологічних систем людини. Навчальний посібник. Запоріжжя, 2009. 175 с.
2. Мінцер О.П. Теоретичні підходи до створення системної біомедицини (за матеріалами звіту ндр «системно-біологічні та системно-медичні закономірності розвитку та перебігу ішемічної хвороби серця») / О. П. Мінцер, Л. Ю. Бабінцева, В. М. Заліський, М. А. Попова, М. В. Надутенко, Н. В. Харченко, О. К. Ладичук// Медична інформатика та інженерія. 2020, № 4.1-72.
3. Ясінська О.В., Анохіна С.І. Візуалізація циклічних процесів при викладанні фізіології людини. Мат. навч.-метод.конф."Актуальні питання вищої медичної та фарм. освіти: досвід, проблеми, інновації та сучасні технології".- Чернівці, 2018.- С.329.
4. Wiggers C. Circulation in Health and Disease. Philadelphia, PA: Lea & Febiger, 1915. Цитовано за: Mitchell, Jamie R.; Wang, Jiun-Jr. Expanding application of the Wiggers diagram to teach cardiovascular physiology. *Advances in Physiology Education*. 2014. 38 (2): 170–175. doi:10.1152/advan.00123.2013. ISSN 1043-4046.
5. Opie LH. Mechanisms of cardiac contraction and relaxation. In: Braunwald E, Zipes DP, Libby P, Bonow RO, eds. *Heart Disease*. 7th ed. WB Saunders Company 2005, Chap.19:457–489, page 475. (цитується за https://www.researchgate.net/publication/5425470_Diastolic_time_-_Frequency_relation_in_the_stress_echo_lab_Filling_timing_and_flow_at_different_heart_rates)
6. Jonathan D Kibble *The Big Picture Physiology: Medical Course & Step 1 Review, 2e/ Chapter 4: The Cardiovascular System*
7. *Anatomy & Physiology* by Lindsay M. Biga, Sierra Dawson, Amy Harwell, Robin Hopkins, Joel Kaufmann, Mike LeMaster, Philip Matern, Katie Morrison-Graham, Devon Quick & Jon Runyeon https://open.oregonstate.edu/app/uploads/sites/48/2019/07/2029_Cardiac_Cycle_vs_Heart_Sounds_revised.png
8. *Anatomy & Physiology* by Lindsay M. Biga, Sierra Dawson, Amy Harwell, Robin Hopkins, Joel Kaufmann, Mike LeMaster, Philip Matern, Katie Morrison-Graham, Devon Quick & Jon Runyeon https://open.oregonstate.edu/app/uploads/sites/48/2019/07/2028_Cardiac_Cycle_vs_Electrocardiogram.jpg
9. *Anatomy & Physiology* by Lindsay M. Biga, Sierra Dawson, Amy Harwell, Robin Hopkins, Joel Kaufmann, Mike LeMaster, Philip Matern, Katie Morrison-Graham, Devon Quick & Jon Runyeon https://open.oregonstate.edu/app/uploads/sites/48/2019/07/2014_Phase_of_Cardiac_Cycle_revised.png
10. https://critcareedu.com.au/wp-content/uploads/2019/12/clip_image002_thumb-45.jpg from <https://critcareedu.com.au/cvs-physiology-part-2/>
11. Ткачук С.С., Ясінська О.В., Анохіна С.І. Досвід використання кругових діаграм для візуалізації циклічних процесів під час викладання фізіології. Актуальні питання вищої медичної та фармацевтичної освіти: досвід, проблеми, інновації та сучасні технології: матеріали навчально-методичної конференції (Чернівці, 17.04.2019 р.). – Чернівці, 2019. С. 407-408.

Автори

- Andriychuk D.R., 11, 186
Biryukova T.V., 326, 337
Bokotey O.O., 16
Bokotey O.V., 16
Bulyk R.Ye., 322
Davydova N.V., 158, 323
Fediv V.I., 17, 326
Filipets N. D., 284, 330
Filipets O. O., 284, 330
Garas M.N., 333, 334, 335
Gutsul O., 19, 24
Ilashchuk T.O., 29
Ivanchuk M.A., 326, 337
Karucheru O., 162
Kmet O. G., 330
Lukan Y.R., 343
Marchuk F.D., 186
Marchuk O.F., 186
Marchuk Yu.F., 11, 186
Muskan Lohchab, 164
Mykytyuk O.P., 29, 345
Mykytyuk O.Yu., 345
Obradovych A.S., 322, 350
Okovytyy S. I., 36
Olar O.I., 326
Pfeifer R., 19, 24
Popova I.S., 35
Prysiashniuk I.V., 29
Prysyazhnyuk V.P., 29
Pylypenko O. O., 36
Salekhi D.D., 158
Shafranyuk V.P., 39
Shevtsova O.N., 195
Slobodyan V., 19, 24
Slypaniuk O.V., 345
Sviatenko L. K., 36
Szabo O., 19
Uhryn Y., 40
Vlasova K.V., 164, 322
Yavorska O., 40
Yuzkova V.D., 351
Андрущак Л.А., 230
Антонюк О.П., 48
Бендас В.В., 128
Багрій-Заяць О.А., 289
Баєва О.В., 353
Безрук В.В., 354
Бенца Т.М., 358
Бичко М.В., 359
Бірюкова Т.В., 53, 257, 433, 436, 458
Бліндер О.О., 128
Бойку А. В., 88
Большова О.В., 115
Булик Р.Є., 364, 401
Ващенко А.О., 55
Візнюк В.В., 286, 466
Влад Г.І., 234, 367
Владиченко К.А., 286, 466
Власова О.В., 56, 166, 200
Волошин В.Л., 182
Воронкова О.С., 55, 470
Воронкова Ю.С., 55
Галушко К.С., 369
Гарвасюк О.В., 375
Горбатюк І.Б., 378
Горкуненко А.Б., 289
Горошко О.М., 382
Гречко С.І., 441
Гриценко Н.Л., 391
Грищенко В.Г., 59
Гуменюк А.Л., 208
Гуняк М.І., 78
Даньків О.О., 78
Денежко О.В., 96
Дідух В.Д., 289
Добровольська А.М., 235
Драчук В.М., 382
Дудко Ю.С., 236
Ежнед М.А., 382
Єгоренков А.І., 380, 387
Єжель М.І., 387
Єрофєєва Д.О., 380
Зайцев В.І., 60, 286, 466
Зайцева О.В., 63, 389
Заріцька О.О., 252
Захарчук О.І., 382
Заяць М.М., 151
Іванчук М.А., 203, 237, 400
Іванчук П.Р., 208, 242, 275
Іващук С.І., 70
Ілащук Т.О., 418
Ілюк І.І., 60, 286, 466
Йосипенко В.Р., 364
Катеринюк Т.С., 466
Кваченюк Д.А., 115
Кіт І.І., 78
Кметь О.Г., 71, 225
Кметь Т.І., 73

Константинова А.С., 248
Коробко М.Ю., 216
Костишин Л.В., 382
Кривенко І.П., 468
Кривецький В.В., 255, 264
Кривчанська М.І., 401
Кричка Н.В., 75
Кротова Л.О., 216
Крячкова Л.В., 216
Кузик О.В., 78
Куліш М.Р., 168
Кульчинський В.В., 225, 400
Кушнір О.Ю., 402
Кушнір С.В., 60
Лісецька І.С., 405
Лукань Ю.Р., 364
Лукомський Д.В., 63, 389
Любчик О.К., 468
Міхєєв А.О., 128
Мазуренко Ю.С., 406
Майхрук З.В., 289
Макаренко В.І., 408
Макаренко К.С., 408
Макаренко О.В., 408
Малик Ю.Ю., 106, 110, 218, 450
Малиш М.І., 168
Марголич І.Ф., 410, 412
Марчук О.А., 60
Матушак М.Р., 382
Махрова Є.Г., 250, 294, 299, 414
Мельник В.В., 255, 264
Мельник О.М., 252
Микитюк О.П., 418
Микитюк О.Ю., 133, 458, 460
Мишковський Ю.М., 70
Мойсеєнко М.І., 406
Мойсей Л.В., 96
Нагірняк В.М., 222
Новікова І.М., 426
Олар О.І., 83, 172, 305, 431, 432, 458
Остапович Н.В., 406
Остафійчук Д.І., 88, 96, 123, 257, 433, 436
Паласюк Б.М., 289
Пашенко В.В., 380
Пентелейчук Н.П., 106, 110, 218, 450
Пилипенко О.О., 440
Пішак В.П., 443
Полянська О.С., 441
Проняєв Д.В., 255, 264
Ризничук М.О., 115, 116, 120, 121, 443
Романюта І.А., 312
Рудяк Ю.А., 289
Саєнко М.С., 266, 270
Самойленко О.С., 123
Сахацька І.М., 382
Семенова Л.С., 312, 446
Семенюк Т.О., 106, 110, 218, 450
Сидорчук І.Й., 128
Сидорчук Л.І., 128
Сілкова О.В., 408, 454
Сімон К.І., 216
Слипанюк О.В., 133
Соколенко М.О., 70
Соломатін В.О., 116
Сорокман Т.В., 178, 179
Степан В.Т., 286, 466
Столярчук І.Д., 78
Суховірська Л.П., 59, 236, 440
Ташук В.К., 208, 242, 275, 441
Ташук М.В., 242, 275
Тимкул Д.М., 73
Тимочко Б.М., 225
Тимчук К.Ю., 182
Ткачук І.Г., 135, 147
Троян В.І., 151
Урбан О.П., 120
Ушенко О.Г., 48
Федів В.І., 225, 458, 460
Федорук О.С., 466
Федорук О.С., 286
Ференчук Є.О., 153
Христенко К.В., 121
Цигикало О.В., 230
Чайка О.М., 63, 389
Чалий К.О., 63, 184, 468
Чалий О.В., 63, 313, 389, 410, 412, 468
Шафранюк В.П., 157, 315
Шевченко Т.М., 55, 470
Шинкура В.М., 317, 472, 474
Шинкура Л.М., 317, 472, 474
Широкий В.С., 286, 466
Шовкова Н.І., 405
Щербиніна М.Б., 470
Юрценюк О.С., 232
Яворовський О.П., 184
Янішен І.В., 75
Яремій І.М., 475, 479
Ясінська О.В., 481