



Буковинський державний медичний університет

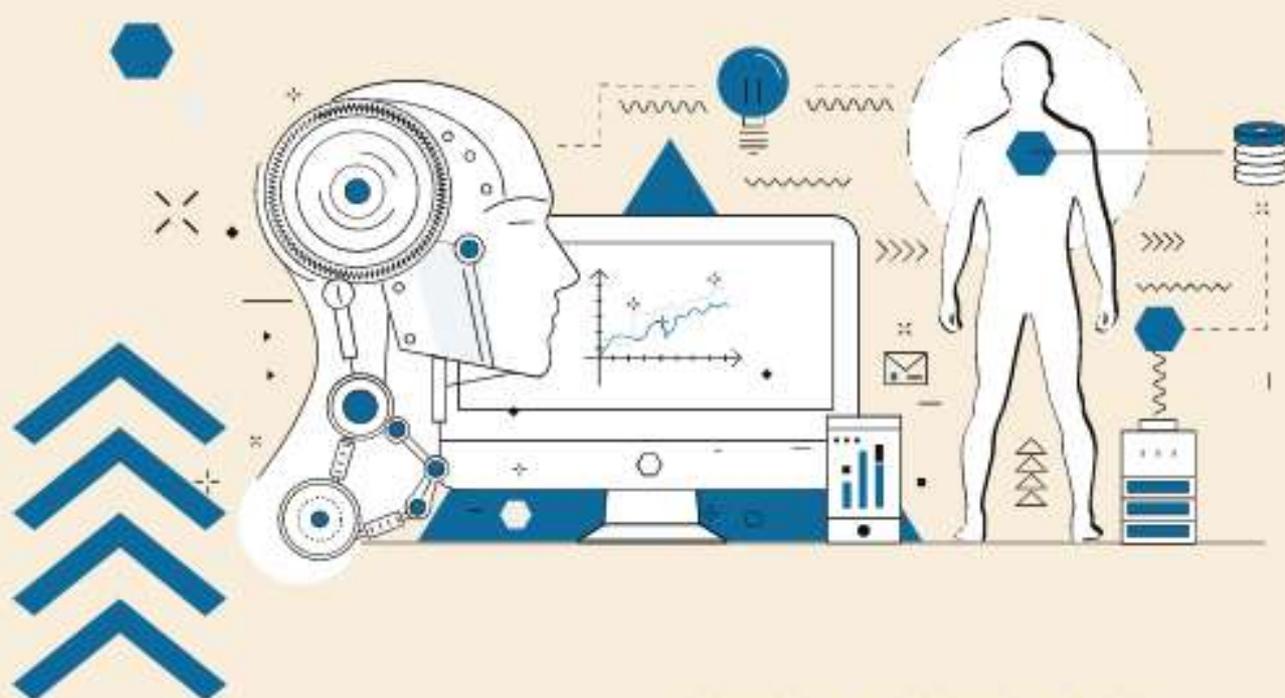
Кафедра біологічної фізики та медичної інформатики



РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧИХ НАУК ЯК ОСНОВА

НОВІТНІХ ДОСЯГНЕНЬ У МЕДИЦИНІ

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



**Чернівці
21.06.23**

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

МАТЕРІАЛИ

III науково-практичної інтернет-конференції



**РОЗВИТОК
ПРИРОДНИЧИХ НАУК
ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ
ДОСЯГНЕНЬ У
МЕДИЦИНІ**

*м. Чернівці
21 червня 2023 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

Володимир ФЕДІВ

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

Програмний комітет

Тетяна БІРЮКОВА

к.тех.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

Організаційний комітет

Тетяна БІРЮКОВА

к.тех.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

Іван ТКАЧУК

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

Почесний гість

Prof. Dr. Anton FOJTIK

Факультет біомедичної інженерії, Чеській технічний університет, м.Прага, Чеська республіка

Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині: матеріали III науково-практичної інтернет-конференції, м. Чернівці, 21 червня 2023 р. / за ред. В. І. Федіва – Чернівці: БДМУ, 2023. – 455 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 21.06.2023 р.)

Комп'ютерна верстка Іван ТКАЧУК

ISBN 617-966-519-039-5

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

CONFERENCE PROCEEDINGS

III Scientific and Practical Internet Conference



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

Chernivtsi, Ukraine

June 21, 2023

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 Committee

Ass.prof., PhD **Tetjana BIRUKOVA** 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

Organizing Committee

Ass.prof., PhD **Tetjana BIRUKOVA** 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

Assistant, PhD **Ivan TKACHUK** 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, 21, 2023, Chernivtsi, Ukraine/ edited by V.Fediv – Chernivtsi,BSMU, 2023. – 455 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 21/06/23)

ISBN 617-966-519-039-5

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. НОВІТНІ ДОСЯГНЕННЯ У БІОМЕДИЦИНІ ЯК НАСЛІДОК РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧИХ НАУК.....	14
Gutsul O.V.1,2, Slobodyan V.Z.3 INVESTIGATION OF THE INTERACTION OF EDDY CURRENTS IN ALUMINIUM DISCS USING DIFFERENT SOLENOIDS.....	14
Бенца Т.М., Пастухова О.А. ОПТИМІЗАЦІЯ ЛІКУВАННЯ КАРДІОМІОПАТІЇ У ПАЦІЄНТІВ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ ТА ТИРЕОТОКСИКОЗОМ.....	19
Малик Ю.Ю., Семенюк Т.О., Пентелейчук Н.П. ЛАЗЕРНО-ПОЛЯРИМЕТРИЧНА ДІАГНОСТИКА СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН ЛІВОГО ШЛУНОЧКА СЕРЦЯ ЛЮДИНИ.....	21
Микитюк О.П. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ СИНХРОНІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНОГО ГОДИННИКА ІНДИВІДА ІЗ ДОВКІЛЛЯМ.....	27
Остафійчук Д.І. Лещишин Т.Б. АРГУМЕНТОВАНА ПРАВДА ПРО БІОФІЗИКУ В МЕДИЦИНІ.....	31
Остафійчук Д.І., Динис О.І. ГАЛЬВАНІЗАЦІЯ ТА ЛІКУВАЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОФОРЕЗ В МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ.....	43
Остафійчук Д.І., Хребтій О.Я. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ КАРДІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ В МЕДИЦИНІ.....	50
Остафійчук Д.І., Ралик Д.М., Касянюк В.О. БІОМЕДИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ (новітні дослідження в медицині).....	60
Пентелейчук Н.П., Малик Ю.Ю., Семенюк Т.О. МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА ТА ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН МІТРАЛЬНОГО КЛАПАНА СЕРЦЯ ДІТЕЙ ГРУДНОГО ВІКУ.....	66
Пашенко В. В., Єгоренков А. І., Сазонов Е. А., Сорокопуд К. Ю. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СЕЧОВОГО АКУМУЛЯТОРА У ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ МЕДИЧНИХ ПРИСТРОЇВ.....	71
Погоріла В. Г., Новікова І. М. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ.....	76
Чалий О.В., Гриценко Н.Л., Хмель В.В., Корицький Є.А. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕПЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТІЛА ЛЮДИНИ.....	84
Гринчук Ф.Ф. ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ КИШОК В ЕКСПЕРИМЕНТІ.....	90
Гдаль В.А., Швець Н.І., Бенца Т.М., Снісаревська Т.П. КОНТИНУУМ ХЕЛІКОБАКТЕРІОЗУ, ЯК ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ПОСЛІДОВНІСТЬ.....	92
Грищенко В.Г., Суховірська Л.П. МЕТОДИ ПАЛІАТИВНОЇ ДОПОМОГИ ХВОРИМ НА РАК ПРИ БОЛЯХ РІЗНОЇ ЕТІОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	94
Кричун І.І. СТАН ЦЕРЕБРАЛЬНОГО КРОВООБІГУ У ХВОРИХ ІЗ ЗАГОСТРЕННЯМ ХРОНІЧНОЇ ЛЮМБАЛГІЇ.....	96
Кульчинський В.В., Гречка О.О. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ СКАНУВАННЯ МРТ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПАТОЛОГІЙ ЛЮДСЬКОГО ОРГАНІЗМУ.....	98
Кульчинський В.В., Матиміш Я.Я.	

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ ЛАЗЕРА ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В МЕДИЦИНІ.....	100
Луста М. В., Воронкова О.С.	
МОНІТОРИНГ АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТІ СТРЕПТОКОКІВ ГРУПИ В ВИДЛЕНИХ З СЕЧІ ДОРОСЛИХ ПАЦІЄНТІВ З УРОЛОГІЧНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ.....	102
Малкович Н.М.	
ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ СУЧАСНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ В ДІАГНОСТИЦІ БРОНХОЛЕГЕНЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ.....	103
Полянський І.Ю., Гринчук Ф.Ф., Полянська О.С.	
РЕАЛІЇ І ПЕРСПЕКТИВИ ДИСТАНЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ.....	105
Плеш І.А., Григорєць Д.К., Костів І.В.1, Костів М.І.2	
КОМПЛЕКСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕНОЗНОГО ТА АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕОМЕТРІЇ.....	107
Ризничук І.М.О., Наврата І.В.2.	
РЕОЕНЦЕФАЛОГРАФІЯ В ДІТЕЙ ІЗ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ТИПУ 1.....	108
Ризничук М.О.1, Большова О.В.2, Кваченюк Д.А. 2	
СОМАТОТРОПНА НЕДОСТАТНІСТЬ У ДІТЕЙ: АНАЛІЗ ГЕНОТИПУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЛІМОРФІЗМУ Taq1 ГЕНА VDR РЕЦЕПТОРА ВІТАМІНУ D.....	110
Ризничук М.О.1, Аїріней К.В.2	
СТАН МОЗКОВОЇ ГЕМОДИНАМІКИ В ДІТЕЙ ІЗ ГІПОТАЛАМІЧНИМ ОЖИРІННЯМ.....	111
Руснак І.Т.	
МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ ДЛЯ СКРИНІНГУ ТА РАННЬОЇ ДІАГНОСТИКИ.....	113
Руснак І.Т.	
РОЛЬ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ.....	115
Федорова А.О., Богатирьова О.В.	
ВПЛИВ ОКЛЮЗІЇ СЕРЕДНЬОЇ МОЗКОВОЇ АРТЕРІЇ НА ПОКАЗНИКИ ПОЛ У МОЗКУ ЩУРІВ.	116
Чала С.К., Гринзовський А.М., Калашченко С.І.	
ВПЛИВ КОГНІТИВНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЗМІНУ ПОКАЗНИКІВ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ.....	118
Тимочко Б.М.	
ПІДТРИМКА ТА СИНХРОНІЗАЦІЯ СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ СЛАБОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПЕЙСМЕКЕРАМИ.....	120
Черненко Г.П., Носуля І.М.	
СИРТУЇНИ ЯК ВАЖЛИВИЙ АСПЕКТ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МЕДИЦИНИ.....	121
Швець Н.І., Бенца Т.М., Безрученко О.О., Кудлацька-Тишко І.С.	
ДОСЛІДЖЕННЯ КОАГУЛОПАТІЇ У ПАЦІЄНТІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ, ЯКІ ПЕРЕНЕСЛИ КОРОНАВІРУСНУ ІНФЕКЦІЮ.....	123
Яремій І.М.	
ВПЛИВ МЕЛАТОНІНУ НА ВМІСТ ГЛІКОГЕНУ В СКЛЕТНИХ М'ЯЗАХ ЩУРІВ НА ТЛІ РОЗВИТКУ ДЕКСАМЕТАЗОНОВОГО ДІАБЕТУ.....	125
СЕКЦІЯ 2. НАНОТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ.....	127
Бірюкова Т.В.	
НАНОРОБОТИ В МЕДИЦИНІ.....	127
Ткачук І.Г.	
НАНОРОЗМІРНІ ПЛІВКИ Mn ₂ O ₃ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДАТЧИКІВ ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ У ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРИСТРОЯХ.....	131
Ференчук Є.О.	
НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ ТА ПРАКТИЧНІЙ МЕДИЦИНІ.....	138
Vokotey O.O., Vokotey O.V., Chavarha M.I.	
Medical devices based on α-Hg ₃ S ₂ Br ₂ nanomaterials.....	141
Власова К.В., Байсен Є.А.	

ЛПОСОМАЛЬНІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ЛІКІВ У ТЕРАПІЇ РАКУ.....	142
Олар О.І. НАНОФАРМАЦІЯ: СЬОГОДЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ГАЛУЗІ.....	144
Чалий О.В., Марголич І.Ф., Шепетько В.А., КВАНТОВІ СЕНСОРИ В МЕДИЦИНІ.....	146
Янішен І.В., Кричка Н. В. УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ БАЗИСІВ ЗНІМНИХ ПЛАСТИНКОВИХ ПРОТЕЗІВ.....	148
СЕКЦІЯ 3. ВПЛИВ ТЕХНОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ. НАНОТОКСИКОЛОГІЯ.....	151
Davydova N.V. FACTORS OF DESYNCHRONOSIS: METABOLIC DISORDERS CAUSED BY MELATONIN IMBALANCE.....	151
Бірюкова Т.В. ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ.....	155
Микитюк О.Ю. ПЕРЕДОВІ МАТЕРІАЛИ: ОЦІНКА ЇХ ТОКСИЧНОСТІ І НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я.....	159
Олар О.І. РИЗИКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ СПРИЧИНЕНІ ШУМОВИМ ЗАБРУДНЕННЯМ.....	165
Семенюк Т.О., Малик Ю.Ю., Пентелейчук Н.П. МЕТОД ТРИВИМІРНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПЕРЕДСЕРДНО-ШЛУНОЧКОВИХ КЛАПАНІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ.....	169
Микитюк О.П1, Микитюк О.Ю.1, Слипанюк О.В.2 ВПЛИВ СВІТЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ.....	173
Брухно Р.П1, Яворовський О.П1, Скалецький Ю.М.2 ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ У ВІТЧИЗНЯНІЙ ОХОРОНІ ЗДОРОВ'Я.....	179
Волошин В. Л. ВПЛИВ ТЕХНОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА СТАН ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ.....	181
Малкович Н.М. ГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕТИОТИПІВ С ТА Р У ПАЦІЄНТІВ З ХРОНІЧНИМ ОБСТРУКТИВНИМ ЗАХВОРЮВАННЯМ ЛЕГЕНЬ.....	182
Сорокман Т.В. ЙМОВІРНИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОСМОГУ НА СТАН ЗДОРОВ'Я ДІТЕЙ.....	184
Федорук О.С. , Владиченко К.А., Юзько В.О. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ СПЕРМОГРАМ МЕДИЧНОГО ЦЕНТРУ ЛІКУВАННЯ БЕЗПЛІДДЯ ЗА 2020 Р.....	186
СЕКЦІЯ 4. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ У МЕДИЦИНІ.....	189
Pervak M.P., Godlevsky L.S. FUNCTIONAL LINKS IN THE BRAIN CORTEX OF KINDLED RATS EVALUATED AT DIFFERENT STAGES OF KINDLING SEIZURES PRECIPITATION.....	189
Shevtsova O.N. Retention of radiotracers as a Falling-Flow Phenomenon.....	193
Дудко О. Г. 1 , Шайко-Шайковський О. Г. 2, Кривоносів В. Є.3 КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЦНІСТІ ФІКСАЦІЇ МЕТАЛЕВОГО ГВИНТА В КОРТИКАЛЬНОМУ ШАРІ ДІАФІЗУ ДОВГИХ ТРУБЧАСТИХ КІСТОК.....	199
Іванчук М.А., Іванчук П.Р. МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА В МЕДИЦИНІ.....	202
Пентелейчук Н.П., Малик Ю.Ю., Семенюк Т.О. 3D-МОДЕЛЮВАННЯ СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН МІТРАЛЬНОГО ТА ТРИСТУЛКОВОГО КЛАПАНІВ СЕРЦЯ НОВОНАРОДЖЕНИХ.....	206

Ткачук І.Г МОДЕЛЮВАННЯ НОВИХ СТРУКТУР ДЛЯ МЕДИЧНИХ ДАТЧИКІВ НА ОСНОВІ ПЛІВОК ДЕЛОФАСИДІВ ТА ШАРУВАТИХ КРИСТАЛІВ InSe.....	211
Karatieieva S.Yu THE DYNAMIC COMPARISON OF THE LOWER EXTREMITIES LENGTH OF STUDENTS WITH THE MODEL FOR PREDICTING THEIR LENGTH.....	219
Крупко О., Кולהєв А. METHODS OF MATHEMATICAL ANALYSIS IN EXPERIMENT PLANNING.....	221
Андрійчук М.Д. Галік А. К. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ У МЕДИЦИНІ.....	223
Безрук В.В. СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ У МЕНЕДЖМЕНТІ АНТИБІОТИКОТЕРАПІЇ.....	224
Шурма А.І. МОЖЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНОЇ ГУСТИНИ ПЛАЗМИ ВЕНОЗНОЇ КРОВІ В ЕКСПЕРИМЕНТІ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗА ПЕРЕБІГОМ ІНТРААБДОМІНАЛЬНОГО ЗАПАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ.....	228
СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ.....	230
Влад Г.І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФАРМАЦІЇ.....	230
Іванчук М.А. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕДИЦИНІ: АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА РИЗИКІВ НА ПРИКЛАДІ ChatGPT.....	234
Махрова Є.Г., Кузьмак О.О. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ CHAT GPT У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС.....	240
Олар О.І. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ФАРМАЦІЇ: ВИКОРИСТАННЯ, МОЖЛИВОСТІ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ У ГАЛУЗІ ВІДКРИТТЯ ЛІКІВ.....	244
Taranyuk G.P, Atamas N.O., Polyakov O.A. , Vygovska O.V., Matushko I.P. METHODOLOGICAL ISSUES OF MODELLING OF THE MEAN ARTERIAL PRESSURE.....	248
Іванчук П.Р. , Ташук В.К., Маліневська-Білійчук О.В. ЦИФРОВА ОБРОБКА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ: РАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА НЕВІДКЛАДНИХ СТАНІВ.....	250
Криштопа А.О., Лозовицька А. Г. АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ.....	252
Кривенко І.П., Мельник В.В, Чалий К.О ПЕРСПЕКТИВНІ МОЖЛИВОСТІ ЧАТ-БОТІВ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ ЛІКАРЯ.....	254
Криштопа А.О., Кректун І.А. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ.....	255
Кривенко І.П., Скрипка Н.В. , Чалий К.О. ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПАЦІЄНТАМ.....	257
Криштопа А.О., Гриб М.М. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ДІАГНОСТИЦІ ТА ЛІКУВАННІ ЗАХВОРЮВАНЬ.....	258
Нагірняк В.М. ПЕРСПЕКТИВА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У КЛІНІЧНУ ПРАКТИКУ	260
Полянська О.С., Полянський І.Ю., Гулага О.І., Москалюк І.І. РОЗВИТОК ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЇ В УКРАЇНІ.....	263

Семеник В.М., Криштопа А.О. АНАЛІЗ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ, ЯК СПРИЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ, ПОКРАЩЕННЯ МЕДИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДАННЮ ЯКІСНИХ ПОСЛУГ.....	265
Ташук В.К., Іванчук П.Р., Маліневська-Білійчук О.В. КОРОНАРНИЙ СИНДРОМ БЕЗ ЕЛЕВАЦІЇ СЕГМЕНТА ST – МОЖЛИВОСТІ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ ЕКГ.....	267
СЕКЦІЯ 6. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ ФІЗИКИ, ХІМІЇ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	269
Бірюкова Т.В. ІСТОРІЯ ЕЛЕКТРОТЕРАПІЇ.....	269
Кульчинський В.В., Гречка О.О. ФІЗИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ МЕТОДІВ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ТОМОГРАФІЇ.....	273
Махрова Є.Г. ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ В ГАЛУЗІ ІНЖЕНЕРІЇ.....	279
Андрійчук М.Д., Мороз І.А. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ ФІЗИКИ, ХІМІЇ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	282
Олар О.І. 1, Юрнюк Н.А. 2 МЕДИЧНА ФІЗИКА В СИСТЕМІ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ: ІСТОРИЧНИЙ ШЛЯХ УСВІДОМЛЕННЯ РОЛІ І МІСЦЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	284
Шинкура Л.М., Шинкура В.М. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ.....	286
СЕКЦІЯ 7. НОВІТНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ МЕДИЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ФАХІВЦІВ.....	288
Davydova N.V. CONTEMPORARY SIMULATION-BASED TEACHING METHODS IN BIOCHEMISTRY EDUCATION: EXPLORING POSSIBILITIES FOR MEDICAL UNIVERSITIES.....	288
Богуцька Н.К. ЗВОРОТНИЙ ЗВ'ЯЗОК ЛІКАРІВ-ІНТЕРНІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПЕДІАТРІЯ» ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС МЕТОДИКИ ОБГОВОРЕННЯ КЛІНІЧНИХ ВИПАДКІВ.....	292
Влад Г.І. СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ У НАВЧАННІ СТУДЕНТІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ.....	296
Гарвасюк О.В. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ ЯК СКЛАДОВА НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	300
Григор'єва Н.П. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ БІОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ.....	304
Єгоренков А.І., Пашенко В.В., Шкроб'як А. С., Кушнір І. О. ІНТЕГРАЦІЯ ЗНАНЬ НА ПРИКЛАДІ ІНФОРМАЦІЙНО-НАВЧАЛЬНИХ КЕЙСІВ ЗА ТЕМОЮ “ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНОСТЬ ДЛЯ МЕДИЦИНИ ТА ОСВІТИ” ТА “БІОФІЗИЧНІ ТА БІОМЕДИЧНІ АСПЕКТИ КАРДІОТОКОГРАФІЇ” ДЛЯ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ.....	309
Заріцька О. О., Мельник О. М. ОСВІТНІ МЕДИЧНІ ПЛАТФОРМИ В УМОВАХ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ.....	314
Іванчук М.А. ЗМІШАНЕ НАВЧАННЯ ЯК МЕТОД ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ.....	318

Ліка В.В., Ліка О.В. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ПІД ЧАС ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ.....	322
Кушнір О.Ю. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН.....	326
Лобач Н.В, Саєнко М.С. СИМУЛЯЦІЙНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ.....	330
Махрова Є.Г. INTERNET-ЗАСТОСУНКИ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ.....	334
Микитюк О.П., Глашук Т.О. АКАДЕМІЧНА ІСТОРІЯ ХВОРОБИ В КУРСІ ПРОПЕДЕВТИКИ ВНУТРІШНІХ ХВОРОБ ДЛЯ ІНОЗЕМНИХ СТУДЕНТІВ.....	337
Назарук В.В., Юрценюк О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ СХИЛЬНОСТІ ДО ДЕПРЕСИВНОГО РОЗЛАДУ У СТУДЕНТІВ - МЕДИКІВ.....	342
Письменецька І.Ю.1., Пелешенко Г.Б2., Лебеденко В.Ю.2 ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У ВИЩУ МЕДИЧНУ ОСВІТУ.....	345
Саєнко М.С. ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНИХ ОСВІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МЕДИЧНИХ ФАХІВЦІВ.....	351
Слипанюк О.В.1, Микитюк О.П.2, Микитюк О.Ю.2 ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	356
Чалий О.В., Марголич І.Ф., Шепетько В.А. РОЛЬ МЕТОДІВ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ..	360
Шинкура Л.М., Шинкура В.М. ДЕЯКІ ОСВІТНІ ТРЕНДИ ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДІ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ.....	365
Bogutska N.K. SIMULATION TEACHING METHODS IN MEDICAL EDUCATION FOR FOSTERING THE CORE COMPETENCE OF CLINICAL REASONING.....	369
Dudko O.G. THEORETICAL AND PRACTICAL SKILLS CONTROL IN DISTANT LEARNING OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPAEDICS.....	371
Filipets N.D., Gerush O.V., Filipets O.O., Kmet O.G. METHODOLOGICAL APPROACHES TO TEACHING THE COURSE OF THE STUDENT'S CHOICE "DEVELOPMENT OF MEDICINAL PRODUCTS".....	372
Бачук-Понич Н.В. ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ У ФОРМУВАННІ МОТИВАЦІЇ ДО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ-СТОМАТОЛОГІВ.....	374
Баєва О.В., Коваленко О.О., Кривенко Є.М. РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ЗВО В УМОВАХ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ.....	376
Бичко М.В. ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КЕЙСІВ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ.....	378
Бичко М.В. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ТРЕНАЖЕРІВ ПІД ЧАС	

ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	380
Бенца Т.М., Швець Н.І., Пастухова О.А. НОВІТНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ЛІКАРІВ-ІНТЕРНІВ ТЕРАПЕВТІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ.....	382
Єгоренков А.І, Пашенко В.В, Шарун Х.І МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД У ВИВЧЕННІ МЕХАНІЗМІВ ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНОЇ ДІЇ ЧЕРВОНОГО ТА ІНФРАЧЕРВОНОГО СВІТЛА.....	384
Іванчук П.Р. ПЕРЕХІД НА СТУДЕНТООРІЄНТОВАНЕ ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ З КАРДІОЛОГІЇ - ШЛЯХ ДО ЯКІСНОЇ ТА УСПІШНОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ.....	386
Іванчук П.Р. СТУДЕНТООРІЄНТОВАНЕ ВИВЧЕННЯ КАРДІОЛОГІЇ: ВПРОВАДЖЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ЗАНЯТТЯ ПРО ПОРУШЕННЯ РИТМ.....	387
Іващук С.І., Соколенко М.О. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАРНОЇ ТА ГРУПОВОЇ РОБОТИ OFF-LINE ТА ON-LINE.....	389
Криштопа А.О., Паніна А.С. ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГАЛУЗЯХ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ТА МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ.....	391
Кушнір О.В., Драчук В.М., Литвинюк Н.Я. ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ CLASSTIME ЯК ОДНОГО ІЗ ЕЛЕМЕНТІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗНАНЬ У ПРОЦЕСІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ АНГЛОМОВНИХ СТУДЕНТІВ.....	393
Кузишин М.М., Мазуренко Ю.С., Мойсеєнко М.І., Остапович Н.В. ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАЙБУТНІХ ТА ДІЮЧИХ ПРАЦІВНИКІВ СФЕРИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ПРИ ВИВЧЕННІ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК СКЛАДОВОЇ ЕСОЗ.....	395
Микитюк О.Ю. ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ І АСТРОНОМІЇ У МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ.....	397
Микитюк О.Ю., Шинкура Л.М. МІЖПРЕДМЕТНА ІНТЕГРАЦІЯ ФІЗИКИ І МАТЕМАТИКИ В МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ.....	398
Никитюк С.В., Кошелева Н.В. ІНТЕГРОВАНЕ НАВЧАННЯ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНОСПРОМОЖНИХ МЕДИЧНИХ ФАХІВЦІВ.....	399
Олар О.І. РОЛЬ STEM-КОМПОНЕНТ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ-ФАРМАЦЕВТІВ.....	402
Олар О.І., Федів В.І., Іванчук М.А. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ....	403
Пастухова О.А., Бенца Т.М., Снісаревська Т.П., Гдаль В.А ІННОВАЦІЙНІ ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ КОМУНІКАТИВНИХ НАВИЧОК ЛІКАРІВ-ІНТЕРНІВ ТЕРАПЕВТІВ.....	405
Пилипенко О.О. ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ.....	406
Полянська О.С., Полянський І.Ю., Гулага О.І., Москалюк І.І. ПІДГОТОВКА ЛІКАРІВ ФІЗИЧНОЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ.....	408
Ризничук М.О. ВИКОРИСТАННЯ СИТУАЦІЙНИХ ЗАВДАНЬ У ВИВЧЕННІ МЕДИЧНОЇ ГЕНЕТИКИ СТУДЕНТАМИ ІV КУРСУ МЕДИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ.....	410
Сбродова Г.О., Горова О.С., Чалий К.О.	

ЕТАПНІСТЬ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ АБИТУРІЄНТІВ ТА СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ВНЗ.....	412
Фадєєв П.В., Ступаєнко А.С. СИМУЛЯЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНОГО ЗВО.....	413
Федів В.І. МЕДИЧНА І БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА ЯК ОСНОВА ЕФЕКТИВНОГО ОПАНУВАННЯ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО ЛІКАРЯ.....	415
Федів В.І., Олар О.І., Іванчук М.А. ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ДИСЦИПЛІНАХ ПРИРОДНИЧОГО ПРОФІЛЮ ДЛЯ СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ НА ПРИКЛАДІ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «МЕДИЧНА ТА БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА».....	417
Федорченко Ю. В. РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЯКІСНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МЕДИЧНИХ ФАХІВЦІВ.....	418
Чалий К.О., Кривенко І.П., Чалий О.В. ВІД ДОКАЗОВОЇ МЕДИЦИНИ ДО ДОКАЗОВОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ.....	420
Швець Н.І., Бенца Т.М., Пастухова О.А. СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПІСЛЯДИПЛОМНОМУ ЕТАПІ ОСВІТИ ЛІКАРІВ-ТЕРАПЕВТІВ.....	421
Шинкура Л.М., Микитюк О.Ю. ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СФОРМОВАНOSTІ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У СТУДЕНТІВ ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ.....	423
Юрнюк С.В., Олар О.І. ІНФОРМАЦІЙНІ ДИСЦИПЛІНИ В ПРОГРАМІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ.....	424

СЕКЦІЯ 1. НОВІТНІ ДОСЯГНЕННЯ У БІОМЕДИЦИНІ ЯК НАСЛІДОК РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

УДК 577.342:53.08:621.372.41

Gutsul O.V.^{1,2}, Slobodyan V.Z.³

INVESTIGATION OF THE INTERACTION OF EDDY CURRENTS IN ALUMINIUM DISCS USING DIFFERENT SOLENOIDS

¹*Czech Technical University in Prague, Czech Republic*

²*Bukovinian State Medical University, Chernivtsi*

³*Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University, Chernivtsi*

gutsul@bsmu.edu.ua

Abstract. The physical processes occurring at the resonance of different solenoids with an aluminium disc of different diameters or two discs with varying distances between them are considered. The optimal inductances and resonant frequencies for experimental studies are selected. The frequency dependencies of the quality factor $Q(f)$, active resistance $R(f)$, and insertion loss $d(f)$ for two solenoids with one aluminium disc of fixed radius in the middle are considered. The dependence of the insertion loss d of the solenoid on the distance r between two identical discs located in the middle of the solenoid is also considered.

Key words: resonance, solenoid, oscillating circuit, aluminium disc, eddy current, quality factor, skin effect

The study of eddy currents in aluminium discs at different frequencies is of both applied and scientific importance in terms of the effects of skin effect and proximity effects in various electronic systems, especially when they are miniaturized. Electrode-free electrical conductivity measurements are often associated with eddy currents that occur in the objects under study [1-2]. Therefore, the objects under study are often chosen in the form of a disc, cylinder, or capillary, in which the behaviour of eddy currents can be relatively easily understood and calculated theoretically [3-5].

For the study, aluminium discs with a thickness of 78 μm were chosen. To study the frequency dependence of the Q-factor of solenoids, a disc with an area of 350 mm^2 was chosen. All solenoids had the same internal diameter. The introduced attenuation d for eight different solenoids is shown in Fig. 1. According to Fig. 1, two solenoids were selected for further research. The first solenoid was studied at a frequency of 160 kHz, and the second at a frequency of 12 MHz.

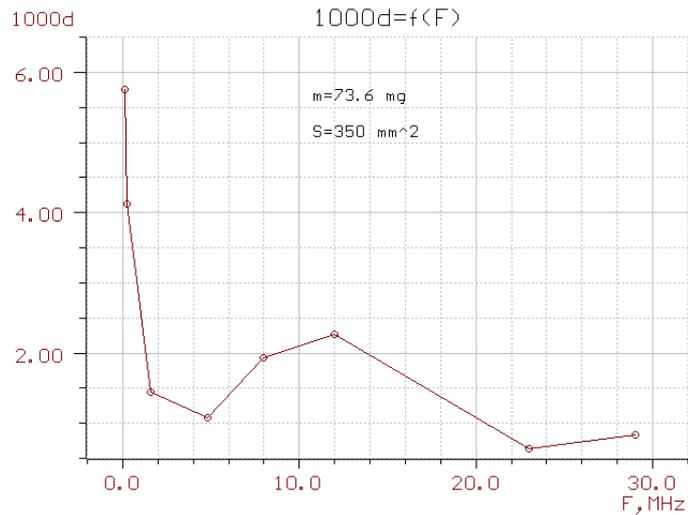


Fig. 1. The introduced attenuation d of eight solenoids at the corresponding resonant frequencies caused by the presence of an aluminium disc placed in the region of maximum magnetic field homogeneity

To determine the inductance L and parasitic capacitance C_p , the frequency dependences of Q and capacitance C of the exemplary oscillating capacitor were studied. The plots of the dependence of the Q factor $Q(f)$, the active resistance $R(f)$, and the insertion $d(f)$ for a number of resonant frequencies f are shown in Figs. 2-4 for one solenoid (3-12 MHz) and Figs. 5-7 for the other solenoid (50-160 kHz), respectively.

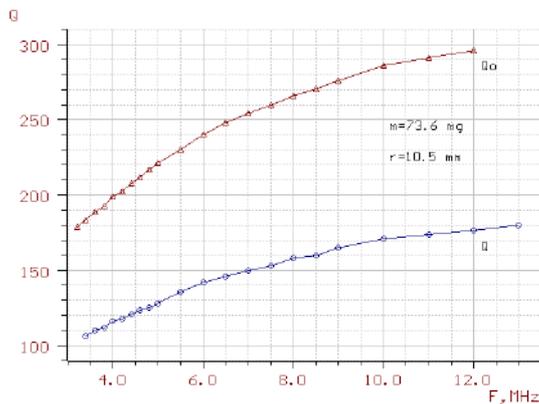


Fig. 2. Dependences of the quality factor Q of the oscillating solenoid circuit on the resonant frequency f in the presence (Q) and absence (Q_0) of an aluminium disc

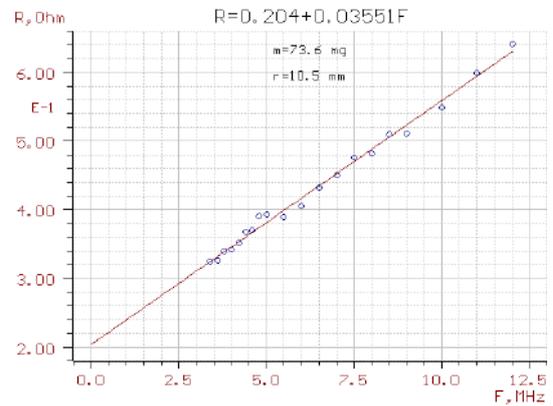


Fig. 3. Dependence of the active resistance R of the oscillating solenoid circuit on the resonant frequency f in the presence of an aluminium disc

The active resistance R of the oscillating solenoid circuit in the frequency range of 3-12 MHz is linearly dependent on the frequency according to the formula:

$$R=0.204+0.03551 \cdot f \quad (1)$$

The introduced attenuation d of the oscillating circuit is linearly dependent on the inverse frequency according to the formula:

$$1000d = 1.56 + 0.279/f, \quad (2)$$

From formulas (1-2) it follows that the active resistance to eddy current is much higher than the reactive resistance and the skin effect is significant [4].

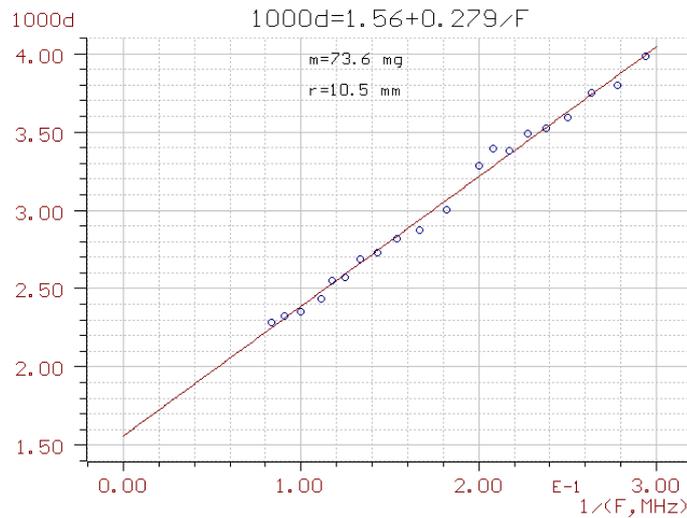


Fig. 4. Dependence of the introduced attenuation d of the solenoid oscillating circuit on the inverse frequency f in the presence of an aluminium disc

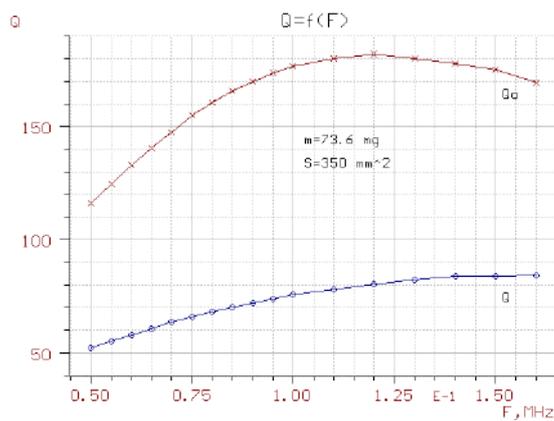


Fig. 5. Dependences of the quality factor Q of the oscillating solenoid circuit on the resonant frequency f in the presence (Q) and absence (Q_0) of an aluminium disc

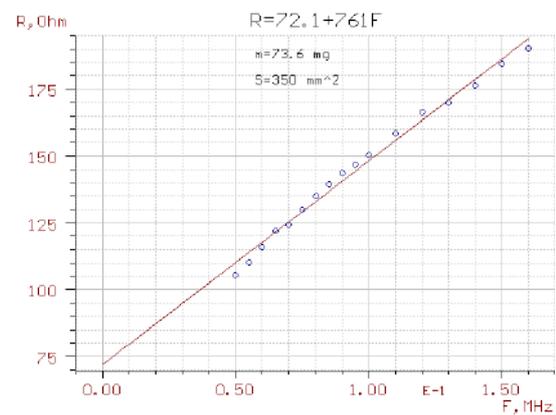


Fig. 6. Dependence of the active resistance R of the oscillating solenoid circuit on the resonant frequency f in the presence of an aluminium disc

The active resistance R of the oscillating solenoid circuit in the frequency range of 50-160 kHz is linearly dependent on the frequency according to the formula:

$$R = 72.1 + 761f. \quad (3)$$

The product of the d-f insertion loss of an oscillating circuit is linearly dependent on the frequency according to the formula:

$$1000d \cdot f = 0.36 + 3.85 \cdot f \quad (4)$$

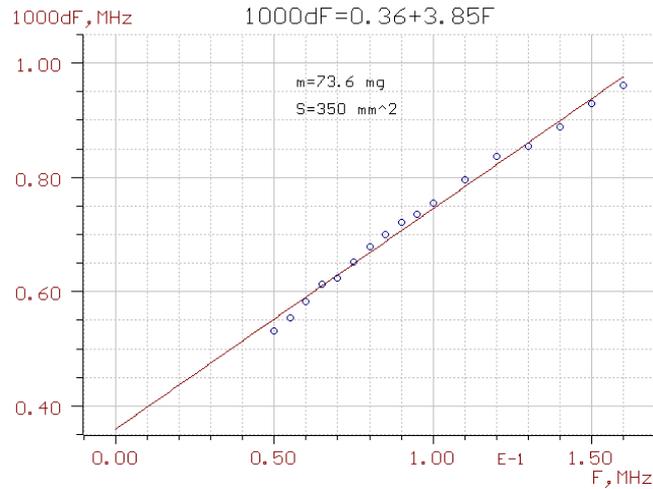


Fig. 7. Dependence of the introduced attenuation d of the solenoid oscillating circuit on the resonant frequency f in the presence of an aluminium disc

The above studies have shown that it is best to study the interaction of eddy currents in aluminium discs at different distances between two discs in a solenoid with a resonant frequency of 160 kHz. Special equipment was created for this purpose. The results are shown in Figs. 8-9, which show that with an increase in the distance r between the discs, the insertion d of the solenoid increases due to the weakening of the interaction between the eddy currents. Reducing the interaction between the currents leads to their growth, which increases the insertion loss d .

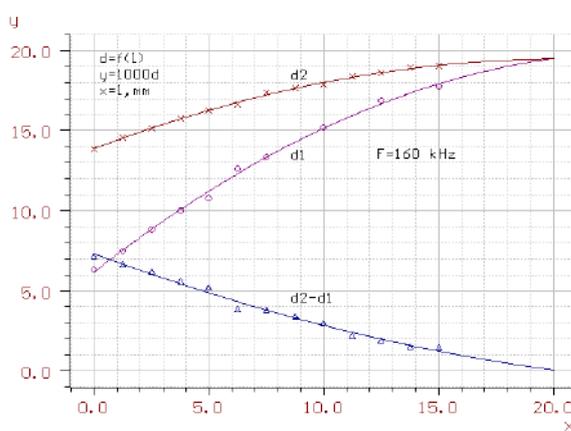


Fig. 8. Dependence of the introduced attenuation d_1 of two identical discs on the distance $r=l$ between them

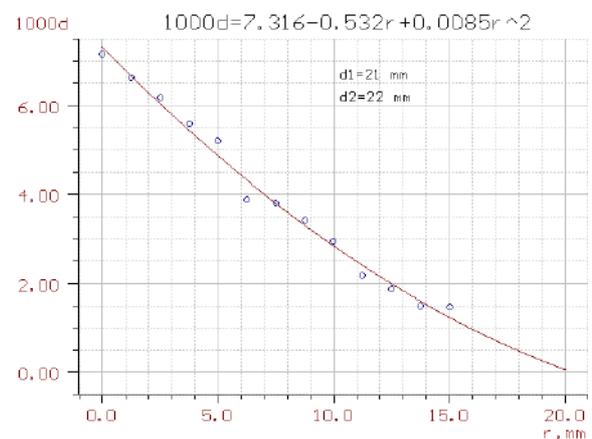


Fig. 9. Differential attenuation d caused by the interaction of eddy currents of two discs separated by a distance r between them

The sum of two separate insertion densities d_2 , which is composed for one disc at the point $r=0$ and the second disc at the point $r=1$. The difference d_2-d_1 characterizes the interaction of the currents of the two discs, as a result of which the currents partially cancel each other out.

The results of the studies indicate a significant influence of the proximity effects at disc spacing of less than 20 mm. At larger distances, the effects of proximity can be neglected. Now the form of the $d(f)$ dependence shown in Fig. 1 becomes clear. The initial decrease in the introduced attenuation d with increasing frequency f is explained by the decrease in the cross-sectional area of the bulk eddy current and its reduction due to the growing influence of the skin effect. When the minimum $d(f)$ is reached, the thickness of the skin layer becomes equal to half the thickness of the disc. With a further increase in the frequency f , two surface currents are formed instead of the volumetric eddy current, the distance between which begins to increase. Initially, the surface vortex currents increase due to a decrease in their interaction, which results in an increase in the insertion d of the solenoid. The decrease in the cross-section of the surface eddy currents with increasing frequency leads to a further decrease in the insertion loss d of the solenoid, which is clearly observed after the maximum of $d(f)$.

References

1. Miller, G. L.; Robinson, D. A. H.; Wiley, J. D. Contactless measurement of semiconductor conductivity by radio frequency-free-carrier power absorption. *Rev. Sci. Instrum.*, Vol. 47, то. 7, (1976): 799-806.
2. Батыгин, Ю. В.; Гнатов, А. В.; Барбашова, М. В.; Гаврилова, Т. В.; Степанов, А. А. Бесконтактный способ измерения удельной электропроводности листовых металлов. *Электротехника і електромеханіка*, по. 1, (2012): 69-72.
3. Гуцул О.В., Слободян В.З. Дослідження вихрових струмів у дисках різних металів: матеріали на XV Міжнародна научн.-практ. конф., Новини на научний прогрес-2019, 15-22 август 2019 г.: Софія, 2019. Т.3. С. 19-22.
4. Гуцул О.В., Слободян В.З. Особливості вихрових струмів в металевих дисках. *SWorld-journal. Scientific look into the future*. 2018.V.1, № 9. P. 20-26.
5. Гуцул О.В., Слободян В.З. Особливості вихрових струмів в алюмінієвих тонких дисках різного діаметра: матеріали міжнародної научн.-практ. конф. "SCIENCE, RESEARCH, DEVELOPMENT. Technics and technology", Berlin 30-31 August. 2018. Warszawa, 2018. P. 12-18.

Бенца Т.М., Пастухова О.А.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЛІКУВАННЯ КАРДІОМІОПАТІЇ У ПАЦІЄНТІВ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ ТА ТИРЕОТОКСИКОЗОМ

Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ

xsenon26@gmail.com

Тиреотоксична кардіоміопатія (КМП) – кінцева стадія формування змін ремоделювання і функції лівого шлуночка (ЛШ). Проблема оптимізації лікування пацієнтів з артеріальною гіпертензією (АГ) і тиреотоксикозом (ТТ) на тлі тиреотоксичної КМП вимагає нових шляхів вирішення. Зокрема, перспективним напрямком є застосування метаболічної терапії в комплексному лікуванні цих хворих.

Мета дослідження. Дослідити ефективність метаболічного препарату кверцетин у комплексному лікуванні хворих з АГ і ТТ на фоні тиреотоксичної КМП.

Матеріали і методи. Обстежено 69 пацієнтів з АГ II стадії та ТТ, з них – 56 (81,2%) жінок і 13 (18,8%) чоловіків. Середній вік пацієнтів становив $53,7 \pm 0,4$ років, тривалість захворювання на АГ – $4,9 \pm 0,6$ років, на ТТ – $5,8 \pm 0,5$ років. Усі пацієнти в якості базисної терапії приймали тиреостатичну (тіамазол – 30 мг/добу, розчин Люголя – 25-30 крапель 2-3 рази на добу) і антигіпертензивну терапію (комбінація метопрололу – 50-100 мг/добу і телмісартану 40-80 мг/добу). Пацієнтам групи 2 (n=36) додатково призначався препарат кверцетину (корвітин) 0,5 г на 50 мл ізотонічного розчину натрію хлориду внутрішньовенно крапельно 2 рази на добу протягом 14 діб, після чого продовжували прийом кверцетину внутрішньо 2 г 2 рази на добу впродовж 2 місяців. Курс лікування повторювали через 3 місяці. Всім пацієнтам до і наприкінці лікування проводились загальноклінічні, інструментальні (електрокардіографія (ЕКГ) у 12 відведеннях, доплер-ехокардіографічне дослідження (ЕхоКГ), офісне вимірювання артеріального тиску (АТ), добовий моніторинг артеріального тиску (ДМАТ), холтерівське моніторування ЕКГ (ХМ ЕКГ), ультразвукове дослідження щитоподібної залози), лабораторні (визначення рівня вільного тироксину, вільного трийодтироніну, тиреотропного гормону, антитіл до тиреопероксидази і рецепторів тиреотропного гормону) дослідження.

Результати та їх обговорення. За даними ДМАТ встановлено, що у групі 2 ступінь зменшення середньодобового систолічного (САТ) і діастолічного артеріального тиску (ДАТ) (відповідно на 22,4% і 12,7% від вихідного рівня; $p < 0,05$), денного САД і ДАТ (відповідно на 26,1% і 14,6% від вихідного рівня; $p < 0,05$) та нічного САД і ДАТ (відповідно на 15,8% і

13,2% від вихідного рівня; $p < 0,05$), а також їх варіабельності перевищував відповідні результати контрольної групи 1, але ця різниця між групами виявилась статистично недостовірною ($p > 0,05$). Поряд з тим, частота серцевих скорочень (ЧСС) у пацієнтів групи 2 знизилася на 52,5%, що виявилось достовірно більшим, ніж у хворих групи 1 (на 36,8%). У групі 2 порівняно з групою 1 достовірно зменшились кінцево-систоличний і кінцево-діастолічний розміри та об'єми лівого шлуночка (ЛШ): КСР на 21,3% проти 14,0% у контрольній групі відповідно; КДР на 16,1% проти 9,8% відповідно у контрольній групі; КСО на 23,8% проти 16,4% у групі 1 відповідно; КДО на 18,4% проти 10,9% у групі 1 відповідно; $p < 0,05$. Фракція викиду ЛШ у групі 2 збільшилась на 12,3% проти 8,7% у групі 1; $p < 0,05$. Розмір лівого передсердя (ЛП) зменшився на 23,6% ($p < 0,05$), що достовірно перевищувало показники групи 1 (12,8%). Співвідношення E_m/A_m в групі 2 збільшилось найбільш помітно (на 63,1% проти 32,6% у групі 1, $p < 0,05$). У групі 2 відмічався більш суттєвий регрес гіпертрофії ЛШ (ГЛШ) – маса міокарду (ММ) і індекс маси міокарду (ІММ) ЛШ зменшились на 19,6% ($p < 0,05$), що достовірно більше, ніж в групі 1. У хворих групи 2 також зафіксовано вагоме зменшення відсотка несприятливих типів геометрії ЛШ, зокрема частка концентричної ГЛШ знизилась вдвічі (з 72,2% до 36,1%; $p < 0,05$). Аналіз показників ХМ ЕКГ також показав достовірну різницю між показниками груп 1 і 2. Додаткове призначення кверцетину призводило до більш значущого зниження середньодобової ЧСС у групі 2 (на 54,1% проти 39,3% у групі 1 відповідно; $p < 0,05$), зменшення загальної кількості екстрасистол (ЕС) (на 77,7% і 41,6% відповідно; $p < 0,05$), епізодів фібриляції передсердь (ФП) (на 73,9% проти 25,8% у групі 1 відповідно; $p < 0,05$) і їх тривалості (на 79,6% проти 38,3% у групі 1 відповідно; $p < 0,05$), ніж у контрольній групі. Метаболічна терапія кверцетином сприяла суттєвішому підвищенню часових показників варіабельності серцевого ритму (стандартне відхилення NN інтервалів (SDNN) збільшилось на 30,9% проти 16,1% у групі 1, стандартне відхилення різниці послідовних інтервалів NN (RMSSD) на 25,5% проти 15,9% у групі 1, потужність у діапазоні низьких частот (LF) знизилась на 23,7% проти 13,0% у групі 1, що призводило до достовірного зменшення співвідношення LF/HF наприкінці лікування у основній групі (на 27,0% проти 20,4% у контрольній групі).

Висновки. Застосування кверцетину в комплексній терапії пацієнтів з АГ і тиреотоксичною КМП сприяло достовірному покращенню систолічної і діастолічної функції ЛШ, зменшенню розміру ЛП, помітному регресу ГЛШ та призводило до стабільного зниження ЧСС, достовірного зменшення кількості ЕС, епізодів МА та їх тривалості, а також суттєво підвищувались часові та знижувались спектральні показники варіабельності серцевого ритму і співвідношення LF/HF, ніж при застосуванні лише базисних препаратів.

Таким чином, кверцетин доцільно призначати в якості метаболічної терапії у пацієнтів з АГ і ТТ на фоні тиреотоксичної КМП.

УДК : 616.127-018.28-073.55

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

ЛАЗЕРНО-ПОЛЯРИМЕТРИЧНА ДІАГНОСТИКА СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН ЛІВОГО ШЛУНОЧКА СЕРЦЯ ЛЮДИНИ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

malyk.yuliia@bsmu.edu.ua

Анотація. У статті представлені результати морфологічного дослідження сухожилкових струн мітрального клапана лівого шлуночка серця людини та висвітлені результати дослідження компонентів сполучної тканини сухожилкових струн методом лазерної поляриметрії шляхом дослідження поляризації світла через розсіяння, двоприменезаломлення та анізотропію.

Ключові слова: лівий шлуночок, сухожилкові струни, лівий шлуночок, лазерна поляриметрія.

Вступ. Методи та засоби сучасної лазерної поляриметрії - перспективний напрямок розвитку оптико-інформаційних технологій для вимірювання параметрів анізотропії біологічних тканин та проведення на цій основі в подальшому оцінювання патологічних змін. Метод лазерної поляриметрії базується на використанні лазерного променя із відомою поляризацією для вимірювання властивостей поляризації розсіяного або пропущеного світла. У методі використовується лазер, що генерує світло з вузьким спектральним діапазоном і відомою поляризацією. Цей лазерний промінь направляється на об'єкт або речовину, яка взаємодіє зі світлом. Розсіяне або пропущене світло від об'єкта потім проходить через оптичну систему детектування, яка складається з поляризаторів, оптичних фільтрів та фотодетекторів. Ця система дозволяє виміряти властивості поляризації світла [1-3]. Зміни властивостей поляризованого світла, що виникають внаслідок взаємодії з об'єктом, можуть бути використані для отримання інформації про структуру, склад або фізичні властивості об'єкта, зрозуміти зміни, пов'язані з патологіями та може допомогти в ранньому виявленні та діагностиці патологічних станів [4].

Серцево-судинні захворювання є значущою причиною смертності 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 [5]. Тому детальне дослідження структурних компонентів серця з метою виявлення причин і розуміння патогенетичних механізмів виникнення захворювань серцево-судинної системи залишаються актуальними.

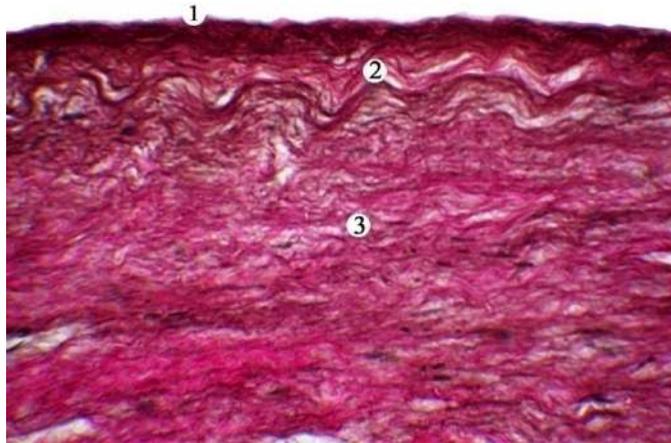
Мета роботи – вивчити морфологічні властивості сухожилкових струн лівого шлуночка серця людини комплексом морфологічних методів дослідження та використовуючи метод лазерної поляриметрії.

Матеріали і методи. Були використані для дослідження макроскопічний метод, методи світлової мікроскопії та лазерної поляриметрії. Матеріалом для дослідження були типові сухожилкові струни лівих шлуночків, виявлені в 15 серцях людей зрілого віку. Оптично тонкі гістологічні зрізи для дослідження методом лазерної поляриметрії виготовляли на заморожувавачому мікротомі, товщина зрізів 20-30 мкм, зрізи не фарбували. При дослідженні вивчали інтенсивність поляризаційних розподілів при різних орієнтаційних зображеннях вектор-параметра Стокса, елементи матриць Мюллера та їх відповідні статистичні моменти 1-го – 4-го порядків, поляризаційні мапи азимутів та еліптичностей поляризації. При виконанні досліджень дотримувались «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964-2013 рр.), ICH 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. Метод лазерної поляриметрії є потужним інструментом для дослідження поляризаційних властивостей біотканин, включаючи компоненти сполучної тканини сухожилкових струн, такі як колагенові і еластичні волокна, оскільки вони можуть впливати на поляризацію світла через розсіяння, двопронезаломлення та анізотропію. Метод лазерної поляриметрії базується на вимірюванні зміни поляризації світла після його проходження через зразок матеріалу. Дослідження зв'язку між структурою колагенових та еластичних волокон та їх поляризаційними властивостями та вивчення впливу мікроструктури тканини (такої як організація волокон) на його оптичні властивості можливі при застосуванні метода лазерної поляриметрії.

При макроскопічному дослідженні типові сухожилкові струни представляли собою тяжі, які фіксувалися до стулок мітрального клапана. Дослідження типових 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. Основа сухожилкових струн сформована потужними, прямолінійно направленими вздовж струни пучками колагенових волокон (мал.1).

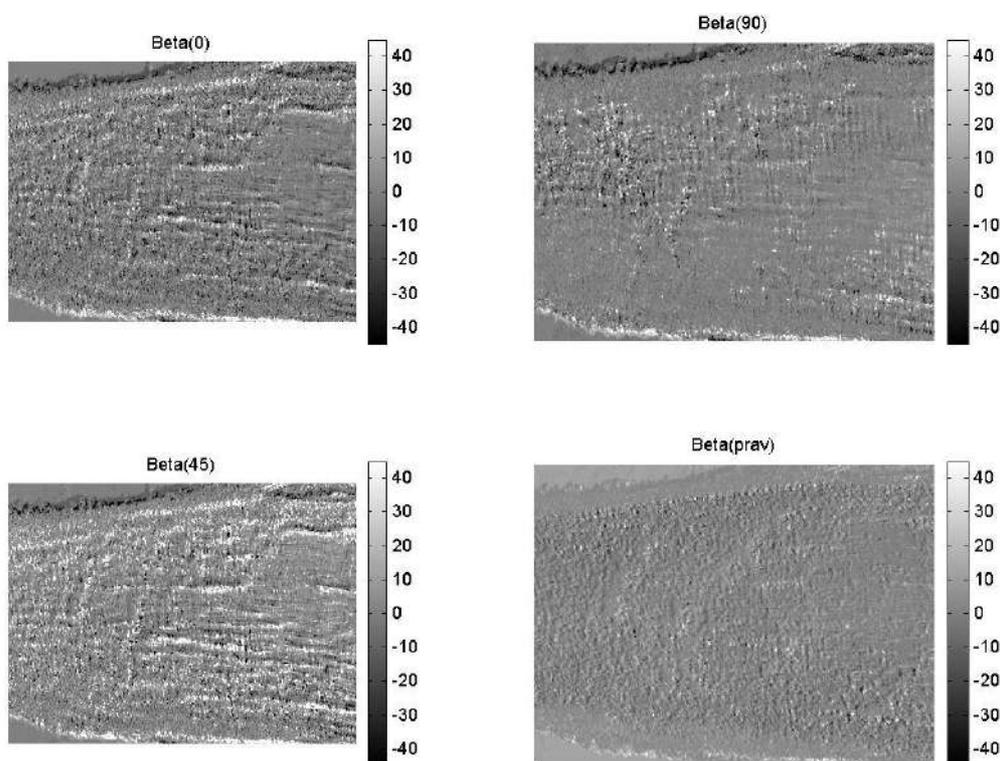


Мал. 1. Світлооптична будова типової сухожилкової струни. Забарвлення: за Вейгерт-ван-Гізон. Мікрофотографія. Зб. 400^x: 1 – ендотелій; 2 – підендотеліальний шар; 3 – колагеновий стрижень струни.

Дослідження, виконані за допомогою метода лазерної поляриметрії, підтвердили дані щодо морфологічної будови сухожилкових струн лівого шлуночка серця людини, отримані методом світлової мікроскопії. При дослідженні вивчали інтенсивність поляризаційних розподілів при різних орієнтаційних зображеннях вектор-параметра Стокса, матриці Мюллера та їх відповідні статистичні моменти 1-го – 4-го порядків, поляризаційні мапи азимутів та еліптичностей поляризації. Матриця Мюллера - це математичний інструмент, що дозволяє описувати повний набір параметрів поляризації світла і представляє залежність між станом поляризації падаючого світла і станом поляризації світла, що проходить через систему, яка включає зразок або об'єкт, який досліджується, а також оптичні компоненти, такі як поляризатори та аналізатори. Параметри вектор-Стокса описують ступінь поляризації та орієнтацію поляризації світла.

Дослідження структурної організації зрізів типових сухожилкових струн мітрального клапана серця людини методом лазерної поляриметрії дозволили визначити розподіл анізотропії еластичних та колагенових волокон.

Поляризаційні дослідження структурних складових сполучної тканини в зрізах сухожилкових струн лівого шлуночка показали виразні двопронезаломлюючі властивості як еластичних, так і колагенових. Різний характер топографічної архітекτονіки колагенових і еластичних волокон проявлявся двопронезаломленням з відмінним ступенем анізотропних властивостей. Кількісна оцінка величини двопронезаломлення у поляризаційних проекціях зображень окремих ділянок зразків здійснена шляхом оцінювання значень статистичних моментів вищих і нижчих порядків. Встановлено, що у відмінностях статистичних оцінок у розподілах поляризаційних мап суттєву різницю мають величини ексцесу та асиметрії. Статистичні моменти - це числові характеристики розподілу даних, які використовуються для опису їх розташування, розсіювання та форми. Вони вимірюються на основі різних ступенів відхилення даних від їх середнього значення.

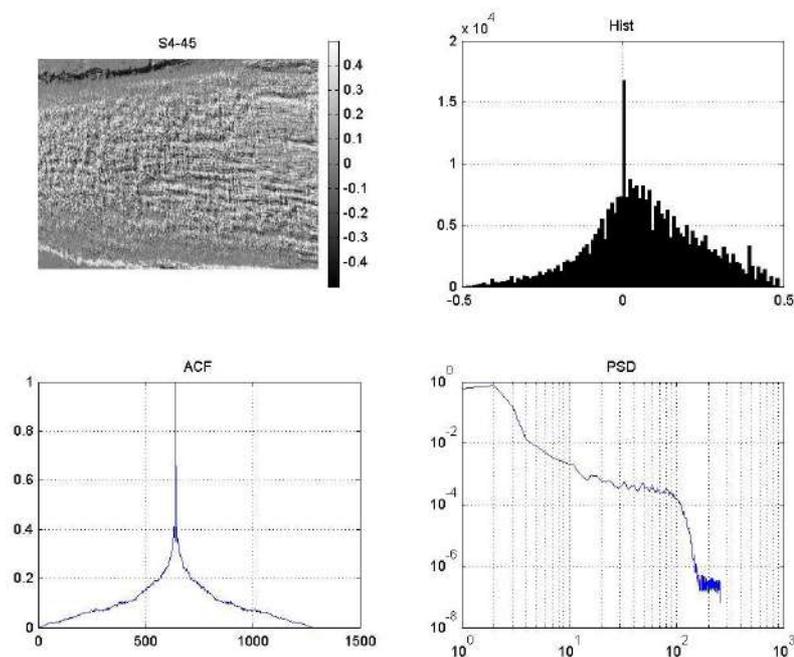


Мал. 2. Мапи еліптичності поляризації

Статистичні моменти використовуються для характеристики розподілу даних та забезпечення кількісної інформації про їх властивості. Вони допомагають в аналізі даних, моделюванні, прогнозуванні та інтерпретації статистичних результатів. Третій момент (асиметрія) - це міра відхилення розподілу даних від симетрії. Він вказує, наскільки розподіл відхиляється вліво або вправо відносно середнього значення. Четвертий момент (ексцес) - це

міра ступеня випуклості (або площини) розподілу даних відносно його нормального розподілу. Він вказує, наскільки важкі або легкі хвости розподілу порівняно з нормальним розподілом.

На мал. 2 показаний приклад поляризаційних властивостей структури колагенових волокон, які виглядають як упорядкована структура з достатньо високим рівнем оптичної анізотропії, і яка проявляється просвітленням топологічної поляризаційної мапи. Характеристика кореляції цієї поляризаційно відфільтрованої колагенової мережі має вигляд непромодульованої залежності в периферичній ділянці і вказує на масштабний впорядкований характер проявів анізотропії пучків колагенових волокон. Колагенові волокна проявляють упорядковану ієрархічну анізотропну архітектоніку з вираженою різницею значень четвертого статистичного моменту (ексцесу) еліптичностей поляризації зображення.



Мал. 3. Гістограми розподілу інтенсивностей та кореляційна характеристика вектор-параметр Стокса S4

При аналізі поляризаційних мап вектор-параметра Стокса виявлено, що окрім наявності розвинутої структури проявів анізотропії у пучках колагенових волокон виражена невпорядкована топологія еластичних волокон, яка проявляються лише в певних конкретних орієнтаціях аналізатор-поляризатора експериментальної схеми. Анізотропна розгалужена топографія еластичних волокон спостерігається тільки при аналізі зображень у циркулярних

станах поляризації, і це проявляється у статистичному моменті (асиметрії) третього порядку вектор-параметра Стокса S4 (мал. 3).

Висновки. Таким чином, лазерна поляриметрія дозволяє виміряти зміну поляризації світла, яке проходить через колагенові та еластичні волокна, що дає змогу отримати інформацію про орієнтацію, анізотропію та інші їх властивості. Лазерна поляриметрія дозволяє виміряти залежність поляризації світла від напрямку пролягання волокон, що вказує на їхню анізотропію. За допомогою лазерної поляриметрії можна отримати кількісні показники, які характеризують поляризацію та заломлення світла в еластичних волокнах. Ці показники можуть бути використані для порівняльного аналізу між різними зразками волокон або для виявлення змін у їх структурі та властивостях. Проведені дослідження анізотропії колагенових і еластичних волокон сухожилкових струн показали, що еластичні волокна характеризувались відмінною величиною анізотропії, за кількісними показниками, яка діагностувалася у циркулярних станах поляризації в третьому статистичному моменті (асиметрії) вектор-параметра Стокса S4.

Колагенові волокна проявляли упорядковану ієрархічну анізотропію із вираженою відмінністю значень четвертого статистичного моменту (ексцесу) параметрів еліптичностей поляризації зображень.

Подальші дослідження вимірювання поляризаційних властивостей дозволить отримати інформацію про зміни, пов'язані з різними фізіологічними або патологічними станами.

Список використаної літератури

1. Лазерна поляризаційна морфологія біологічних тканин. Статистичний і фрактальний підходи: монографія / О.Г. Ушенко, В.П. Пішак, О.В. Ангельський, Ю.О. Ушенко. Чернівці: Колір-Друк, 2007. 341 с.
2. Бойчук Т., Ушенко О., Новаковська О. Лазерна поляриметрична оцінка структури мереж і колагенових фібрил дерми шкіри. Клін. та експерим. пат. 2013. № 12. С. 38-43.
3. 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.
4. Цибух А. В., Скрипка Л.С. Методи та засоби лазерної діагностики біологічних об'єктів і процесів. Вісн. Харків. нац. тех. ун-ту сільського господарства ім. П. Василенка. 2011. № 116. С. 84-85.
5. 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))

УДК 57.034:502.1

Микитюк О.П.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ СИНХРОНІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНОГО ГОДИННИКА ІНДИВІДА ІЗ ДОВКІЛЛЯМ

*Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці**oksanaamp@gmail.com*

Останні десятиліття стали революційними щодо способу життя для суспільства: з одного боку, ми досягли значного науково-технічного прогресу у всіх галузях, а з іншого, проводимо його більшу частину у штучному, осучасненому середовищі, яке дедалі більше віддалене від природнього і повністю підлаштоване під наростаючі шалені темпи і вимоги сьогодення. Збільшення потреб людства, цифрова залежність, зміна графіку роботи з підвищеним попитом на послуги 24/7, глобалізація, скорочення часу подорожей між часовими поясами, можливості дистанційної роботи і навчання у закладах, що функціонують на іншому кінці світу, світлове забруднення – всі ці фактори залишаються зачасту поза нашою увагою, але порушують визначений століттями цикл «день–ніч» і асоційовані з ним фізіологічні процеси.

Негативні наслідки порушення ритмічності проявляються не одразу, є неспецифічними, але останні спостереження показують, що рано чи пізно, пр. їх систематичності, призводять до негативних наслідків. Так, асинхронні з природнім циклом пори доби графіки роботи і порушення проміжного відпочинку, зловживання нічним життям призводять до десятикратного зростання ризику розвитку гормонозалежних пухлин (у жінок – рак молочної залози, у чоловіків – рак простати); депресії; в 5-7 разів частіше виявляють схильність до артеріальної гіпертензії і розвитку інсулінорезистентності і ожиріння; підвищеної тривожності; порушення сну, стеатогепатозу, і кожен з цих станів суттєво погіршує як якість життя індивіда, так і збільшує економічне та фактичне навантаження на систему охорони здоров'я та соціум.

Однією із заporук і характеристик живого організму є злагодженість і узгодженість його внутрішніх молекулярних, біохімічних та фізіологічних процесів у часі між собою та синхронізованість із змінюваними умовами довкілля (різна освітленість та перепад температур упродовж доби та року) – тобто, наявність циркадіанної і циркануанної періодичності. Підтримкою їх займається складна система організму, яка включає центральний біологічний годинник (супрахіазматичні ядра та регульовані ними органи) та

периферійний (регуляція і періодична активність генів у клітинах внутрішніх органів). Десинхронізація – це дисгармонія у роботі центрального та периферійного годинників, які призводять до порушення суб'єктивного сприйняття організмом часу доби. До неї відносять наслідки роботи із зсувом фази часу (нічна, тощо); дезадаптацію, яка виникають при швидкому переміщенні у інший часовий пояс (синдрому зсуву фаз - jet lag) та соціальний jet-lag. в той самий час, коли людство приділяє суттєву увагу хромогенам та міжмолекулярним взаємодіям, у клініцистів не вироблено єдиної стратегії щодо експрес-діагностики чи виявлення ранніх ознак десинхронізації, а сам алгоритм відбору учасників для досліджень такого плану вельми складний.

Першим кроком до успішного виявлення десинхронізації вважають відокремлення при зборі анамнезу провокуючих факторів від тих, які спричиняють маскувальний ефект. До перших належать зовнішні, погано контрольовані індивідом і систематично повторювані події, які змушують продовжувати ряд активностей у темну пору доби: вимушена круглодобова або нічна робота; часті нічні подорожі; яскрава освітленість довкілля (світлове забруднення); нічне життя; залежність від гаджетів; постковід у формі безсоння, посттравматичні розлади. Новим фактором ризику в Україні є систематичні нічні тривоги, вимушене функціонування у години наявності електропостачання (взимку) тощо. Дослідники звертають увагу, що ряд штучних, легко регульованих та короткочасних факторів слід виключати – разові вечірки; вживання алкоголю і кофеїну у другій половині доби; прийом медикаментів, які володіють збуджуючим ефектом, звичка їсти важкоперетравлювану їжу перед сном тощо). Слід пам'ятати, що в цілому, частота виявлення ознак десинхронізації серед популяції у великих містах більша, ніж у малих чи у селах; вона може відрізнятись у різних вікових групах, і основні причини у кожен період життя теж можуть варіювати.

Наступним етапом діагностування вважають дослідження хронотипу індивіда (добові профілі активності людей з ранковим типом активності – «жайворонків» відрізнятимуться суттєво від профіля нічного типу - «сов»). Доведено, що існує генетична схильність до того чи іншого типу активності, і при цьому «сови» є найбільш адаптованими до умов сьогодення та менше страждають від синдрому зсуву фаз. Для визначення хронотипу широко застосовують Мюнхенський опитувальник (MCTQ), опитувальник Хорна та Осберга (MEQ). Мюнхенський опитувальник для встановлення хронотипу використовується майже 20 років, і оригінальна публікація, в якій він був вперше запропонований, набрала понад 1240 цитувань станом на травень 2019 року. Запуск онлайн-версії опитувальника та переклад його 13 мовами дозволив накопичити суттєву базу даних – понад триста тисяч відповідей представників з усього світу, що дозволило з часом підтвердити його вагомість і надійність у

порівнянні з об'єктивними методами щодо оцінки внутрішнього відчуття узгодженості із довкіллям, співставлення циркадіанних особливостей фізіології та клінічних проявів із географічними факторами. При заповненні опитувальників респондент відповідає на питання щодо тривалості сну, передуючі чинники, особливості пробудження, хропіння, способу життя, прийому зовнішніх провокуючих чинників тощо – окремо у будні та впродовж вихідних. Запуск опитувальників такого плану призвів до створення ряду принципово нових концепцій – характерний для сьогодення країн із стабільним укладом життя соціальний синдром зсуву фаз (social jetlag, SJL). Під ним мають на увазі невідповідність між циклами активності/відпочинку у будні та вихідні дні, феномен, який притаманний від 70% і вище відсотків популяції студентів та працюючого населення.

Wittmann із колегами надали соціальному синдрому зсуву фаз математичне визначення і пропонують оцінювати його як абсолютну різницю між точкою усередненої тривалості сну у робочі (навчальні) дні (MSW) та у вихідні (MSF), вираженими у годинах за формулою: $(SJL=|MSF - MSW|)$.

Проте, у будні, багато людей сплять менше, ніж їм потрібно (вважається, що потреба у певній кількості щоденного сну детермінована генетично), і таким чином, у них з понеділка до п'ятниці наростає дефіцит сну. У вихідні вони сплять більше/довше, проте, цього недостатньо для компенсації дефіциту сну у повній мірі, що може призвести до невірної оцінки SJL. Тому, наразі формулу вдосконалено: MSF_{SC} та MSW_{SC} радять розглядати як суму середньої тривалості сну впродовж тижня та враховувати час настання сну у вільні дні (SO_F) і робочі дні (SO_W), де відповідно ($MSF_{SC} = SO_F + \frac{1}{2} SD_{тиждень}$; $MSW_{SC} = SO_W + \frac{1}{2} SD_{тиждень}$), і остаточно вона набула наступного вигляду: $(SJLSC=|MSFSC - MSWSC|)$.

Об'єктивні методи оцінки суб'єктивної синхронізованості із довкіллям включають оцінку добових профілів активності із визначенням акрофази і циркадіанний профіль мелатоніну, особливо визначення точки наростання його секреції в умовах сутінкового освітлення (dim light melatonin onset, DLMO).

Для оцінки добових профілів активності широко застосовують ектиграфію. Актиграф - це портативний пристрій, здатний відстежувати фізичні рухи різних груп м'язів та зберігати отриману інформацію, додаючи її у вигляді графіків активності/відпочинку. Сучасні актиграфи портативні, оснащені детектором руху і мають достатню пам'ять для запису протягом тривалих періодів. Зручність обстеження полягає в тому, що його можна проводити поза межами лабораторії і навіть вдома.

Визначення мелатоніну донедавна було коштовним технологічно складним процесом, що було зумовлено нестабільністю його молекул і малими концентраціями, високою вартістю

реактивів, потребою у спеціальному обладнанні. За останні роки лідером у даній галузі стала компанія Novolytix (Швейцарія), наступниця Buhlmann laboratories, яка пропонує готові набори для імунологічного визначення мелатоніну у будь-яких біорідинах, зокрема, у слині пацієнта, з високим рівнем чутливості (дозволяє виявляти вміст на рівні 0,6-25 пг/мл), або його похідні, 6-сульфатоксимелатонін, у сечі. Апробовано і впроваджено у практику європейських дослідних груп тестування хронотипу на основі дослідження РНК волосся BodyClock (розробник – група професора Крамера, клініка Шаріте, Німеччина). Відзначено, що даний метод рекомендовано не лише для визначення хронотипу з науковою метою, але і для прогнозування схильності до розвитку десинхронозів, схильності до появи розладів сну, вибору оптимального графіку зайнятості і прогнозування ефективності світлотерапії.

Також, слід враховувати, що зачасту наше суб'єктивне сприйняття часу відходу до сну може не співпадати з реальним (навіть лежачи в ліжку, ми дивимося новини, переглядаємо освітлений екран смартфонів тощо, сприймаючи свій статус як «відпочиваю в темноті», але піддаючи організм освітленню найменш бажаного, денного спектру. Оцінка реальної експозиції до світла визнана одним із важливих напрямків медичної інженерії сьогодення. Для цього інженери працюють над портативним, чутливим датчиком-люксометром, який відповідав би наступним вимогам: портативний, максимально близько розташований біля голови, а краще, очей; здатен здійснювати оцінку як інтенсивності освітлення видимого спектру в цілому (фотопічна оцінка), так і виділяти інтенсивність освітлення певного спектру (меланопічна оцінка); має цифрові носії, що б дозволили накопичити данні за певний проміжок часу (хоча б дома) і можливість легкої передачі їх на персональний комп'ютер. Наразі на ринку доступні сучасні варіанти: LYS button (LYS technologies, Данія, рис.1) та ActLumus (Condor instruments, Бразилія, рис. 2.).

рис. 1 . LYS button



рис. 2. ActLumus



Висновки. Науково-технічний прогрес спричинив суттєву зміну способу життя людини на всіх континентах, стаючи передумовою до появи, прогресування та розвитку ускладнень для ряду захворювань. Здійснюється активний пошук алгоритмів та підходів до оцінки таких змін, виявлення груп ризику і розробки діагностичних стратегій у даному напрямку. На жаль, в Україні даній проблематиці увага практично не приділяється.

Література

1. Social Jetlag and Related Risks for Human Health: A Timely Review / [C. Rocco, A. Streng, L. van Kerkhof та ін.]. // *Nutrients*.. – 2021. – С. 4543.
2. Chronotype and Social Jetlag: A (Self-) Critical Review / T.Roenneberg, L. Pilz, G. Zerbin, E. Winnebeck. // *Biology (Basel)*.. – 2019. – С. 54.
3. Kantermann T. Comparing the Morningness-Eveningness Questionnaire and Munich ChronoType Questionnaire to the Dim Light Melatonin Onset / T. Kantermann, H. Sung, H. Burgess. // *Journal of Biological Rhythms*. – №4.
4. Dim light melatonin onset (DLMO): a tool for the analysis of circadian phase in human sleep and chronobiological disorders / [S. Pandi-Perumal, M. Smits, W. Spence та ін.]. // *4. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*.. – 2007. – С. 1–11.

УДК 577.3:61

Остафійчук Д.І. Лещин Т.Б.

АРГУМЕНТОВАНА ПРАВДА ПРО БІОФІЗИКУ В МЕДИЦИНІ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

ostafiichukdmytro@gmail.com , tanyafeat.med@bsmu.edu.ua

Анотація: У статті аргументується роль біофізики в медицині, медичних дослідженнях та діагностиці. Обґрунтовано використання ультразвукового, рентгенівського, лазерного випромінювання, магніто-резонансної томографії, позитронно-емісійної томографії в медицині та визначено основні їх фізичні принципи. Визначено основні фізичні аспекти медичної візуалізації, біофізики дихання та слухового сприйняття.

Ключові слова: візуалізація, магніто-резонансна томографія, діагностика, фізичний принцип, випромінювання, біофізика, медицина.

Вступ. Фізика є фундаментальною наукою, яка відіграє важливу роль у галузі медицини. У даний час діагностичні дослідження різного ступеня складності та максимально безпечні оперативні втручання можна проводити лише з використанням сучасних технічних пристроїв, що розробляються та обслуговуються фізиками. Застосування принципів і технологій фізики зробило революцію в медичній діагностиці, лікуванні та медичних дослідженнях. У компетенцію лікаря, зрозуміло, не входить налаштування та ремонт устаткування, що використовується, але розуміти принципи, що лежать в основі роботи

пристрою, як працює цей пристрій та яке його застосування, він повинен. Також медик повинен розуміти роботу систем організму, яка легко пояснюється фізичними законами. У цій статті ми наведемо аргументи, як фізика змінила на краще медичну сферу. Медицина і фізика – дві галузі, що оточують нас у повсякденності. Щодня вплив фізики на розвиток медицини тільки збільшується, медична галузь за рахунок цього модернізується. Це призводить до того, що багато хвороб вдається вилікувати або зупинити їх поширення і контролювати. Застосування фізики в медицині є незаперечним. Фактично кожен інструмент, який використовується медиками, починаючи зі скальпеля і закінчуючи складними установками для встановлення точного діагнозу, функціонує або виготовлений завдяки досягненням у світі фізики. Багато апаратів, виготовлених фізиками, дозволяють проводити медикам обстеження будь-якого роду. У результаті медичні дослідження дозволяють ставити точні діагнози пацієнтам та знаходити різні шляхи одужання.

Аргумент 1. Медична візуалізація в діагностиці захворювань є заслугою фізики.

Медичні зображення є однією з областей, де фізика має найбільший вплив. Найбільш використовувані в щоденній медичній практиці ультразвукове, рентгенівське зображення, МРТ, КТ, ПЕТ – засновані на фізичних принципах. Фізичні принципи допомагають створювати точніші та детальніші зображення, що дозволяє лікарям точно діагностувати захворювання та обирати найефективніші методи лікування. Всі випромінювання, як неіонізуючі, так й іонізуючі, характеризуються біологічною дією, оскільки здатні викликати зміни в живих організмах. Однак енергія ультразвукових хвиль й електромагнітних коливань, що використовуються в діагностиці, значно нижче енергії, яка супроводжується механічною і хімічною реакцією тканин. До теперішнього часу шкідливих впливів ультразвуку, стабільного магнітного поля і високочастотних радіохвиль на організм людини не зареєстровано, тому їх вважають практично нешкідливими, але питання про їх біологічну дію продовжує вивчатися.

Найпростішим методом візуалізації є отримання плоского зображення об'ємного тіла, коли об'єкт знаходиться між нерухомим випромінювачем (наприклад, рентгенівська трубка) та нерухомим екраном – приймачем (наприклад, фотопластинка). Завдяки проходженню рентгенівських променів через всю товщу об'єкта утворюється рентгенівське зображення. Рентгенівські промені – це електромагнітні хвилі високої енергії, які проникають через м'які тканини, але поглинаються твердими тканинами, такими як кістки. Коли рентгенівські промені проходять через тіло, вони послаблюються і створюють тінь на фотоплівці або цифровому датчику, що відповідає щільності тканини всередині організму. Метод рентгенографії дозволяє досліджувати кістки, легені, серце завдяки природній контрастності.

Інші органи досліджуються після їх штучного контрастування. Тож, завдяки рентгенівським випромінюванням можна діагностувати інфекційні, пухлинні захворювання легень, дослідити дегенеративно-дистрофічні хвороби хребта (остеохондроз, спондиліоз, скривлення), а також виявити переломи і вивихи кісток, перфорації органів та інші зміни. У практиці стоматолога використовується прицільна внутрішньоротова рентгенографія в ділянці певного зуба. Такі знімки можна використовувати для діагностики карієсу, пульпіту і періодонтиту. Через шкідливий вплив іонізуючого випромінювання на організм опромінюють лише досліджувану частину тіла, сусідні ділянки тіла закривають захисними пристосуваннями (зазвичай свинцевою гумою). Техніка отримання зображення окремих шарів різноманітна. Існують методи поздовжнього, поперечного, панорамного, симультанного томографування з різними варіантами проекцій опромінення об'єктів. Найбільш досконалі зображення одержують шляхом комп'ютерної томографії [1].

Аргумент 2. Комп'ютерна томографія (КТ) створює детальні зображення внутрішніх органів та тканин за допомогою рентгенівського випромінювання та комп'ютерної обробки даних. Основний зміст комп'ютерного томографа - це швидке отримання великої кількості рентгенівських знімків під час руху джерела навколо об'єкта (обробляється понад 30 знімків за 1 с). Рентгенівські промені проходять крізь тіло людини, причому вони поглинаються різними тканинами по-різному. Але на звичайній рентгенограмі ми бачимо лише накладання тіней всіх органів, а комп'ютерна томографія дає можливість одержати зображення певного зрізу органу чи комплексу органів. В результаті виходять двовимірні зображення, які характеризуються чіткістю і нагадують анатомічні зрізи. Зображення, отримане за допомогою комп'ютерного томографа, позбавлене так званої сумачії - взаємного накладення складових частин досліджуваного об'єкта. КТ є найкращим методом для виявлення захворювань легень, таких як рак. Також КТ може показати зображення кісток з більшою чіткістю, порівняно з іншими методами діагностики [2].

Аргумент 3. Магнітно-резонансна томографія (МРТ) утворюється шляхом створення магнітного поля довкола тіла пацієнта. На тіло прямують радіохвилі, які взаємодіють із атомами водню всередині тканин. Створюються слабкі радіохвильові сигнали, які потім обробляються комп'ютером і перетворюються на зображення. Видима пацієнту частина томографа складається з дуже потужного тороїдного магніту (у вигляді кільця) і набору котушок, які надягають на пацієнта - на досліджувану частину тіла. Магніт створює постійне магнітне поле, а котушки, умовно кажучи, відповідають отримання зображення. МРТ дозволяє отримувати картинку відразу в трьох проекціях: аксіальній, коронарній та сагітальній. Аксіальна проекція — це проекція паралельно умовної площини, яка ділить тіло

людини на верхню і нижню половини, коронарна — відповідно, на передню та задню, а сагітальна — на ліву та праву. Згодом за допомогою комп'ютерної обробки виходить об'ємне зображення органу (або частини тіла) людини. Процедура МРТ зазвичай займає від 30 хвилин до 1 години, залежно від того, яка частина тіла досліджується. Під час процедури пацієнт повинен лежати нерухомо, оскільки будь-який рух може зменшити якість зображення. МРТ використовується для діагностики різних захворювань, таких як пухлини, інсульти, травми голови, захворювання хребта, а також для оцінки стану суглобів та внутрішніх органів. МРТ також може використовуватися для спостереження за перебігом лікування та оцінки ефективності лікарських засобів. МРТ вважають найкращим методом отримання зображення, завдяки: безпеці (не використовується рентгєнівське випромінювання), більшій точності (дозволяє отримати більш детальне зображення м'яких тканин та органів, таких як мозок, серце та м'язи), кращій діагностиці захворювань (МРТ може допомогти виявити більш ранні стадії захворювань, таких як рак та хвороби серця, ніж КТ, а дослідження спинного мозку на предмет новоутворень взагалі можливе лише за допомогою МРТ). Однак, МРТ може бути дорожчим і займає більше часу, ніж КТ. Саме через дуже великі обсяги одержуваної інформації це дослідження має бути дуже прицільним [3].

Аргумент 4. Ультразвукова діагностика (УЗД) займає своє особливе місце серед інших методів отримання зображень, завдяки, насамперед, достовірності одержуваних результатів, неінвазивності, доступності, відносній простоті і повній безпеці процедури. Зображення утворюється механічними коливаннями і хвилями з частотами в діапазоні 20 кГц-1 ГГц. Ультразвукові хвилі створюються спеціальним приладом, який називається ультразвуковим сканером, він відправляє короткі імпульси ультразвуку всередину тіла. Ці імпульси проходять через м'які тканини і відбиваються від меж різних тканин, таких як кістки, органи та рідини. Різниця в швидкості ультразвуку на межі контакту різних тканин є основною причиною контрасту в ультразвуковому зображенні. Максимальна інтенсивність відбитих ультразвукових хвиль проявляється на дисплеї білим кольором, а мінімальна - чорним. Зображення ділянки тіла відтворює форму і розміри внутрішніх структур, а також деякі їх фізичні властивості, від яких залежить здатність відбивати ультразвук. Комп'ютерні програми дають можливість синтезувати зображення, одержані в різних площинах, і отримувати тривимірне зображення об'єкта. Ультразвукове дослідження дозволяє оцінити стан внутрішніх органів та тканин. УЗД може використовуватися для виявлення пухлин, кіст, каміння та інших утворень. Ехоенцефалоскопія (ехоенцефалографія) використовується для визначення локалізації місць ураження у мозку. Доплерографія використовується для

визначення якісної оцінки кровотоку та діагностики захворювань серцево-судинної системи, а також для контролю за розвитком ембріона під час вагітності [4].

Аргумент 5. Позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) – це тривимірний візуалізуючий променевий метод дослідження, заснований на здатності радіоактивного ізотопу накопичуватися в тканинах, які мають високу метаболічну активність. Атоми радіоактивних ізотопів - це своєрідні генератори випромінювання, яке можна зареєструвати та визначити його локалізацію. На цьому ґрунтується метод мічених атомів, що використовується в біологічних та медичних дослідженнях. Усередину досліджуваного об'єкта вводять радіоактивні ізотопи, а до поверхні тіла щільно прикладають фотоплівку. Ізотопи випромінюють гамма-частинки, під дією яких фотоплівка чорніє, особливо на тих ділянках, де вони найбільш сконцентровані. Цей метод дослідження називають **авторадіографією**. Якщо об'єкт має великі розміри, то використовують **сканування**. Радіофармацевтичний препарат вводиться в організм людини. Він накопичується в органі-мішені або прикріплюється до певних клітин. Пристрій візуального відображення виявляє радіофармацевтичний засіб, дозиметр повільно пересувають над об'єктом і реєструють місця накопичення радіоактивних ізотопів і показується яким чином ця речовина поширюється по організму. ПЕТ-сканування використовується для виявлення ракових клітин, пухлин та інших змін у тканинах організму. Воно засноване на використанні радіоактивних речовин, які вводяться в організм та накопичуються у певних тканинах. При проведенні сканування видно, де саме скупчення цих речовин, що дозволяє виявити захворювання на ранній стадії та контролювати ефективність лікування. ПЕТ-сканування також може використовуватися для діагностики серцевих захворювань та деяких неврологічних розладів [2, 5].

Аргумент 6. Будучи інновацією фізики, лазер став «золотим стандартом» медицини. З моменту появи лазерного лікування в лікарській практиці минуло кілька десятиліть. Сьогодні цей метод визнаний одним із найбільш ефективних напрямів у медицині та став практично «золотим стандартом» при лікуванні багатьох патологій. Сучасна хірургія має на меті, у максимально короткі терміни повернути людину до звичного способу та якості життя. Малоінвазивність процедур з використанням лазера найбільше відповідає цьому тренду. Сьогодні це найменш травматичний тип медичного втручання, для якого іноді не потрібно навіть госпіталізація — багато речей можна зробити амбулаторно. На відміну від класичної хірургії, лазерні операції безкровні та безконтактні, та забезпечують високий стерилізуючий та косметичний ефект. Це, у свою чергу, дає колосальні можливості лікарю, що оперує. Відсутність прямого контакту з тканиною виключає небезпеку інфікування —

лазерний «розріз» стерильний за будь-яких умов та гарантує мінімальне пошкодження довколишніх тканин. Лазерне випромінювання має коагулюючу, тобто кровоспинну дію, що дозволяє скоротити час операції, уникнути крововтрати і забезпечує хірургу хороший огляд області, що оперується. Термічний вплив, що дозується, на навколишні тканини і біостимулюючий ефект лазера зумовлюють швидку загоєння рани, відсутність післяопераційних швів і рубців, і відчутне скорочення реабілітаційного періоду. Для кожного типу патологій показано лікування відповідним типом лазера, який зможе забезпечити найкращий ефект з урахуванням специфіки захворювання та тканин, що оперуються. В урології лазер ефективно використовується при лікуванні сечокам'яної хвороби. Лазер набув широкого поширення в косметології — з його допомогою проводяться процедури, що омолоджують, а також забираються зі шкіри практично всі доброякісні утворення. За допомогою лазера за 30 хвилин можна позбутися гемороїдальних вузлів - без болювого синдрому та тижневої реабілітації, як при традиційному лікуванні. У флебології застосовується лазерна коагуляція, яка передбачає видалення деформованих судин, а точніше їх облітерацію шляхом прицільного нагрівання стінок променем лазера. Через прокол шкірного покриву в посудину міститься лазерний світлодіод. Подається розряд, що призводить до спаювання вени.

Лазерна корекція зору – єдиний визнаний офтальмологами метод, який допомагає повернути до 100% зору (за відсутності супутньої патології ока). Під час лазерної корекції зору промінь лазера, спрямований на рогівку, випаровує найтонший її шар, щоб виправити кривизну та зміцнити. Ця процедура дозволяє змінити заломлення світла в оці, сфокусувати його прямо на сітківку та отримати чітке зображення предметів на різних відстанях. Пацієнт починає добре бачити вже через кілька годин після проведення цієї процедури.

Стоматологічний лазер активно використовується для: виявлення карієсних порожнин, пломбування зубів і підготовки зубів до пломбування, лікування чутливих зубів, подовження коронок зубів і пластика ясен, видалення м'яких тканин і складок, безболісний спосіб позбавитися від надлишкових тканин, які можуть утворитися за зубами і яснами, корекція проблем, пов'язаних з рухом язика, багато людей мають проблеми з рухом язика, використання лазерного випромінювання може ослабити м'язи і збільшити діапазон руху для кращої рухливості, операція може бути ефективною для людей з дефектами мови, лікування виразок у ротовій порожнині - застосування лазерного випромінювання прискорює процес загоєння виразок і зменшує біль навколо уражених зон, відбілювання зубів - лазерне випромінювання дозволяє відбілювати зуби і покращує зовнішній вигляд м'яких тканин навколо зуба [6].

Аргумент 7. Щодня фізичні процеси проходять всередині нас. Досліджуючи застосування фізики для діагностики та лікування хвороб, не можна оминати увагою ті фізичні процеси, які проходять у нашому організмі. Утворення голосу та слуху, плин крові, скорочення серця, акт дихання, рухи кісток та напруження м'язів – усе це пояснюється завдяки фізиці.

Наше серце – це насос, що працює в імпульсному режимі із частотою близько 1 Гц. Під час кожного імпульсу, що триває приблизно 0,25 с, серце дорослої людини встигає виштовхнути в аорту близько 0,1 л крові. Перикардіальна рідина зволожує серце та зменшує тертя при скороченнях серця. Здатність серця скорочуватися обумовлена тим, що серцевий м'яз активується електричними імпульсами, які створюються клітинами міокарда [7].

Аргумент 8. Опорно – руховий апарат. Механічна міцність тіла людини забезпечується опорно – руховим апаратом, що складається із кісток, їх з'єднань і м'язів. Механічні властивості кісток насамперед визначаються їхніми різноманітними функціями: опорна, рухова і захисна. Опорно-рухову функцію виконують кістки кінцівок і хребта. Захисну функцію внутрішніх органів несуть кістки черепа, грудної клітки, тазу. Кістки рук і ніг за своєю будовою довгасті і трубчасті. Трубчасті кістки – приклад зменшення ваги конструкції, без втрати механічних властивостей. Така будова забезпечує міцність і легкість. Скелет дорослої людини важить усього 8 кілограмів, вага м'язів у три рази більше. Приблизно 40% маси тіла людини становлять м'язи. Основою їх функціонування є фізичні та біохімічні процеси. М'яз здатний трансформувати хімічну реакцію в механічну, виконуючи роботу. Механічному скороченню м'яза передують його електричне збудження, зумовлене розрядом рухових нейронів на ділянці нервово-м'язового сполучення. Вивільнюється медіатор ацетилхолін, який взаємодіє із постсинаптичною мембраною і спричиняє електричне збудження м'яза - потенціал дії. За впливу потенціалу дії вивільнюється кальцій, який запускає механічне скорочення. Іони кальцію йдуть по градієнту із саркоплазматичного ретикулу. Спрацьовує скорочувальний апарат у міофібрилах завдяки енергії АТФ, що зумовлює пружну деформацію пасивних елементів міофібрил у цілому м'язі. Результатом дії скорочувального апарату та пружної деформації міофібрил є скорочення м'яза, виникнення механічної сили та виконання роботи. З погляду механіки суглоби є своєрідними підшипниками, у яких синовіальна рідина відіграє роль мастила, суглобні хрящі – несучих поверхонь, а субхондріальні структури - несучих підкладок. Коефіцієнти суглобного тертя свідчать про те, що за нормальних умов витрата енергії на подолання тертя в суглобах порівняно невелика, у середньому 0,003 – 0,024 [8].

Аргумент 9. Центр маси тіла. Центр маси тіла людини, що перебуває у вертикальному положенні, приблизно розміщений у ділянці поперекового хребця, тому на цей хребець діє вага частин тіла, розміщених вище від нього, і дорівнює приблизно половині ваги тіла. З огляду на результати дослідження, 80% дорослого населення страждає від болю в ділянці попереку. Серед причин цього захворювання є дія біомеханічних чинників, тобто зміни міжхребцевих дисків, які складаються із фіброзного кільця по периметру та студенистого ядра, розміщеного в центрі. У молодих людей ядро містить 85% води, у ньому діють закони гідростатики, а саме - закон Паскаля (тиск поширюється однаково в усіх напрямках). З віком відбувається поступове зневоднення диска (дегідратація), і в студенистому ядрі закони гідростатики перестають діяти. У жінок у вертикальному положенні внаслідок особливостей структури тіла виникає ще одна пара сил, яка діє відносно кульшового суглоба. Основа крижової кістки в жінок розташована позаду фронтальної осі кульшового суглоба, що додатково утруднює підняття вантажів; один і той самий вантаж для жінок приблизно на 15% важчий, ніж для чоловіків. [4].

Аргумент 10. Біофізика дихання. Життєдіяльність людини пов'язана із споживанням її організмом кисню і виділенням у довкілля вуглекислого газу. Під час дихання використовуються пружні властивості повітря. Людина при вдиханні за допомогою м'язів грудної клітки піднімає ребра, а іншими м'язами опускає діафрагму. Внаслідок цього збільшується об'єм, який можуть займати легені. Проте таке збільшення об'єму зумовлює істотне зменшення тиску повітря в легенях. Виникає різниця тисків зовнішнього повітря і повітря у легенях. Через це зовнішнє повітря починає самостійно входити в легені завдяки своїй пружності. Людина лише надає йому змогу ввійти, змінюючи об'єм легень. Механічна робота дихання в стані спокою приблизно дорівнює 0,5 Дж/хв. Зі збільшенням хвилинного об'єму дихання збільшується робота. За оптимальної частоти і глибини дихання мінімальна робота забезпечує нормальну вентиляцію легень. Для того, щоб утворився оксигемоглобін, кисень має пройти через альвеолярну мембрану, міжклітинну рідину, ендотелій капіляра, плазму і мембрани еритроцитів. Цей перехід здійснюється завдяки дифузії [4].

Аргумент 11. Формування голосу людини. Джерелом голосу людини є гортань з голосовими зв'язками. Їх коливання спричиняє зміну густини повітряного потоку, яка виявляється у виникненні поздовжніх хвиль. Ці коливання згасаючі, що зумовлено передачею енергії повітряному потокові (автоколивання). Висота звуку залежить від напруження голосових зв'язок, їхньої форми, довжини коливної частини і дещо від тиску повітряного потоку. Інтенсивність звуку залежить від інтервалів та частоти коливань голосових зв'язок. Останні, у свою чергу, залежать від тиску повітря, що виходить. Тембр голосу створюється в

порожнинах носа, рота, горла, гортані і грудній порожнині. Ці порожнини діють як резонатори: вони залежно від об'єму та форми посилюють обертони з певними частотами і, таким чином, впливають на тембр голосу. Механізм розмови і співу однаковий, хоча вони сприймаються по-різному. Інтервал частот чоловічої розмови – 100-200 Гц, жіночої – 150-300 Гц. Інтервал частот при співі 60 – 1600 Гц [4].

Аргумент 12. Сприйняття звуку. Приймачем звуку в людини є вухо. Орган слуху людини складається з трьох частин: зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха. Зовнішнє і середнє вухо складають звукопровідну частину слухового апарату людини. Звукові хвилі збираються вушною раковиною, поширюються слуховим проходом, досягають барабанної перетинки. У середньому вусі водночас із передачею звуку відбувається зростання інтенсивності звукової хвилі. Це пояснюється тим, що поверхня перетинки більша від поверхні стремінця. Окрім цього, слухові кісточки працюють як важіль, довге плече якого приблизно у 2,5 рази більше від короткого, внаслідок чого звукові коливання ще більше посилюються та передаються у внутрішнє вухо - лабіринт. Механічна енергія звукових хвиль перетворюється на електричну енергію завдяки тому, що під час резонансу волокна слухового нерва збуджують кортіїв орган, розташований у завитку, і передають слухове відчуття в головний мозок. Людське вухо найбільш чутливе до звуків із частотою від 1000 до 3000 Гц. Найбільша гострота слуху спостерігається у віці 15-20 років. З віком слух погіршується. У людини до 40 років найбільша чутливість знаходиться в ділянці 3000 Гц, від 40 до 60 років - 2000 Гц, старше 60 років - 1000 Гц. У межах до 500 Гц ми здатні розрізнити зниження чи підвищення частоти навіть 1 Гц. На більш високих частотах наш слуховий апарат стає менш сприйнятливим до такої незначної зміни частоти [4, 8].

Аргумент 13. Фізика зору. Світло, що потрапляє в око, фокусується через рогівку і кришталік на задній стінці ока, яка називається сітківкою. Поверхня сітківки містить мільйони світлочутливих рецепторів, так званих паличок і колбочок. Під впливом світла імпульси від цих елементів передаються зоровим нервом у мозок, де утворюється зображення предмету. Акомодация ока — пристосування ока до фокусування на сітківці предметів, розташованих на різній відстані, що досягається зміною кривизни і, відповідно, заломлювальної сили кришталіка.

Аргумент 14. Перетворення енергії. Перетворення енергії в організмі - основні засади термодинаміки. Перший закон термодинаміки (закон збереження енергії) говорить: енергія не може бути створена чи знищена, вона лише може трансформуватися з однієї форми на іншу. На підставі першого закону термодинаміки концепт енергетичного балансу формулюється так: зміни в енергетичних запасах організму дорівнюють різниці між

споживанням енергії та витратою енергії. Споживаючи їжу, ми отримуємо енергію або калорії. У той же час ми постійно витрачаємо енергію: трансформуємо її з однієї форми в іншу (окислюючи білки, жири та вуглеводи до кінцевої енергетичної молекули – АТФ), на базові потреби нашого організму – перекачування крові судинами, транспорт кисню та нутрієнтів до клітин і так далі.

Аргумент 15. Нанотехнології в медицині. Нанотехнології – напрямок, який інтенсивно розвивається. Сьогодні, вчені намагаються винести якнайбільше користі для медицини завдяки нанотехнологіям. Не дивлячись, на відносно, нещодавнє відкриття нанотехнологій у фізиці, вони вже змогли здійснити прорив у медицині. Вчені та лікарі отримали доступ до моніторингу, діагностики та оперування на молекулярному рівні. В останні роки, нанотехнології були успішно застосовані у боротьбі з раковими пухлинами та найбільш вивченим питанням є адресна доставка ліків. Тому розвиток нанотехнологій є дуже важливим у сучасному світі для вдосконалення медицини в цілому.

Проаналізувавши можливості застосування нанотехнологій від діагностики до повноцінного лікування та у профілактиці хвороб, з'ясування перспективних векторів розвитку можливо зробити висновок, що нанотехнології уже покращили можливість виявляти перші ознаки захворювань, ефективніше та раніше діагностувати генетичні схильності до певного числа хвороб. За допомогою нанотехнологій діагностика вже найближчим часом стане дуже точною і вийде на новий рівень. Адже перші ознаки захворювань проявляються в наномасштабах. Якщо всередині клітини стартують негативні зміни, то клітина починає «сигналізувати» про це сусіднім клітинам. Існують індивідуальні білкові маркери, практично для кожного захворювання і завдяки їм, можна диференціювати хвороби, це стало можливим з розвитком нанотехнологій. При прийомі ліків звичайних розмірів, у таблетованій формі, більша частина препарату витрачається даремно, що не тільки знижує його ефективність, але також призводить до його розподілу в нецільові клітини, посилюючи необґрунтовані побічні ефекти. Нанотехнології дають змогу зменшити розмір частинок препарату до нанодіапазону (10^{-9} м), що є меншим навіть за розмір людської клітини. Ці частинки або структури можуть легко проникати в тканини через багато біологічних бар'єрів і охоче поглинаються клітинами-мішенями, що робить їх ефективними для адресної доставки ліків. Фактично, такий розмір співставний з величиною білкових молекул, які є кінцевими ефекторами клітинного метаболізму. Використання таких технологій не тільки підвищить ефективність лікарських засобів, але й мінімізує побічні ефекти. Наноматеріали демонструють дуже високу ефективність у знищенні ракових клітин і вже проходять клінічні випробування. Результати настільки багатообіцяючі, що

наноматеріали можуть стати альтернативою традиційній терапії раку, здебільшого завдяки тому факту, що вони дозволяють спеціально націлюватися на ракові клітини та забезпечують детальне зображення тканин, що значно полегшує планування подальшої терапії. Оскільки поширена на сьогоднішній день як основний засіб проти злоякісних захворювань - хіміотерапія, має багато недоліків - лише приблизно 5% лікарського засобу потрапляє безпосередньо в пухлину, а більша частина поширюється по тілу та викликає інтоксикацію. Таким чином, нанотехнології є досить точним та перспективним методом, що має великий потенціал для майбутнього застосування в реальних клінічних умовах задля ранньої діагностики хвороб та покращення лікування. Нанотехнології вже спричинили революцію в багатьох напрямках медицини [7, 8, 9].

Аргумент 16. Енергоінформаційна клітина. У клітині одночасно відбуваються мільярди біохімічних реакцій і процесів, які підпорядковуються фізичним законам: механічний рух рідини та органел; хімічний синтез складних органічних речовин; створення різниці потенціалів на плазматичній мембрані; транспорт речовини та іонів всередину клітини та назад. Найбільша кількість енергії накопичується в мітохондріях – електростанціях клітини. Мембрани мітохондрій мають дуже високий електричний опір, а різниця потенціалів по обидві сторони мітохондральної мембрани в стані спокою складає 60-90 мВ. У цьому випадку одна сторона мембрани заряджена позитивно, інша – негативно. Напруга, яка виробляється в мітохондріях у стані збудження рівна наближено 200 мВ. Енергія, накопичена в клітині, поширюється у вигляді електромагнітного випромінювання в різних напрямках і представляє собою хвильовий процес передачі енергії від клітини до клітини в різних формах, які дозволяють дисипативні властивості середовища. Найбільш характерними є гармонічні коливання, які характеризуються амплітудою, тривалістю імпульсу і спектральними характеристиками: частотою, довжиною хвилі, декрементом затухання, шириною спектра і т.ін. При захворюванні людини, запальних процесах виникають нелінійні спотворення і осциляторний процес, що поширюється, вже не є гармонічним. Руйнування клітини відбувається в той момент, коли у ній накопичення внутрішньої енергії досягає критичного значення для даної клітини. Виміряно, що дисипація (виділення) енергії при всіх видах ушкодження клітини пов'язана з локальним виділенням електромагнітного випромінювання, наявністю температурного градієнта і пружної хвилі напруги [10].

Аргумент 17. Комплексний фактор. Багато сучасних хірургів користуються спеціальними скальпелями на основі плазми, інструментів, що функціонують з високими

температурами. Їх застосування на практиці забезпечує швидке згортання крові, зменшує кровотечі, прискорює швидкість заживання післяопераційних ран.

Звичайний електричний струм також повсюдно використовується медиками. Реально в медицині передбачено використання постійного, змінного, імпульсного, височастотного і модульованого струмів. Невеликі імпульси вузької спрямованості в певну точку дозволяють позбутися від тромбів, пухлин, покращується мікроциркуляція крові, проявляється терапевтичний ефект.

Завдяки фізиці в медицині використовуються мікроскопи, також електронний, що надають збільшення зображення в тисячі разів. Це головний інструмент медика, що досліджує мікросвіт людини.

Можливо виділити конкретні способи застосування фізики в медицині: динаміка рідини, співвідношення тиск-об'єм і опір у замкнутому контурі застосовують до кровоносної системи; передача тепла стає в нагоді при обмороженні, гіпотермії; вектори та електричні схеми застосовуються до електрокардіографії та електричної активності серця; криві тиск-об'єм стосуються функції легень; оптика стосується роботи людського ока, формування зображення та всіх процедур офтальмології та оптометрії; ядерна фізика є основою ядерної медицини та технології променевої діагностики [3, 6, 9].

Отже, можемо зробити висновок, що досягнення в галузі фізичних та технічних досліджень знаходять широке застосування у медичних дослідженнях, технологіях, дають можливість створювати нові, більш точні апарати та прилади, які дозволяють проводити якісну діагностику і лікування. Завдяки фізиці лікарі краще розуміють процеси, що відбуваються в середині організму і є біофізичними явищами.

Список використаної літератури :

1. Фізика візуалізації зображень в медицині. Під ред. С.Уебба Мир. 2001.
2. Кононов М.В., Радченко С.П.. Проективна томографія як фізичний метод медичної діагностики. КНУ ім.Шевченка, 2001, 248 с.
3. Федків С.В. Магнітно-резонансна томографія. Інформаційно-методичний посібник. К. 2013. 60 с.
4. Ремізов А.Н. Медична і біологічна фізика. Навч. посібник. 4 вид. 2012. 648 с.
5. Нечай Д., Безшийко О. Оптимізація радіаційного впливу на оточуюче середовище при використанні позитрон-емісійної томографії. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія фізика*. Випуск 24. 2009.
6. Медична та біологічна фізика. Частина 3. Навчальний посібник . В.І. Федів та інш. БДМУ. СПД Лівак. Чернівці. 2016. 283 с.
7. Hollins Martin Medical physics. 2008. 216 p.
8. Лещенко В.Г. Медична і біологічна фізика. ІНФРА-М. 2012. 552 с.
9. Швець Є.А., Небеснюк О.Ю., Ніконова З.А. Біофізика. Навч. посібн. Запоріжжя. Видавництво ЗДІА , 2008. 306 с.
10. Енергоінформаційна медицина майбутнього. За ред. Маслова Л.І. том.1, ООО Копімастер, 2016 . 171 с.

УДК 615.843+615.844

Остафійчук Д.І., Динис О.І.

ГАЛЬВАНІЗАЦІЯ ТА ЛІКУВАЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОФОРЕЗ В МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ

*Буковинський державний медичний університет, Чернівці**ostafiichukdmytro@gmail.com , olha.dynis.med@bsmu.edu.ua*

Анотація. У статті оглядово визначено показання до використання лікувального електрофорезу та гальванізації в медичній практиці. Обґрунтовано використання електрофорезу при проведенні курсу лікування різних хвороб, визначено переваги методик при клінічних методах лікування. Виділено види електрофорезу з врахуванням типу медикаментів та відповідних процедур, визначено напрямки медичного використання. Аргументовано роль фізіотерапії для покращення динаміки кровообігу та провідності нервових волокон, лікування парезу, усунення болю в спині, покращення обмінних процесів з врахуванням дозування ліків та сеансів фізіотерапії. Виділено актуальність електротерапії в розширенні методів діагностики у галузі медицини крізь призму таких наук, як: медична фізика, фізіологія, органічна та медична хімія, медична біологія.

Ключові слова: електротерапія, електрофорез, проникність, лікування, гальванізація, метаболічні процеси, електричний струм, діагностика, електрофоретичні зони, капілярний електрофорез, електроліти.

Вступ. Гальванізація - це використання з лікувальною метою постійного електричного струму низької напруги (до 80 В) на визначених чи патологічно змінених, пошкоджених, травмованих ділянках тіла. Проходження електричного струму крізь біотканину залежить від її товщини, поверхневого стану, кількості потових та сальних залоз на одиницю площі, а також певних факторів довкілля. Суха шкіра погано проводить електричний струм, а волога-добре. Саме на цій властивості проникності і базується метод електрофорезу. При цьому обидва фактори як електричний, так і фармакологічний впливають на організм взаємозв'язано, викликаючи специфічну для кожної лікарської речовини відповідну реакцію на фоні дії постійного струму, як активного біофізичного подразника [1].

Дослідження А.П.Парфенова (1973) показали, що при електрофорезі лікарських речовин виникає виведення з організму іонів різних речовин різної полярності. Це явище одержало назву електроелімінація. Іони лікарських препаратів, що вводяться в біотканину можуть під впливом електричного струму проникати та перерозподілятися в клітині, біотканині. Це явище одержало назву електрокумуляція. Слід відмітити досліди В.С.Улащика

(1974), які довели, що катіони мають більшу проникливість, ніж аніони. Для проникливості іонів через біотканину має значення також валентність, із збільшенням якої електрофоретичне перенесення зменшується. На проникливість ліків впливає також колоїдно-хімічна структура біотканини, вік та регіонарні особливості біотканини. Найбільшою проникливістю володіють шкіра черевної порожнини, грудини, плеча, передпліччя, стегна і гомілки [1, 2].

Процес гальванізації проводять при напрузі 60-80 В, при цьому густина струму не повинна перевищувати 1 мА/м². Основою для апарату гальванізації та лікувального електрофорезу використовують двохпівперіодний випрямляч змінного струму, який дозволяє регулювати вихідну напругу та контролювати силу створюваного струму. Для підведення струму до пацієнта використовують стандартні електроди з листового свинцю або станіолу. Між шкірою пацієнта та електродами розміщують гідрофільні прокладки, змочені водою або фізіологічним розчином. Застосування прокладок знижує опір шкіри завдяки її зволоженню, поліпшує електричний контакт між електродами та тілом людини, а головне - дозволяє уникнути припікаючої дії струму на шкіру пацієнта продуктів електролізу хлористого натрію, що виділяються на електродах [3, 4].

Зміни в тканинах концентрацій різних іонів при протіканні постійного електричного струму викликають відповідні реакції організму, зокрема, стимулюють кровообіг та лімфообіг, метаболічні процеси в клітинах. Крім того, відзначимо підвищення збудливості нервових та м'язових клітин під катодом та її зниження під анодом. Зменшення збудливості нервових клітин під анодом створює, зокрема, ефект місцевої аналгезії. Гальванізація може проводитися при лікуванні деяких нервових захворювань, бронхіальної астми та ін. [2, 3].

Лікарський електрофорез проводиться в такий самий спосіб та за допомогою того самого апарату, що й гальванізація, але одна з гідрофільних прокладок змочується не водою, а розчином необхідної лікарської речовини. Електрофоретичне введення препаратів може використовуватися тоді, коли ліки, розчиняючись у воді, утворюють іони. При цьому аніони вводять пацієнтові, змочуючи лікарським розчином прокладку під катодом, а катіони - під анодом. Механізм дії лікарського електрофорезу визначається тривалим та безперервним подразненням шкірних рецепторів лікарськими речовинами, які вводяться за допомогою електрофорезу, супроводжується виникненням тканинних реакцій зі змінами біохімічних процесів, які характерні для кожного фармакологічного препарату. Внаслідок малої швидкості переміщення іонів під впливом електричного струму останні проникають тільки в верхні шари шкіри, де за слабого кровообігу вони затримуються на довгий час, утворюючи шкірне депо іонів і утримуються в ній до 3 тижнів. Ефективність дії малої кількості іонів

обумовлена тим, що на тлі зміненої електричним струмом реактивності організму підвищуються адсорбційні властивості тканин, а іони вивільнюються від зв'язку з білками і переходять в активний стан. За допомогою електрофорезу ліки можливо підвести до самого патологічного вогнища, що дозволяє створити високу концентрацію в зоні ураження при наявності капілярного стану, інфільтрації та некрозу. При електрофорезі ліків не спостерігається побічних реакцій, відсутні больові почуття, не порушується цілісність біотканини, виключається введення розчинників та баластних речовин.

За останні роки доведена можливість електрофорезу органічних сполук. У виготовлених буферних розчинах нейтральні молекули цих ліків адсорбують на своїй поверхні іони розчинника (H або OH), отримуючи в кислому середовищі позитивний електричний заряд, а в лужному — від'ємний. Деякі амінокислоти та білки є амфотерними електролітами і можуть вводиться з обох полюсів [2, 3, 4].

Актуальність проблеми. Порушення гомеостазу людського організму призводять до виникнення запальних процесів різного характеру, порушень роботи серця та судин, атеросклерозів, куперозів, опікових уражень шкіри, захворювань судин і кісткового апарату при остеохондрозі, артриті, захворювань травного тракту, які виражаються у виразкових ураженнях, холециститах та гастритах, що слугує підґрунтям для використання методів гальванізації та лікувального електрофорезу і є яскравим прикладом застосування методів фізіотерапії в медицині.

Сьогодні метод широко використовують і в діагностиці для виявлення близьких за будовою речовин (білків, пептидів, амінокислот, вітамінів, барвників, іонів металів, аніонів); для контролю якості, технологічного контролю та ідентифікації харчових продуктів. Використання реакції “антиген — антигіло” разом з електрофорезом стало основою для створення методу імуно-електрофорезу. Гальванізм у порожнині рота може спостерігатися, якщо якісь стоматологічні конструкції в порожнині рота виготовлені з різних металів. При цьому під впливом електролітів (слина, компоненти харчових продуктів) між металевими конструкціями виникає електрорушійна сила, яка породжує протікання невеликих гальванічних струмів. Ці струми поступово призводять до корозії металів, погіршуючи якість зроблених з них конструкцій [1, 2, 5].

Виклад основного матеріалу.

Показання до використання лікувального електрофорезу. Завдяки впливу і позитивного та негативного заряду, процедура дозволяє домогтися широкого спектру ефектів, а саме: протизапального, знеболюючого, розслаблення м'язів, розширення судинних елементів, зняття набряків, активізація роботи залоз [3].

Протипоказання для застосування лікувального електрофорезу є підвищення температури, бронхіальна астма, під час гострої фази запалення, серцева недостатність, наявності пухлин різної локалізації, схильності до кровотеч. Крім можливості прояву алергії на лікарський препарат, має місце і ймовірність непереносимості електричного струму, який також відноситься до числа протипоказань. Якщо в зоні накладання електродів є ураження цілісності шкірних покривів, то процедуру також не можна проводити [4, 5].

Переваги для проведення лікувального електрофорезу: доза медикаментів, яка вводиться, маленька, проте, вона має достатню ефективність і проникає безпосередньо в патологічно-змінену ділянку біотканини; в організм потрапляє найбільш активна з хімічної точки зору форма – “ліки-іони”; створюється велика концентрація ліків у необхідній точці, але при цьому вони не поширюються по всьому організму, не потрапляють у лімфу та кров; медикаменти не розпадаються і зберігають всі свої корисні властивості; слабкий електричний струм позитивно впливає на організм, виводячи токсини, зменшуються запальні процеси, поліпшується метаболізм, нормалізується робота органів.

Процедура проведення електрофорезу передбачає огляд пацієнта фахівцем для оцінки тих ділянок шкіри, на яких будуть розташовуватися накладки; збачення прокладок для електродів спеціальними розчинами при необхідності лікарськими препаратами, з їх подальшим розміщенням на біотканини; до накладок приєднують різнойменні електроди, розташування яких залежить від характеру проблеми; методика електрофорезу передбачає проведення процедури впродовж 10-15 хвилин, згідно з медичною карткою [6, 7].

Види електрофорезу. З урахуванням типу медикаментів, які використовуються під час процедури, розрізняють: *аналгетичний іонофорез*, який використовують при різних видах запалень, дегенерації, ревматичних захворюваннях після травм і передбачає введення різних знеболюючих препаратів; *гальваногрязь* - електрофорез, передбачає одночасне використання гальванічного струму та лікувальних грязей; *іонофорез* з йодидом калію, що застосовується у гінекології, ортопедії, ендокринології; іонофорез із хлористим кальцієм, який рекомендується при ЛОР-захворюваннях, порушеннях кровообігу в судинах головного мозку, виразковій хворобі шлунково-кишкового тракту; іонофорез із цинком, що застосовується при лікуванні ран і виразок, що важко загоюються, а також при гінекологічних захворюваннях [1, 3, 7].

Електрофорез у неврології. Іонофорез усуває больовий синдром за неврологічних захворювань, знімає запальний процес та підвищує м'язовий тонус. Електрофорез використовується для лікування остеохондрозу; грижі хребта; невралгії; паралічу; атрофії м'язів; люмбаго; радикуліту; ішіасу; корінцевого синдрому. Фізіотерапія прискорює кровообіг та покращує провідність нервових волокон. Електрофорез також використовується для

лікування парезу та усунення болю в спині. За грижі поперекового або шийного відділу застосовується електрофорез з еуфіліном, що сприяє покращенню обмінних процесів та зняттю болю. Дозування ліків і кількість сеансів фізіотерапії визначає невролог [3, 5, 8].

Електрофорез у гастроентерології. Методи фізіотерапії за захворювань шлунково-кишкового тракту включають комплексне використання ультразвуку, лазера, електричного струму (електрофорез), магнітного поля (магнітотерапія). Показаннями до проведення фізіотерапії є такі патології: гастрит, виразки у шлунково-кишковому тракті, дуоденіт, коліт, панкреатит, жовчнокам'яна хвороба. Електрофорез у гастроентерології має таку дію: знижує лікарське навантаження на печінку, зменшує больові відчуття, збільшує термін ремісії хронічних захворювань шлунково-кишкового тракту, знімає спазми, збільшує всмоктування корисних речовин органами травлення, стимулює місцевий кровообіг. Іонофорез у гастроентерології може використовуватись як основний або додатковий метод лікування. Фізіотерапія з використанням електрофорезу проводиться через годину після їди, щоб активна фаза травлення не знижувала всмоктування ліків органами шлунково-кишкового тракту. Також після електрофорезу не можна їсти протягом пів години. Кількість та тривалість сеансів електрофорезу за захворювань органів травлення повинен призначати гастроентеролог [2, 4, 9].

Електрофорез у гінекології. Електрофорез у гінекології дозволяє впливати локально на осередок запалення. Лікування за допомогою електричного струму знімає спазм судин, розслабляє гладку мускулатуру та покращує кровообіг жіночих статевих органів. Використовують електрофорез за лікування коліту, спайок органів малого таза, а також для стимулювання гормональної функції яєчників. Електрофорез з магнієм, цинком та кальцієм сприяє розтягуванню та розм'якшенню спайок, зменшенню больових відчуттів. Стимуляція яєчників за допомогою електрофорезу нормалізує їхню гормональну функцію і допомагає при лікуванні безпліддя. У середньому необхідно провести від 10 до 20 сеансів фізіотерапії у гінекології, щоб отримати стійкий результат. Точну кількість та тривалість процедур електрофорезу визначає гінеколог [4, 10].

Електрофорез у дерматології. Методика лікувального електрофорезу передбачає використання лікарських речовин при лікуванні шкірних захворювань, а саме: розчин хлориду кальцію (0,5-2,0%) призначається з урахуванням фармакологічних властивостей кальцію: протизапальної та зв'язувальної дії, знижує проникність стінок дрібних кровоносних судин, заспокоює нервову систему. Електрофорез препаратів кальцію застосовують з метою місцевої дії та отримання рефлекторних реакцій. Розчин сульфату магнію (2-3%); електрофорез магнію з розчину сірчанокислої магnezії застосовується з

метою впливу на нервову систему і судини. У косметології застосовується електрофорез магнію у лікуванні бородавок [7, 11].

Розчин сульфату цинку (1-2%): хлористий цинк - сильний дезінфекційний і зв'язувальний засіб, електрофорез солей цинку супроводжується больовими відчуттями у результаті припікальної дії препаратів цинку і допомагає отримати рефлекторні реакції. У дерматокосметології застосовується у лікуванні вульгарних вугрів, фурункульозу, стафілококового сикозу, виразок, які не загоюються тощо. Розчин сульфату міді (1%); сірчаноокисла мідь - сильний зв'язувальний і дезінфекційний засіб. Застосовується в електрофорезі для лікування фурункульозу. Хлор — вводиться, зазвичай, з 2% розчину кухонної солі, застосовується з метою прискорення розсмоктування хронічних інфільтратів і рубців. Йод (0,5-1,0%), розчин йодиду калію або йодиду натрію: механізм дії йоду, що вводиться методом електрофорезу – іони йоду, що перетворилися у тканинах в атоми йоду, маючи значну спорідненість до атомів, розкладають воду. Кисень, який у цьому процесі вивільняється, руйнує клітинну речовину. Продукти розпаду, які утворюються при цьому, справляють на організм загальний і місцевий стимулюючий вплив. Вводиться йод для швидшого розсмоктування рубців (келоїдів) і хронічних запальних осередків. Бром — вводиться з 2% розчину броміду натрію. Бром має заспокійливу дію, електрофорез бромиду застосовується при запальних процесах, що супроводжуються больовими відчуттями; при болях, які супроводжують оперізуючий лишай. Хінін — для електрофорезу застосовується кислий хлористоводневий (солянокислий) хінін - 5% розчин, використовується при лікуванні червоного еритематозного вовчака. Іхтіол — 1% водний розчин, застосовується з метою швидшого розсмоктування хронічних інфільтратів, при гіпертрофічних рубцях [12, 13].

Електрофорез при лікуванні червоних вугрів (рожевих вуграх, acne rosacea). Для цієї мети використовується іхтіол (вводиться 1-2% розчин) або 1% розчин сульфату міді. Всього проводиться 15-20 сеансів (тривалість сеансу - 20 хвилин). Процедури призначаються через день.

Лікувальні грязі — електрофорез лікувальних грязей має високу ефективність та теплову дію, сприяє проникненню у шкіру різних речовин, що містяться в них. Електрофорез лікувальних грязей може бути призначений хворим, яким протипоказані грязьові аплікації.

Використовується також електрофорез 2% розчину новокаїну, вітаміну В₁, інсуліну, розчину димедролу і хлориду кальцію в рівних частинах та інших медикаментів.

Електрофорез при псоріазі призначається після того, як минула прогресивна стадія поширення псоріазу. При псоріазі застосовується електрофорез сірководневої води (концентрація до 400 мг/л) на ділянку осередку ураження за тривалістю процедури в 20

хвилин, щодня або через день. Високу ефективність має електрофорез лікувальної грязі, який сприяє проникненню у шкіру різних речовин, що містяться в ній і має теплову дію. Така процедура може призначатися в тому випадку, якщо грязелікування з аплікаціями протипоказана [14, 15].

Вакуум-електрофорез. При деяких запально-дегенеративних захворюваннях застосовується електрофорез в умовах вакууму. Вакуум-електрофорез створює у тканинах у 2-5 разів більшу концентрацію лікарських речовин, ніж звичайний електрофорез.

Електроелімінація - метод виведення деяких речовин з організму за допомогою постійного електричного струму. Наприклад, виведення з організму токсичних речовин із лікувальною або профілактичною метою: низка речовин з тканин ока, кальцій з кісткової тканини тощо [2, 11].

Електрофорез у отоларингології. Захворювання, які можна подолати цим методом: захворювання носа (фурункул носа, шкірна екзема, бешихове запалення шкірного покриву, алергічний риніт, хронічний риніт, гнійний нежить, стороннє тіло в носі, носові кровотечі, травми носа, гематоми, поліпи в носі, папіломи в носі); захворювання пазух носа (синусити гострої та хронічної течії, фронтит, гайморит, атипичний перебіг синуситів у млявій чи гострій формі); захворювання вуха (отит вуха гострої або хронічної течії, фурункул вуха, подразнення шкірного покриву); захворювання горла (ларингіт, фарингіт, тонзиліт, ангіна, аденоїди гострої або хронічної течії, збільшення лімфатичних вузлів, поліпи, папіломи в горлі, порушення стану шкірного покриву глотки та ротової порожнини). Електрофорез в отоларингології спрямований на: усунення причин прояву інтоксикації інфекційних захворювань; зниження набряку тканин, добре дозволяють усунути подразнення вільних нервових закінчень електрофорезні ванни для ніг або теплі ванни; протиалергічна дія, яка виражається у стабілізації процесів за допомогою електрофорезу; коригування роботи вегетативної системи (гальванізація, електрофорез дозволяють усунути запальні процеси).

Електрофорез дає позитивні результати при лікуванні захворювань опорно-рухової системи: остеохондроз, остеоартроз, артрити і поліартрити, спондиліоз, вивихи та переломи, контрактура суглоба; При захворюваннях серцево-судинної системи: гіпертонічна хвороба 1 і 2 стадії, гіпотонія, атеросклероз, стенокардія, варикозне розширення вен, миготлива аритмія, ендартеріт; При захворюваннях сечостатевої системи жінок і чоловіків: пієлонефрит, цистит, уретрит, простатит, ендометріоз, аднексит, ендометрит, цервіцит, вагініт [4, 11, 12].

Висновки. Отже при гальванізації та електрофорезі відбувається проходження електричного струму через біотканину, що супроводжується рядом первинних фізико-хімічних зсувів, які лежать в основі фізіологічної та лікувальної дії. Явища

електрофорезу та гальванізації є прогресивними та надзвичайно важливими для медицини, адже закладають у собі основну сучасного лікування - локалізація впливу медикаментів, що унеможлиблює виникнення побічних ефектів.

Список використаної літератури та інформаційних джерел

1. Медична і біологічна фізика. Навчальний посібник під ред. А.Н.Ремізова 4-вид., випр. і доп. 2012.
2. Швець Є.А., Небесюк О.Ю., Ніконова З.А., Ніконова А.О. Біофізика. Навч.посібн. Запоріжжя. Видавництво ЗДІА. 2008.
3. Федів В.І., Олар О.І., Микитюк О.Ю., Боєчко В.Ф. Медична та біологічна фізика ч.2 Навч. посібн. Чернівці. Видавництво СПД Лівак. 2015.
4. Електрофорез-види, ефективне лікування, протипоказання. Режим доступу: <http://www.tiensmedru/news/electrophoresis-f4w.html>
5. Фізіологія. Навч. посібн. за ред. В.Г.Шевчука. вид. 2, випр. з допов.-Вінниця. Нова книга, 2015.
6. Гааль Е., Медьєші Г., Верецький Л. Електрофорез у поділі біологічних молекул. М., 2002.
7. Остерман Л.А. Методи дослідження білків та нуклеїнових кислот. Електрофорез та ультрацентрифугування. М., 2001.
8. Режим доступу: <https://zdr.com.ua/elektroforez/#korist>
9. Режим доступу: <https://vashvrach.com.ua/lekarstvennyj-elektroforez-uk/>
10. Режим доступу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2337/elektroforez>
11. Медична та біологічна фізика: підручник для студентів медичних ВНЗ / Кнігавка В.Г., Зайцева О.В., Бондаренко М.А. та ін.; за ред. В.Г.Кнігавка. Харків: ХНМУ, 2013.
12. Режим доступу: <https://tsn.ua/lady/zdorovye/aktualnaya-tema/likuvannya-za-dopomogoyu-strumiv-komu-pokazaniy-ionoforez-galvanizaciya-ta-elektroforez-1968499.html>
13. Режим доступу: <https://onclinic.ua/uzhgorod/services/physiotherapy/elektrofore>
14. Режим доступу: <https://lhc.dn.ua/uk/fizioprotsedurnyi-kabinet/1360-elektroforez>
15. Режим доступу: <https://www.surgery-center.kiev.ua/elektroforez-i-drugie-metody-fizioterapii-lor-organov/>

УДК 616.12-072(075.8)

Остафійчук Д.І., Хребтій О.Я.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ КАРДІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ В МЕДИЦИНІ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

ostafiichukdmytro@gmail.com , olhahrebtij@gmail.com

Анотація. У статті дано характеристику основних методів діагностики серцево-судинних захворювань. Серед них електрокардіографія, як діагностичний метод реєстрації біопотенціалів серця з аналізом стандартних електрокардіографічних відведень, ехокардіографія, як метод діагностики з використанням ультразвукових хвиль. Визначено роль методів векторкардіографії, балістокардіографії, динамокардіографії при комплексній діагностиці серцево-судинних захворювань. Проаналізовано магнітокардіографію та магніто-резонансну томографію, як одних з сучасних неінвазивних, багатоінформативних

методів діагностики. Виділено холтерівське моніторування ЕКГ, як прогресивний та дієвий метод реєстрації роботи серця за тривалий проміжок часу.

Ключові слова: діагностика, біопотенціал серця, електрокардіографія, магнітокардіографія, магніто-резонансна томографія, відведення.

Вступ. Стрімкий розвиток кардіології привертає увагу як методами лікування, так і засобами діагностики. Сучасна кардіологія володіє унікальними методами діагностики і лікування серцево-судинних захворювань. Серед основних методів можливо виділити такі як електрокардіографія, ехокардіографія, фонокардіографія, векторкардіографія, балістокардіографія, динамокардіографія, магнітокардіографія та магнітно-резонансна томографія.

Електрокардіографія (ЕКГ) – метод графічної реєстрації змін різниці потенціалів серця, що виникають під час процесів збудження міокарда. Сучасні електрокардіографи дозволяють здійснити як одноканальний, так і багатоканальний запис ЕКГ. Для багатоканального випадку синхронно реєструються кілька різних електрокардіографічних відведень (від 2 до 6-8), що значно скорочує період дослідження і дає можливість отримати точнішу інформацію про електричне поле серця [1]. Різниця потенціалів, що виникає на поверхні тіла при збудженні серця, реєструється за допомогою системи електродів, закріплених на різних ділянках тіла. Електричні коливання перетворюються на механічні зміщення якоря електромагніта і певним способом записуються на спеціальній паперовій стрічці, що рухається. Зараз використовують безпосередньо як механічну реєстрацію за допомогою легкого пера, до якого підводиться чорнило, так і тепловий запис ЕКГ за допомогою пера, яке при нагріванні відтворює відповідну криву на спеціальному тепловому папері. Стрічкопротяжні механізми у всіх сучасних електрокардіографах забезпечують рух паперу з різною швидкістю: 25, 50, 100 мм·с⁻¹ і т.ін. Найчастіше в практичній електрокардіології швидкість реєстрації ЕКГ становить 25 або 50 мм·с⁻¹.

Зміни різниці потенціалів на поверхні тіла, що виникають під час роботи серця, записуються за допомогою різних систем відведень ЕКГ. Кожне відведення реєструє різницю потенціалів, яка існує між двома певними точками електричного поля серця, в яких встановлені електроди. Електрокардіографічні відведення відрізняються між собою, перш за все, ділянками тіла, на яких вимірюється різниця потенціалів. Електроди встановлюються в кожній з вибраних точок на поверхні тіла, один з електродів приєднують до позитивного полюсу гальванометра (позитивний або активний електрод відведення), другий електрод - до його негативного полюсу (негативний електрод відведення). У клінічній практиці найбільш широко використовують 12 відведень ЕКГ, запис яких є обов'язковим при кожному

електрокардіографічному обстеженні хворого: 3 стандартних відведення, 3 посилені однополюсних відведення від кінцівок і 6 грудних відведень [1,2]. Три стандартні відведення утворюють рівносторонній трикутник (трикутник Ейнтховена), вершинами якого є права і ліва руки, а також ліва нога з встановленими на них електродами. Гіпотетична лінія, що з'єднує два електроди, які беруть участь в утворенні електрокардіографічного відведення, називається віссю відведення. Осями стандартних відведень є сторони трикутника Ейнтховена. Перпендикуляри, проведені з геометричного центру серця до осі кожного стандартного відведення, ділять кожну вісь на дві рівні частини. Позитивна частина повернена у бік позитивного (активного) електрода відведення, а негативна - до негативного електрода. Якщо електрорушійна сила (ЕРС) серця в якийсь момент серцевого циклу проектується на позитивну частину осі відведення, на ЕКГ записується позитивне відхилення (позитивні зубці R, T, P), а якщо на негативну - на ЕКГ реєструються негативні відхилення (зубці Q, S, іноді негативні зубці T або навіть P). Для запису відведень електроди накладають на правій руці (червоного кольору) та лівій (жовтого кольору), а також на лівій нозі (зеленого кольору). Ці електроди попарно підключаються до електрокардіографа для реєстрації кожного з трьох стандартних відведень. Стандартні відведення від кінцівок реєструють попарно, підключаючи електроди: I відведення - ліва (+) та права (-) рука; II відведення - ліва нога (+) та права рука (-); III відведення - ліва нога (+) та ліва рука (-). Четвертий електрод встановлюється на правій нозі для підключення проводу заземлення (чорного кольору). Посилені відведення від кінцівок були запропоновані Гольдбергом в 1942 р. Вони реєструють різницю потенціалів між однією з кінцівок, на якій встановлений активний позитивний електрод даного відведення (права рука, ліва рука або нога) і середнім потенціалом двох інших кінцівок. Як негативний електрод у цих відведеннях використовують так званий об'єднаний електрод Гольдберга, який утворюється при з'єднанні двох кінцівок через додатковий опір. Таким чином, aVR – посилене відведення від правої руки; aVL – посилене відведення від лівої руки; aVF – посилене відведення від лівої ноги. Позначення посилених відведень від кінцівок походить від перших букв англійських слів: «a» - augmented (посилений); «V» - voltage (потенціал); «R» right (правий); «L» - left (лівий); «F» - foot (нога).

Грудні однополюсні відведення реєструють різницю потенціалів між активним позитивним електродом, встановленим у певних точках на поверхні грудної клітини та негативним об'єднаним електродом Вільсона. Цей електрод утворюється при з'єднанні через додаткові опори трьох кінцівок (правої та лівої руки, а також лівої ноги), об'єднаний потенціал яких близький до нуля (приблизно 0,2 мВ). Для запису ЕКГ використовують 6 загальноприйнятих позицій активного електрода на передній і бічній поверхні грудної

клітини, які в поєднанні з об'єднаним електродом Вільсона утворюють 6 грудних відведень: відведення V_1 - у четвертому міжребер'ї по правому краю грудини; відведення V_2 - у четвертому міжребер'ї по лівому краю грудини; відведення V_3 – між V_2 і V_4 ; відведення V_4 - у п'ятому міжребер'ї по лівій серединноключичній лінії; відведення V_5 - на тому ж рівні по горизонталі, що і V_4 , по лівій передній пахвовій лінії; відведення V_6 - по лівій середній пахвовій лінії на тому ж рівні по горизонталі, що і електроди відведень V_4 і V_5 . Таким чином, найбільш поширеними є 12 електрокардіографічних відведень (3 стандартних, 3 посилені однополюсних відведення від кінцівок і 6 грудних). Електрокардіографічні відхилення в кожному з них відображають сумарну ЕРС всього серця, тобто є результатом одночасного впливу на дане відведення змінного електричного потенціалу в лівих і правих відділах серця, в передній і задній стінці шлуночків, у верхівці та основі серця [3, 4, 5, 6, 8].

Ехокардіографія (ЕхоКГ). Ультразвук - це високочастотний звук, що виходить за межі людського сприйняття. Частота звукової хвилі, яку може сприймати вухо людини, перебуває в діапазоні від 20 до 20 000 Гц, а ультразвук починається з 20 кГц та більше. Частоту ультразвуку в діапазоні 2,5-10 МГц зазвичай використовують для ультразвукового обстеження [1,2]. Ультразвукові хвилі мають такі характеристики як частота, довжина хвилі, амплітуда та швидкість поширення [7]. Швидкість поширення ультразвуку залежить від частоти і довжини хвилі і швидкість поширення ультразвуку (на будь-якій частоті) через воду та більшість тканин тіла становить приблизно 1540 м/с. У сучасних ультразвукових апаратах використовують датчики з 128-512 п'єзоелектричними кристалами, які здійснюють механічні вібрації у відповідь на дію електричних імпульсів. Частина хвиль поглинається тканинами та розсіюється, а невелика їх кількість відбивається від внутрішніх структур всередині тіла, що вловлює датчик. У результаті деформуються п'єзоелектричні кристали з утворенням електричного поля, що зумовлює утворення відображення [4]. Найінтенсивніше ультразвук відбивається на межі між тканинами з різною густиною. Чим більше відбилося променів, тим потужніше утворене електричне поле та яскравіше зображення структури на екрані. Так, елементи з високою відбивальною здатністю (кістки, епікард) на ехограмі матимуть білий колір, структури з низькою відбивальною здатністю (м'язи) - сірий, ті, що не відбивають ультразвук (повітря) - чорний колір відповідно. Розташування елементів, від яких відбився ультразвуковий промінь, на ехограмі залежить від часу затримки між надісланим та прийнятим ультразвуковим імпульсом [6]. Крім того, довжина ультразвукової хвилі обернено пропорційна її частоті. Тобто, чим вища частота, тим менша довжина хвилі та краща роздільна, але менша проникаюча здатність. Високочастотні датчики (5-7,5 МГц) використовують для ЕхоКГ у дітей. Чим нижча частота хвилі, тим більша її довжина та гірша

роздільна, але вища проникаюча здатність. Тому в ЕхоКГ дорослих використовують низькочастотні датчики (2,5-3,5 МГц) [5].

Доплерівська ехокардіографія. Доплер-ЕхоКГ визначає швидкість та напрямок руху рідин або тканин за принципом Доплера. В основі даного феномену лежить те, що частота звуку буде зміщуватися вище або нижче, коли хвиля генерується або відбивається від рухомого об'єкта [9]. Під час доплер-ЕхоКГ хвилі відбиваються від рухомих еритроцитів у серці чи кровоносних судинах. На зображенні ехокардіограми візуалізується графік, де по горизонтальній лінії вимірюється час в мілісекундах (мс), а по вертикальній лінії - швидкість кровотоку в метрах чи сантиметрах за секунду (м/с, см/с). При цьому потік, направлений до датчика, виглядає як графік вище, а потік від датчика - нижче нульової лінії [2,3, 10].

Фонокардіографія (ФКГ) – метод дослідження серця , що базується на реєстрації та аналізі звуків, які виникають при роботі серця за кардіоцикл. У даний час, не дивлячись на широке розповсюдження ультразвукових методів дослідження серця, ФКГ продовжує досить широко використовуватись, що пояснюється наступними перевагами: ФКГ – неінвазивний, безпечний метод, без протипоказань; нові інформаційні технології дозволяють розширити діагностичні можливості ФКГ; для ФКГ потребується відносно недороге обладнання [1, 2]. Для фонокардіографії використовують спеціальні пристрої – фонокардіографи, основними елементами конструкції яких є мікрофон, який перетворює звукові коливання в електричні; частотні фільтри поєднані з підсилювачами сигналів які надходять від мікрофону; пристрій реєстрації, який забезпечує запис коливань до 1000 Гц при швидкості протягу стрічки 50 та 100 мм/с. Використання різних типів мікрофонів (лінійного, стетоскопічного, логарифмічного) та лінійних фільтрів дозволяє для виділення діагностично важливих звукових феноменів, реєструвати звукові коливання як в практично повному та аускульованому, так і в спеціально обраному діапазоні частот. Запис виконують одночасно на різних частотних каналах реєстратора в низько-, середньо- та високочастотному діапазонах в синхронному режимі із записом ЕКГ. Звукові коливання, перетворені мікрофоном в електричні, підсилюються та передаються в систему частотних фільтрів, які виділяють зі всіх звуків ту або іншу групу частот та пропускають їх на різні канали реєстрації. Це дозволяє вибірково записувати низькі, середні та високі частоти звуків. Для чіткої передачі всіх коливань серцевих звуків, пристрій реєстрації повинен мати малу інерційність [11, 12]. Переважна кількість звукової енергії тонів серця знаходяться в діапазоні від 100 до 200 Гц. Пристрій повинен мати дуже високу чутливість, а також не вносити спотворень у сигнали які реєструються та не сприймати зовнішні шуми. Електричний сигнал переходить на підсилювач, задача якого, в свою чергу, не просто підсилити всі звуки в

однаковій степені, а в переважній більшості, підсилити слабкі високочастотні складові, адже саме вони відповідають серцевим шумам та, в меншій мірі, низькочастотні складові сигналу, які відповідають серцевим тонам. Фонокардіограф є пристроєм, який реєструє звукові процеси серця. Одночасно з ФКГ реєструють також ЕКГ, яка дає змогу чітко визначити систолічний та діастолічний інтервали [12,13].

Векторкардіографія (ВКГ) – метод дослідження серця, заснований, як і електрокардіографія, на реєстрації змін за серцевий цикл сумарного вектора електрорушійних сил серця, але в проекції його не на лінію (вісь відведення), а на площину. Векторкардіограма відображає взаємодію двох різниць потенціалів у вигляді вектора, що має певний напрям, залежний від орієнтації електричного поля серця, і розташування у площині, обумовленій даними відведеннями. Хід електричного збудження по міокарду відображається на ВКГ у вигляді трьох основних петель – Р, QRS і Т, позначених по їх відповідності зубців Р і Т і комплексу QRS електрокардіограми. ВКГ дозволяє уявити динаміку сумарних векторів передсердь і шлуночків серця за часом в тривимірному просторі. Аналізують ВКГ по максимальній довжині (максимальному вектору) і ширині петель, їх формі, кутах відхилення максимальних векторів від координатних осей площини реєстрації та іншим параметрам. Вони суттєво змінюються при гіпертрофії передсердь і шлуночків, блокадах серця, інфаркті міокарда [14].

Балістокардіографія (БКГ) - це реєстрація рухів тіла людини (краніально-каудальні напрямки), пов'язаних з серцевими скороченнями і переміщенням крові у великих судинах. Вона проводиться за допомогою індукційної котушки, тобто за рахунок електромагнітного датчика, сигнал з якого подається на електрокардіограф. БКГ дозволяє оцінити скоротливу здатність міокарда - в тому числі силу і координованість серцевого скорочення, обсяг і швидкість систолічного вигнання крові, заповнення кров'ю порожнин серця під час діастолі, дозволяє оцінити гемодинамічну функцію серця. Метод дозволяє оцінити реакцію з боку серця на дозоване фізичне навантаження [15]. На БКГ виділяють зубці, що відображають систолу передсердя (зубці F і G), систолу шлуночків (зубці H, I, J, K) і зубці, що відображають діастолу шлуночків (L, M, N). Зокрема зубець H-відображає фазу ізометричного скорочення, зубець I-фазу швидкого вигнання крові, зубець J-фазу повільного вигнання крові як результат удару крові при біфуркації аорти, зубець D-закінчення фази повільного вигнання, зубець L - фазу ізометричного розслаблення, зубець M - фазу швидкого наповнення шлуночків кров'ю, зубець N-фазу повільного наповнення кров'ю. Запис БКГ проводять при чутливості електрокардіографа 1мВ-5мм або 10мм. На БКГ найбільша амплітуда характерна для зубців I, J і K (систолічних зубців). Амплітуда сегмента ІJ залежить

від величини систолічного об'єму, швидкості вигнання крові, сили серцевого скорочення і амплітуди скорочення серця. Чим нижче сила серцевих скорочень, тим менше амплітуда зубців БКГ і, особливо, зубців I, J і K. При гіперфункції серцевого м'яза, наприклад, при систематичному фізичному навантаженні, амплітуда зубців БКГ зростає - це цілком нормальна реакція. Найбільш важливою ознакою нормального стану скорочувальної функції серця є співвідношення амплітуди сегмента IJ на вдиху і на видиху. На вдиху вона в нормі набагато більше, ніж на видиху (при затримці дихання). При патології, при зниженні скорочувальної діяльності серця ці дихальні коливання зникають. БКГ має важливе значення в діагностиці різних захворювань серця - при інфарктах міокарда, при міокардитах, при ішемічній хворобі серця (ІХС), а також для прогнозу стану скорочувальної функції пацієнта. Якщо у хворого, наприклад, з пороком серця, БКГ має всі ознаки норми, це свідчить про хороші компенсаторні можливості організму [2, 16].

Динамокардіографія (ДКГ) - метод дослідження механічних проявів серцевої діяльності, заснований на реєстрації переміщень центру тяжіння грудної клітки внаслідок серцевої кінематики та руху крові у великих судинах. ДКГ розроблена в 1951 р. під керівництвом Е. Б. Бабського. Динамокардіограф складається з тензометричного пристрою, що перетворює динамічні зміни в електричні сигнали (він вмонтований у кришку стола, на якому лежить досліджуваний) та підсилювально-реєструючої апаратури. За допомогою ДКГ реєструють переміщення центру тяжіння грудної клітки вздовж поздовжньої осі тіла та перпендикулярно їй. Поздовжня і поперечна динамокардіограми - складні криві, що складаються з ряду зубців, що позначаються латинськими літерами, та інтервалів, що позначаються римськими цифрами. Динамокардіограма виявляє характерні зміни діяльності серця при деяких серцевих захворюваннях та у поєднанні з електрокардіограмою дозволяє визначати фази серцевого циклу [2].

Магнітокардіографія (МКГ) — метод неінвазивного дослідження електрофізіології серця, що полягає у безконтактній реєстрації в точках простору над грудною клітиною людини і аналізі магнітного поля, породженого електричною активністю міокарда протягом серцевого циклу. Вимірювання надслабких магнітних полів, які виникають під час роботи людського серця, потребують дуже чутливої апаратури. Значного підвищення чутливості біомагнітних вимірювань було досягнуто з впровадженням СКВІД-магнітометрів, що працюють на основі стаціонарного ефекту Джозефсона за температури рідкого гелію. Починаючи з 1970 р., коли вперше було застосовано СКВІД-магнітометр [17, 18], процедура реєстрації МКГ стала доступною для проведення медичних досліджень та клінічної практики. Безпосереднім результатом попередньої обробки даних є 36

магнітокардіографічних кривих, а датчики їх отримання розташовані у точках спостереження — вузлах перетину прямокутної сітки, що має прив'язку до анатомічних орієнтирів грудної клітини. Таким чином на основі 36 синхронних усереднених МКГ-кривих за допомогою алгоритмів двовимірної інтерполяції будують «миттєві» (у межах 1 мс) карти розподілу магнітного поля. Далі за допомогою алгоритмів розв'язання «оберненої задачі» [19-21], еквііндукційні карти розподілу магнітного поля можна «перетворити» на відповідні миттєві карти розподілу векторів густини струмів (ВГС). На наступному етапі проводять аналіз динаміки виділених параметрів ВГС в обраних часових інтервалах кардіоциклу (QRS, ST-T) з довільним або заданим кроком у часі. Миттєві карти ВГС та набори таких карт протягом інтервалів кардіоциклу і є основним діагностичним зображенням та об'єктом аналізу в магнітокардіографії.

Фетальна магнітокардіографія – це неінвазивний метод дослідження серця плоду, з реєстрацією компонента магнітного поля, створюваного електричною активністю серця плоду. Зазвичай вимірюється та складова магнітного поля, яка перпендикулярна до живота матері. МКГ плода показує типові ознаки, які можна знайти на ЕКГ дорослих (тобто зубець Р, комплекс QRS і зубець Т). Щоб розрізнити патологічний плід від здорового, значення тривалості цих хвиль збирають у кількох дослідницьких групах. Ці тривалості можна використовувати як еталон. Вимірювання показують, що МКГ плодів з тяжкими вродженими вадами серця мають аномальну форму. Отже, фетальні МКГ можуть бути корисними для раннього внутрішньоутробного виявлення вроджених вад серця та прогресування захворювання. Магнітокардіографія також може бути використана для класифікації аритмій плоду [22, 23].

Магнітно-резонансна томографія (МРТ) серця – метод діагностики, заснований на використанні однорідного магнітного поля. До основних переваг МРТ відносяться неінвазивність, нешкідливість (відсутність променевого навантаження), тривимірний характер отримання зображень, природний контраст від крові, що рухається, можливість оцінки швидкості і характеру руху крові, відсутність артефактів від кісткових тканин, високий м'якотканний контраст, можливість вивчення з допомогою парамагнітних контрастних засобів [2]. МРТ базується на явищі ядерно-магнітного резонансу. Якщо тіло, що знаходиться в постійному потужному магнітному полі, опромінити зовнішніми електромагнітними імпульсами, частота яких дорівнює частоті переходу між енергетичними рівнями ядер атомів, то ядра розпочнуть переходити у вищезташовані по енергії квантові стани. Інакше кажучи, спостерігається вибіркове (резонансне) поглинання енергії електромагнітного поля. При припиненні впливу змінного магнітного поля виникає

резонансне виділення енергії у вигляді МР - сигналу. Цей сигнал подається на детектор, а потім на ЕОМ для аналізу. МР-зображення визначається трьома характеристиками: щільністю протонів (тобто концентрацією ядер водню), часом релаксації та швидкістю руху рідини. МРТ зображення отримується, в основному, завдяки аналізу часу релаксації. МРТ дослідження спирається на спроможності ядер інших атомів поводити себе як магнітні диполі. Цю властивість мають ядра, що містять непарне число нуклонів, що відрізняються не нульовим спіном і відповідним йому магнітним моментом. МРТ у порівнянні з рентгенівським і радіонуклідним методами, використовує промені дуже малої енергії. Вона на 19 порядків менша, ніж енергія, що використовується при рентгенівському і радіонуклідному методах [24, 26]. МР - томографи можуть створювати зображення розтину будь-якої частини тіла. При цьому іонізуюче випромінювання не використовується. Оскільки більшість сучасних МР-томографів налагоджені на реєстрацію радіосигналів атомів водню, МР-томограма являє собою картину просторового розподілу молекул, що містять атоми водню. Для клінічної МРТ використовуються поля силою від 0,1 до 2 Тл (в експерименті допускається використання 7 Тл). У клінічній практиці служба радіаційної безпеки забороняє застосування МР-томографів з полем більше 2,5 Тл [25, 27].

Холтерівське добове моніторування ЕКГ - це метод безперервної реєстрації роботи серця на ЕКГ за допомогою портативного пристрою впродовж доби та при звичайному способі життя з наступною розшифровкою отриманих записів. Апаратура, призначена для холтерівського моніторування, має бути забезпечена пристроєм для реєстрації, відтворення, аналізу і документування результатів. Можна виділити дві основні системи, які використовують для проведення моніторингу: традиційна, тобто з прискореним аналізом, і система аналізу в реальному масштабі часу [2]. Електроди, що застосовуються для реєстрації ЕКГ, мають відповідати певним вимогам: з одного боку, вони повинні забезпечити стабільний і якісний прийом сигналу, а з іншого — не викликати подразнення шкіри при тривалому контакті з нею. Найкращу і стабільну провідність мають електроди з хлориду срібла, у яких металевий центр з'єднаний зі шкірою через насичену провідним гелем губку. У класичних реєстраторах використовується магнітна стрічка, у цьому разі реєстратор виконує роль магнітофона, що носить під час дослідження пацієнт. Реєстратори використовують джерела постійного струму, батарейки або акумулятори. Швидкість руху стрічки у пристрої становить 1 мм/с. Після добового моніторування дані, зареєстровані на стрічці або в електронній пам'яті реєстратора, передаються на стаціонарний прилад, що дає можливість відтворення й аналізу ЕКГ. Стаціонарний прилад — це комп'ютер, що завдяки відповідній програмі надає такі можливості, як: відтворення добової ЕКГ; аналіз добової ЕКГ; різні форми подання і

документації добової ЕКГ; різні форми подання і документації результатів аналізу ЕКГ. Для місця накладання електродів обирається ділянка грудної клітки з найменшою рухливістю і невеликою кількістю підшкірної жирової клітковини і малою товщиною м'язів. Накладають електроди в місцях, де немає великих груп м'язів, щоб уникнути деформації сигналу під час звичайної активності пацієнта, скорочення м'язів, дихальних рухів [6, 28].

Отже, проаналізовані діагностичні методики дають можливість провести комплексне дослідження стану серцево-судинної діяльності, провести аналіз порушень та своєчасно виявити недоліки в роботі серця та в подальшому провести необхідну терапію.

Список використаної літератури:

1. Керівництво з кардіології / за ред. В. М. Коваленко. К.: МОРИОН, 2008. С. 244-247.
2. Сучасні додаткові методи обстеження серцево-судинної системи: навчальний посібник / Ю. М. Мостовой, Л. В. Распутіна, О. Г. Обертинська та ін.; за ред. проф. Ю. М. Мостового. Львів: Видавець Марченко Т. В., 2022. С. 122-133.
3. Поташев С. В. Сучасна тканинна доплерографія в клінічній практиці: можливості та сфери використання. *Серцева недостатність*. 2011, №2. С. 2-13.
4. Мостовой Ю. М. Распутіна Л. В., Діденко Д. В. Ехокардіографія в практиці сімейного лікаря (Основи методу та діагностична цінність) *Здоров'я України*. 2015. Т. 17, № 366. Режим доступу: <https://health-ua.com/article/5045-ehokardografya-v-praktitc-smejnego-lkarya-osnovi-metodu-ta-dagnostichna-tcn>
5. Іванів Ю., Оришин Н. Клінічна ехокардіографія. Київ: Четверта хвиля, 2020. 307 с.
6. Целуйко В. Й. Курс лекцій з клінічної кардіології. Київ, 2020. 591 с.
7. Gritsenko O. V., Chumakova G. A., Trubina E. V. Features of speckle tracking echocardiography for diagnosis of myocardial dysfunction. *Cardiosomatics*. 2021. Vol. 12, No. 1. P. 5-10. DOI: 10.26442/22217185.2021.1.200756
8. Schwarzwald CC. Equine Echocardiography. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2019 Apr; 35(1):43-64. doi: 10.1016/j.eveq.2018.12.008.
9. Mohamed AA, Arifi AA, Omran A. The basics of echocardiography. *J Saudi Heart Assoc*. 2010 Apr; 22(2):71-6. doi: 10.1016/j.jsha.2010.02.011.
10. Режим доступу: <https://ecgwaves.com/topic/doppler-effect-and-doppler-studies-in-echocardiography/>
11. Judy R. Mangion, 2 - M-Mode Imaging, Editors: Scott D. Solomon, Justina C. Wu, Linda D. Gillam, *Essential Echocardiography*, Elsevier, 2019, P. 16-26.
12. Е. В. Блинова, Т. А. Саханова, Е. С. Юрасова, А. Е. Комлев, Т. Э. Имаев. Фонокардиография: новые возможности в свете цифровых технологий. *Кардиологический вестник*. 2018; 13(2): С. 15-18.
13. Краснов Л. А. Фонокардиография. Технические средства электронной и компьютерной диагностики в медицине. Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. инт». 2013. 64 с.
14. Юрасова Е. С., Блинова Е. В., Сахнова Т. А. К истории векторкардиографии. *Терапевтический архив*. 2022.
15. Руководство по кардиологии, под ред. Е.И. Чазова, т. 2, с. 110, М., 1982.
16. Quesada O, Shandhi MMH, Beach S, et al. Use of Ballistocardiography to Monitor Cardiovascular Hemodynamics in Preeclampsia. *Womens Health Rep (New Rochelle)*. 2021;2(1):97-105.
17. Baule G., McFee R. Detection of the magnetic field of the heart. *American Heart Journal*. 1963. 66(1): 95–96. DOI: [https://doi.org/10.15407/10.1016/0002-8703\(63\)90075-9](https://doi.org/10.15407/10.1016/0002-8703(63)90075-9)
18. Cohen D., Edelsack E.A., Zimmerman J.E. Magnetocardiograms taken inside a shielded room with a superconducting point-contact magnetometer. *Appl. Phys. Lett*. 1970. 16(7): 278–280. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.1653195>
19. Primin M., Nedayvoda I. Mathematical model and measurement algorithms for a dipole source location. *International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics*. 1997. 8(2): 119–131.
20. 8. Primin M., Nedayvoda I. Inverse problem solution algorithms in magnetocardiography: new analytical approach and some results. *International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics*. 2009. 29(2): 65–81. DOI: <https://doi.org/10.3233/JAE-2009-1001>

21. 9. Primin M.A., Nedayvoda I.V. A Method and an Algorithm to Reconstruct the Spatial Structure of Current Density Vectors in Magnetocardiography. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2017. 53(3): 485–494. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10559-017-9950-6>
22. Hailer B., Chaikovsky I., Auth-Eisernitz S., Schäfer H., Steinberg F., Grönemeyer D.H.W. Magnetocardiography in CAD with a new system in an unshielded setting. *Clinical Cardiology*. 2003. 26(10): 465–471. DOI: <https://doi.org/10.1002/clc.4960261007>
23. Wacker-Gussmann A, Strasburger JF, Wakai RT. Contribution of Fetal Magnetocardiography to Diagnosis, Risk Assessment, and Treatment of Fetal Arrhythmia. *J Am Heart Assoc*. 2022;11(15):e025224. doi:10.1161/JAHA.121.025224
24. Wang TKM, Ayoub C, Chetrit M, et al. Cardiac Magnetic Resonance Imaging Techniques and Applications for Pericardial Diseases. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2022; 15(7):e014283. doi:10.1161/CIRCIMAGING.122.014283
25. Тюрин И.Е. Компьютерная томография органов грудной полости. ЭЛБ-СПб., 2003. 371 с.
26. Федьків С.В. Магнітно-резонансна томографія як сучасний метод візуалізації в кардіології. *Серцева недостатність*. 2013. № 2. С. 5-13.
27. Силян А.Ю., Лесняк В.Н. Магнітно-резонансна томографія серця в клінічній практиці. *Клінічеська практика*. 2013. № 1. С. 67-76.
28. Tseluiko, V. I., & Radchenko, O. V. (2016). Холтерівське моніторування в діагностиці порушень ритма і провідності серця. *Ліки України*, (5-6(201-2)), 22–35. [https://doi.org/10.37987/1997-9894.2016.5-6\(201-2\).204729](https://doi.org/10.37987/1997-9894.2016.5-6(201-2).204729)

УДК 577.3:004.93

Остафійчук Д.І. , Ралик Д.М. , Касянюк В.О.

БІОМЕДИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ (новітні дослідження в медицині)

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

ostafiichukdmytro@gmail.com , ralyk1929.med@bsmu.edu.ua ,

kasyanyukvlad5.med@bsmu.edu.ua

Анотація: В статті оглядово визначено новітні дослідження в медицині, які значно якісно покращують біомедичні, діагностичні, лабораторні методи діагностики, виділено роль необхідних технологій в експертній оцінці функціональних порушень опорно-рухової та нервової системи; визначено роль методу біоімпедансного аналізу при виявленні та диференціації меланомних захворювань шкіри; відмічено вплив ультразвукового випромінювання у вдосконаленні методики фізіотерапевтичного впливу на біотканину; охарактеризовано метод реографії, як ефективний метод діагностики стану кровонаповнення органу чи судин; відмічено ефективність поєднання методів спекл-інтерферометрії та проточної цитометрії для аналізу характеристик крові людини.

Ключові слова: Спекл-інтерферометрія, проточна цитометрія, лазери, реографія, коагуляція, ультразвук, біоімпедансометрія, біомеханіка, біомедичні технології.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є фрагментом науково-дослідної роботи “Сучасні аспекти біофізичних досліджень у контексті розвитку природничих наук”, номер державної реєстрації 0120U102559 .

Мета дослідження: аналіз новітніх досліджень у біомедичних технологіях, які дають реальну можливість їх використання в медицині; проаналізувати можливість використання новітніх технологій у процесі вивчення біофізики в закладах медичної освіти.

Біомеханіка стопи людини. Серед захворювань опорно-рухового апарату провідне місце займають деформації стопи. Біомеханіка стопи розглядається з точки зору її опорної та ресорної функції. При визначених механічних перенавантаженнях систем, що підтримують склепіння – порушуються функції стопи, спотворюється руховий стереотип, відбуваються перерозподіли сил, які передаються на інші відділи опорно-рухового апарату в результаті чого виникають відхилення від норми, які виражаються в патологічних змінах. Для об'єктивної оцінки розподілу навантаження, викликаного вагою тіла людини, необхідні клінічний аналіз руху та постуралогічне обстеження. При аналізі навантажень на стопу, необхідно враховувати ударні навантаження, як один з видів динамічних. У медицині розроблено новий комплексний метод аналізу опорного навантаження, який дозволяє оцінити статичну і динамічну складові навантаження на стопу. Проведеними дослідженнями встановлено, що максимальний контакт з опорою має передній відділ стопи у фазі відштовхування, потім задній відділ стопи у фазі приземлення, найменший – середній відділ стопи у фазі перекату. При збільшенні швидкості переміщення та довжини кроку збільшуються ударні навантаження. У людей з вкороченням довжини однієї з нижніх кінцівок, збільшується сумарне навантаження на опорну кінцівку, а фактор опорної сили за статичною і динамічною складовою, можна використовувати як діагностичний критерій, який впливає на визначення деформації стопи. Розрахунок коефіцієнту детермінації визначає наявність певної деформації стопи, яка визначається величиною опорної сили. Особливості стояння, ходи, циклу кроку та опорних властивостей визначається біомеханічними параметрами стопи. Результати досліджень можуть бути використані в науково-дослідницькій діяльності та бути основою експертної оцінки функціональних порушень опорно-рухової та нервової системи [1] .

Біоімпедансний аналіз діагностики стану шкіри. Здатність біологічної тканини чинити опір протіканню електричного струму вважається пасивною електричною властивістю, що використовується при діагностиці в біоімпедансометрії. Найбільш раціональним є використання біоімпедансного аналізу в практичній дерматології, як додаткового діагностичного інструменту. Будь-які відхилення від нормального

функціонування організму, зміна стану біотканини супроводжується структурними та електричними змінами, які можливо зареєструвати. Тому електропровідність та імпеданс будуть змінюватись залежно від проходження струму через різні типи біотканини (клітину, шар шкіри, м'язи і т.ін.). Електричний струм зазнає найбільших змін при проходженні рогового шару та протіканні через мембрани клітин. Високочастотний струм протікає через клітини найкоротшим геометричним шляхом, низькочастотний струм (до 500 кГц) оминає ядра і органели, рухається по цитоплазмі, шляхом найменшого опору.

Біоімпедансний метод є неінвазивним методом оцінки стану досліджуваного біооб'єкта і дає можливість стежити за змінами шкіри, алергічними реакціями, метаболічними процесами, існує також можливість використання методу для діагностики меланоми, інших захворювань у верхніх шарах шкіри.

Меланома, як злоякісне новоутворення, виникає за рахунок трансформації пігментних клітин шкіри і відрізняється від інших шкірних патологій швидким поширенням та метастазуванням у лімфатичні вузли. Проведеними дослідженнями встановлено, що значення імпедансу меланомних злоякісних тканин змінюється залежно від фізіологічних станів, природи новоутворень та їх дислокації і значення імпедансу дуже відрізняється для здорових і патологічних біотканин. Для біоімпедансного методу використовують імпедансний аналізатор на основі інтегральної мікросхеми АDB940. По активному каналу аналізатора стимулюється шкіра фоновим сформованим сигналом, по пасивному каналу – відбувається реєстрація сигналу, що протікає через біологічний об'єкт. Відмічено, що за частот 300 кГц до 750 кГц існують суттєві ємнісні відмінності для здорових та ракових тканин, тому існує реальна можливість диференціації захворювань шкіри, в тому числі меланом [2] .

УЗ випромінювання та коагуляція. Сучасна медицина має широкий вибір медикаментозних засобів лікування, що викликає в багатьох випадках адаптацію до них, зниження лікувального ефекту, виникнення алергічних реакцій. На противагу більшість фізичних факторів лікування стимулюють власні сили організму для боротьби з хворобою, не створюючи побічних ефектів.

Одним з фізичних факторів впливу є ультразвук. Під впливом УЗ відбувається мікровібрація на клітинному рівні, стимулюються процеси мікроциркуляції, змінюється (збільшується) проникність клітинних мембран, змінюється концентрація різних речовин в клітині та ззовні.

Важливим компонентом у механізмі біологічної дії ультразвуку є утворення мікродіафрагм у середині клітини, тобто в об'ємі клітин створюються акустичні потоки, які призводять до переміщення внутрішньоклітинних утворень і зміни їх просторової орієнтації.

Такі зміни підвищують функціональну активність клітини, її чутливість до фізичних і хімічних факторів. Тому при дії УЗ на кров відмічено вплив на процес коагуляції альбуміну. Речовини, які містять альбумін називають альбуміноїди. Альбуміноїдами є також сироватковий альбумін, складова частина крові і спинномозкової рідини. Кров протікає по капілярній стіні, забезпечує біотканини поживними речовинами і очищає від продуктів розпаду тому перевищення безпечного рівня інтенсивності та тривалості ультразвукового випромінювання призводить до зміни параметрів кровонаповнення та тромбування капілярного кровотоку.

Проведені результати досліджень та математичного моделювання впливу УЗ на біологічне середовище показали, що, чим довший час впливу УЗ випромінювання, тим більше порушується цілісність клітинної мембрани, посилюється процес коагуляції в біологічному середовищі. Первинні процеси коагуляції в крові альбуміну відбуваються при частоті УЗ більше 42 кГц і посилюється при збільшенні часу опромінення, частоти та інтенсивності ультразвуку. Отримані дані використовують для роботи фізіотерапевтичного апарату з системою УЗ ванни для лікування кінцівок рук та ніг, при впливі УЗ випромінювання через рідину. У перспективі можливо розроблення ефективних режимів дії УЗ коливань у різних рідинних середовищах [3].

Інформативна реографія. Хвороби системи кровообігу є найбільш розповсюдженою патологією. Ефективним неінвазійним методом діагностики стану кровонаповнення органу чи судин, стану судинної системи, в цілому, є реографія. Використання її результатів дає можливість виявити порушення кровообігу, стану судин, ефективність та обґрунтованість терапії, лікувально-реабілітаційні заходи.

Реографічні дослідження проводяться на реографах визначеного класу за визначеними технічними характеристиками: кількість реографічних каналів, амплітуда вимірювального струму, діапазон вимірювання базового опору.

Методика реографічних досліджень проводиться відповідною схемою за основними параметрами: амплітуда систолічної хвилі, реографічний показник, дикротичний індекс, діастолічний індекс, час розповсюдження нульової хвилі, період швидкого наповнення, період повільного наповнення, базовий імпеданс, показник тону артерії розділення, показник тону артерії спротиву.

Аналіз результатів дослідження проводиться за принципом інформативності. Інформативність – це характеристика, яка показує, наскільки параметр дозволяє характеризувати стан пацієнта або порушення функцій, що досліджується. Для визначення

інформативності параметрів реографії використовуються методи математичної статистики за сформованим алгоритмом [4].

Лазери для дослідження крові. На сьогоднішній день інтенсивно впроваджуються лазерні технології в біомедичні дослідження. Лазери ефективно використовуються при проектуванні апаратів медичної діагностики.

Дослідження біохімічних параметрів та формених елементів крові за допомогою лазерів відіграють важливу роль. Широке впровадження лазерів у практику наукових досліджень здійснили вагомий вплив на розвиток нових методів діагностики і терапії.

Тому лазер у даному випадку використано для дослідження параметрів крові з використанням спекл-інтерферометрії та елементів проточної цитометрії для підвищення достовірності та точності визначення параметрів крові. Статичні властивості спекл-інтерферометрії, під час опромінення лазерним променем жорсткої поверхні не залежить від характеристик рельєфу поверхні. Більшість поверхонь, що пропускають чи відбивають лазерне випромінювання, є екстремально жорсткі відносно довжини хвилі. Основний вклад у розсіювання світла вносять ділянки поверхні з так званими центрами (точками) розсіювання. При збільшенні жорсткості і величини освітлювальної ділянки, число точок розсіювання (випромінювання) зростає. Відбита від площини хвиля складається з вкладів від великого числа малих ділянок поверхні, які можна вважати незалежними центрами розсіювання.

Даний лазерний прилад заснований на методах аналізу об'єктивних та суб'єктивних спеклів під час опромінення крові висококогерентним лазерним променем. Об'єктивна спекл-картина формується у всьому просторі перед поверхнею, що освітлюється. Суб'єктивна спекл-картина виникає при відображенні розсіювальної поверхні на екран за допомогою оптичної системи. Це дає можливість дослідження характеристик крові людини (форма та розмір формених елементів крові, концентрація мікрочастинок у крові, їх кількість) на основі механізму формування спекл-картин та спекл-структур.

Лазерний прилад (вдосконалений) для дослідження характеристик крові дає можливість підвищити достовірність визначення параметрів крові та виконати попередню діагностику цілого ряду захворювань. Наукова новизна полягає у вдосконаленні методу лазерного аналізу крові з використанням спекл-інтерферометрії. До даної методики додано елементи проточного цитометра для отримання широкого спектру результатів аналізу, підвищення достовірності та точності визначення параметрів крові. Поєднання проточної цитометрії та спекл-інтерферометрії є перспективною методикою не тільки для аналізу характеристик крові людини, а також для інших біологічних об'єктів [5,6].

Система аналізу асиметрії КТ-зображень при патології. Деменція – розлад мозку, який впливає на нормальну роботу мозку через втрату нейронів чи їх функціональності. Деменція включає такі симптоми як втрата пам'яті, відсутність міркувань і суджень, проблеми з промовою, розумінням мови, зміни в особистості.

Вченими був розроблений алгоритм та побудова комп'ютерної системи для автоматичного виявлення і візуалізації асиметрії КТ-зображень шляхом їх порівняння зі своїм дзеркальним відображенням відносно побудованої осі симетрії. Дослідження базується на тому, що асиметрія мозку змінюється в результаті розвитку ранньої та прогресуючої деменції. Оцінка асиметрії в корі головного мозку базується на структурній магнітно-резонансній томографії. Досліджено і встановлено закономірності певної асиметрії в корі головного мозку за допомогою МРТ і методів комп'ютерного зору. Визначено алгоритм сегментації та візуалізації відмінностей у симетрії правої та лівої півкуль головного мозку та генерування ознак симетрії. Даний алгоритм допомагає оцінити асиметричні ділянки головного мозку, визначити місце і форму патології.

Сама система автоматичного виявлення та візуалізації асиметричних ділянок КТ/МРТ/ПЕТ-зображень забезпечує виділення в кольорі патологічно змінних ділянок. В інтерфейсі передбачена можливість гнучких налаштувань чутливості алгоритму до амплітудних та розмірних параметрів несиметричних деталей [7].

Список використаної літератури

1. Н.Ромакина, А.Федонников, С.Киреев та ін. «Использование методов биомеханики в оценке состояния и коррекции патологии опорно-двигательной системы (обзор). *Саратовский научно-медицинский журнал*, №3. С.310-316. 2015.
2. В.Мартиненко, М.Терашенко «Біоімпедансний аналіз в діагностиці стану шкіри» *Bull. Kyiv. Polytech. Inst. Ser. Instrum. Mak.* вип. 62(2) с.82-87. 2021
3. М.Тереженко, F.Vasko, Shevchenko V. «Оцінка впливу ультразвукового випромінювання на коагуляцію альбуміну», *Kyiv. Polytech. Inst. Ser. Instrum. Mak.* вип. 55(1) с.133-138. 2018
4. Голованова И.С. Выбор информативных признаков. Оценка информативности / И.С. Голованова. - Томск: ТПУ.2003. 18с
5. Пішак В.П. Гістологія з основами гістологічної техніки / Пішак В.П., Федонюк Л.Я., Зажаєва В.В. та ін. Київ Кондор 2006. с.598
6. А.Г.Байкова, М.Ф. Богомолів, В.В. Шликов Лазерний прилад для дослідження характеристик крові. *КПІ. Біомедична інженерія і технологія.* №8 (2022) с.31-39
7. Атамась В.В. Система аналізу асиметрії КТ-зображень для удосконалення процедур виявлення патології: дипломна робота магістра: 122 Комп'ютерні науки. Київ, 2022. 106 с.

УДК 611.127.018.28-053.31

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

МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА ТА ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН МІТРАЛЬНОГО КЛАПАНА СЕРЦЯ ДІТЕЙ ГРУДНОГО ВІКУ

*Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці**pentelejchuk.nataliia@bsmu.edu.ua , malyk.yuliia@bsmu.edu.ua ,**semeniuk.tetiana@bsmu.edu.ua*

Анотація. У роботі вивчалася мікроскопічна будова та поляризаційні властивості тканин сухожилкових струн мітрального клапана серця дітей грудного віку в нормі на основі гістологічних зрізів. Дослідження виконане за допомогою світлової мікроскопії показало, що сухожилкові струни мітрального клапана серця дітей грудного віку належать до фіброзно-м'язового та фіброзного типів. Метод лазерної поляриметрії підтвердив тканинну диференціацію сухожилкових струн мітрального клапана серця дітей грудного віку завдяки їх оптичних властивостей.

Ключові слова. Сухожилкові струни, мітральний клапан, діти грудного віку, поляриметрія.

Вступ. Усі складові клапанного апарату серця (КАС): стулки, сухожилкові струни (СС), сосочкоподібні м'язи (СМ) несуть велике морфологічне навантаження, забезпечують нормальну гемодинаміку, структуру серцевого викиду і біомеханіку серця в цілому. Ушкодження навіть однієї складової КАС призводить до структурної реорганізації ендотелію та сполучнотканинних компонентів, що у свою чергу призводить до порушення гемодинаміки, морфологічної зміни та патології КАС в цілому [2, 3, 4, 6].

Однак результати досліджень показали, що наявні високоінформативні інструментальні методи обстеження не дають належної інформації ні про істинну глибину пошкодження, ні про зворотність процесу. У зв'язку з цим виникає потреба нових методик для вивчення патологічних змін людського організму.

Тому на даний час є актуальними та перспективними в цьому напрямку фізичні методи дослідження з використанням методик кореляційної оптики, які вивчаючи явища світлорозсіяння, дозволяють отримувати об'єктивні дані динаміки змін досліджуваних тканин організму [1, 5].

Мета дослідження. Вивчення гістологічних препаратів сухожилкових струни мітрального клапана серця дітей грудного віку за допомогою світлової мікроскопії, а також за допомогою метода лазерної поляриметрії.

Матеріал і методи. Дослідження СС були проведені на 64 мітральних клапанах (МК), взятих із сердець дітей грудного віку, 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, проводили їх фарбування за стандартними методиками та методом ван-Гізон-Вейгерт, Слінченко.

Для оцінки діагностичних можливостей статистичного аналізу зображень тканин СС МК досліджувалися тонкі, поздовжні, заморожені, депарафінізовані не зафарбовані гістологічні зрізи (28 препаратів).

Результати дослідження та їх обговорення. Дослідження, виконані за допомогою світлової мікроскопії, показали, що поверхня СС МК серця у дітей грудного віку вкрита ендотеліоцитами - клітинами плоскої форми, витягнутими у довжину, що в один ряд лежать на базальній мембрані. Ядра клітин видовженої форми, паралельно спрямовані до базальної мембрани.

Під ендотелієм ендокарду, локалізується підендотеліальний шар, у якому спостерігаються тонкі тяжі еластичних волокон у вигляд сітки та фарбуються за методом ван-Гізон-Вейгерт у коричневий колір.

У проміжках між еластичними волокнами виявляються тонкі хаотично розташовані колагенові волокна оточені аморфною речовиною.

Основу СС складає щільна оформлена волокниста сполучна тканина, яка на гістологічних препаратах представлена упорядкованими, щільно упакованими, пучками колагенових волокон між якими розташовані клітини фібробластичного ряду у складі міжклітинної речовини (рис. 1).

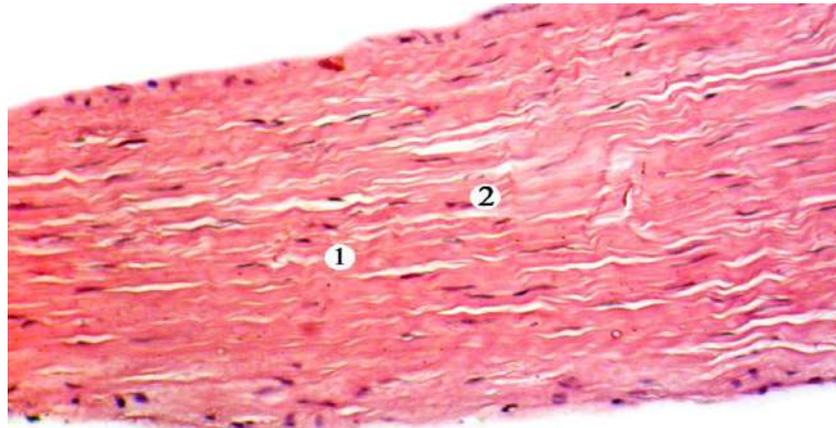


Рис. 1. Поздовжній зріз сухожилкової струни мітрального клапана дитини грудного віку, 9 місяць. Забарвлення гематоксилином і еозином. Мікрофотографія. Зб.: 150^x:

1 – колагенові пучки; 2 – клітини фібробластичного ряду.

У ділянці відходження СС від верхівки СМ виявлено окремі групи поперечно-посмугованих серцевих м'язових волокон (утворені окремими м'язовими клітинами), що вплітаються у СС та оточені прошарками пухкої волокнистої сполучної тканини.

Морфологічна будова СС МК з точки зору лазерної оптики, представлена, як двокомпонентно аморфна і оптично анізотропна (колагенові, еластичні волокна та м'язові клітини) матриця, архітектоніка якої описується матрицею Мюллера. СС МК складається, в основному, із щільних пучків колагенових волокон, поодиноких еластичних та м'язових клітин. З оптичної точки зору будову СС у нормі можна представити у вигляді щільнокомпактованих однаково направлених оптично-активних структур – колагенових, еластичних волокон та міозинових філаментів, які утворюють орієнтовану одноосьову кристалооптичну структуру, здатну змінювати параметри поляризації первинно плоскополяризованого лазерного пучка. У нормальному фізіологічному стані СС поляризаційна структура лазерного випромінювання переважно визначається оптичною активністю міозинових філаментів і виглядає як статистичний розподіл тільки азимутів поляризації.

Нижче наведені координатні мапи поляризаційних розподілів зображень зрізів СС МК для різних станів поляризації зондуючого та аналізуючого лазерних пучків (Рис. 2А, Рис. 2Б, Рис. 2В).

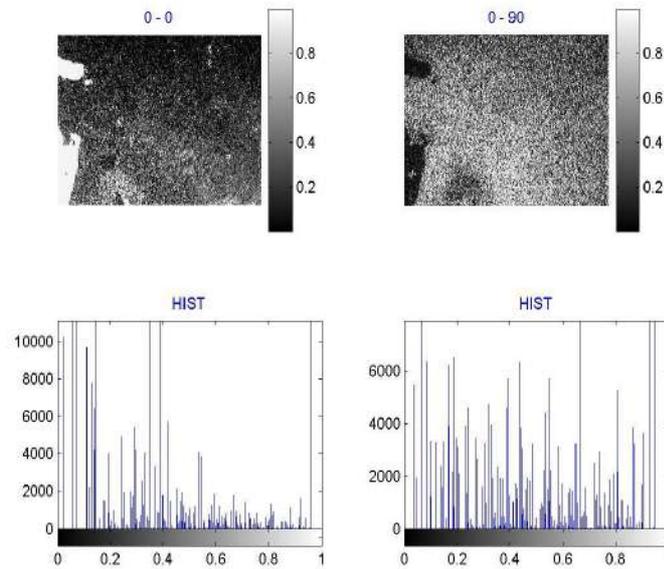


Рис. 2А Координатна (за інтенсивністю) та статистична структура двомірного розподілу інтенсивності поля лазерного зображення гістологічного зрізу А сухожилкової струни мітрального клапана дитини грудного віку.

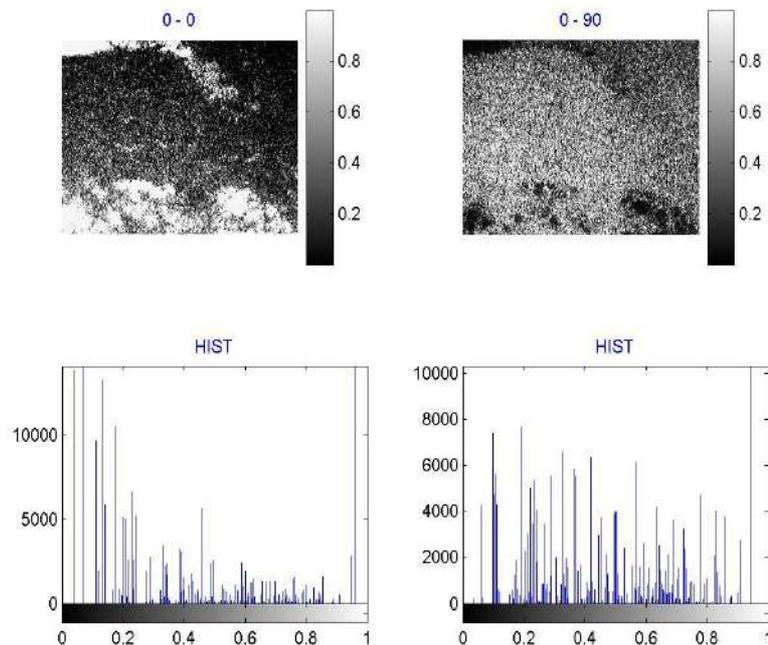


Рис. 2Б Координатна (за інтенсивністю) та статистична структура двомірного розподілу інтенсивності поля лазерного зображення гістологічного зрізу Б сухожилкової струни мітрального клапана дитини грудного віку.

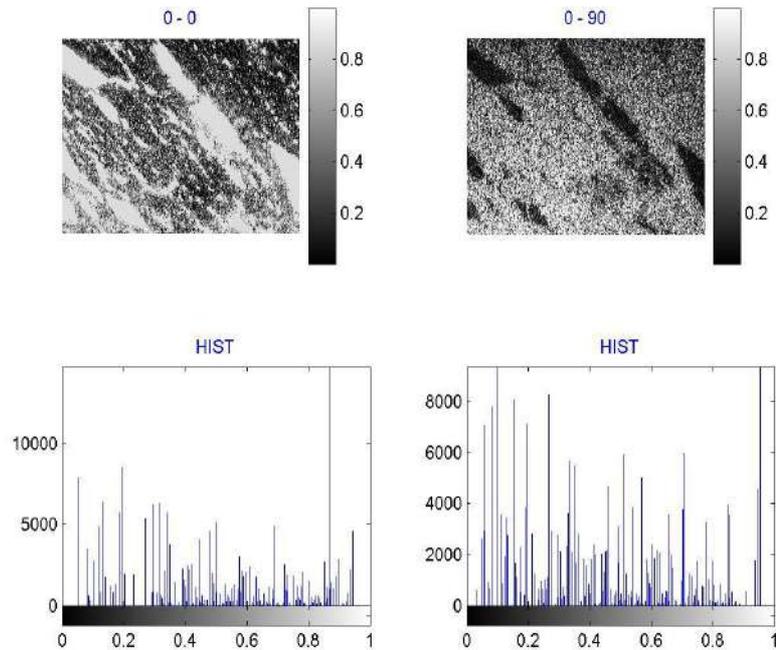


Рис. 2В Координатна (за інтенсивністю) та статистична структура двовірного розподілу інтенсивності поля лазерного зображення гістологічного зрізу В сухожилкової струни мітрального клапану дитини грудного віку.

Порівняльний аналіз сукупності гістограм випадкових значень параметрів інтенсивності зображення тканини «А» виявляє їх достатньо симетричну будову. Зміни в орієнтаційно-фазовій структурі кристалічних сіток тканин СС «Б», «В» виявляються у асиметрії розподілів параметрів відповідних поляризаційних зображень (Рис. 2А, 2Б).

Висновки. Таким чином, виконані світлооптичні та поляризаційні дослідження СС МК серця дітей грудного віку дали можливість диференціювати у їх складі колагенові, еластичні волокна та м'язові клітини, а також дозволили встановити параметри норми поляризаційних властивостей тканин СС та їх класифікацію.

Список використаної літератури

1. Бачинський В.Т., Ванчуляк О.Я., Сивокоровська А-В.С., Гарздюк 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. Попадинець О.Г., Саган О.В., Дубина Н.М. Клапани серця людини: розвиток, макро- та мікроскопічна будова, особливості кровопостачання. *Буковинський медичний вісник*. 2014. Т. 18, № 4 (94). С. 212–216.
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. Снісар О.С. Структурні особливості клапанів та фіброзних кілець серця людини в нормі. *Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка*. 2011. № 18. С. 186–191.
5. Ушенко О.Г., Пішак В.П., Пересунько О.П., Ушенко Ю.О. Поляризаційна корелометрія біологічних тканин людини. Чернівці: Рута. 2007. 606 с.
6. Shengda Chen, Candra Ratna Sari, Hao Gao, Yang Lei, Patrick Segers. Mechanical and morphometric study of mitral valve chordae tendineae and related papillary muscle. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.104011>.

УДК 621.317.72:615.47

Пащенко В. В., Єгоренков А. І., Сазонов Е. А., Сорокопуд К. Ю.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СЕЧОВОГО АКУМУЛЯТОРА У ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ МЕДИЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

ekaterinasorokopud996@gmail.com

Анотація

Темою цієї роботи є представлення сечі, як можливого джерела енергії для живлення медичних пристроїв, що забезпечують підтримку життєдіяльності людини, зокрема інсулінової помпи, імплантатів тощо.

Метою цієї роботи є створення моделі сечового акумулятора та демонстрація його потенціалу, як джерела живлення, виявлення актуальності його використання в умовах дефіциту електроенергії, доведення доцільності використання сечового акумулятора шляхом демонстрації його роботи та аплікацій для цього.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, сеча, електроліз, сечовий акумулятор.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Сучасні тенденції використання альтернативних джерел енергії, пов'язаних з життєдіяльністю людини

Із розвитком суспільства та через нестачу енергоносіїв стає зрозумілим, що майбутнє людства базується на впровадженні електрогенерації з допомогою відновлюваних або необмежених ресурсів, зокрема пов'язаних із життєдіяльністю людини [1]. Замість винайдення нових способів отримання енергії можна спробувати зменшити зайві витрати енергії людством її повторним перетворенням, наприклад, використавши енергію тепла людини [2,3], енергію внаслідок кремації, спалювання екскрементів [4], сміття тощо [3].

Одним із напрямів сучасних досліджень у галузі відновлюваної енергетики є використання сечі, як продукту життєдіяльності людини, у якості джерела енергії.

Можна виділити основні переваги людської сечі як джерела енергії:

- відновлюване джерело енергії;
- легкодоступне джерело енергії;
- нейтральне до навколишнього середовища (органічний продукт).

Разом з цим неможливо не зазначити досить суттєві проблеми:

- низька ефективність;
- проблема збору і транспортування.

Сеча як електроліт. Отримання електричної енергії з сечі за допомогою сечового акумулятора

Сечова кислота — це гетероциклічна сполука вуглецю, азоту, кисню та водню з формулою $C_5H_4N_4O_3$. Вона утворює іони та солі, відомі як урати та кислотні урати, такі як кислотний урат амонію [5].

Калій є переважаючим внутрішньоклітинним катіоном. У нормі його кількість у клітинах значно перевершує його кількість у плазмі крові, що зумовлено необхідністю проведення нервового імпульсу в нервових клітинах, скорочення скелетної мускулатури, міокарда і гладком'язових клітин. Крім того, калій бере участь у регуляції рН плазми. В основному, він виводиться з організму нирками, а його вміст у сечі безпосередньо залежить від концентрації в плазмі. На противагу калію, натрій — це основний катіон позаклітинного середовища. Він є осмотично активною речовиною, що забезпечує розподіл води в організмі. У нормі він, в основному, виводиться нирками.

Хлор є основним аніоном позаклітинного середовища. Хлор певним чином слідує за катіоном натрію, тому, як правило, підвищення концентрації натрію в сечі супроводжується підвищенням концентрації хлору в сечі, і навпаки. Крім того, хлор заповнює витрати іона бікарбонату, що виникають при метаболічному ацидозі. Таким чином, основна роль хлору полягає в забезпеченні електролітного і кислотно-лужного балансу.

Наведена кількість важливих для експерименту іонів та їх солей: Натрій: 40-220 ммоль/л; Калій: 25-125 ммоль/л; Хлор: 120-170 ммоль/л [6].

Підвищення ефективності сечового акумулятора

Процес електролізу викликає окислення сечовини, яка містить чотири атоми водню в кожній своїй молекулі. Через те, що водневі атоми в молекулі сечовини мають не такі міцні зв'язки, як, наприклад, в молекулі води, необхідна невелика кількість енергії для їх розриву, що забезпечує більш низьку вартість кінцевого продукту [7].

Відомо, що якщо розділити чисту воду і солону воду напівпроникною мембраною, то виникне слабкий струм за рахунок руху іонів з ємності з солоною водою в ємність з чистою водою. Відомо також, що деякі бактерії теж здатні генерувати слабкий струм, окислюючи органічні матеріали і позбавляючись від електронів. Американські біохіміки запропонували об'єднати обидва способи в одному — сконструювати ланцюжок з осмотичних мембран, а на останньому аноді задіяти бактерії. Виявилось, що якщо забезпечити бактерії достатньою

кількістю органічного матеріалу (вчені використовували ацетат), то цієї «електроустановки» цілком достатньо, щоб звільнити атоми водню з молекул води.

Вчені провели досліди і переконалися, що водень виробляється безперервним потоком до тих пір, поки не закінчується запас ацетату. Далі водень чекає та сама доля, як і в попередньому пристрої [8].

Вирішення питання транспортування сечі

Група співробітників Університету Західної Англії розробила так звану сечову шкарпетку. Їх розробка – оригінальна енергетична установка, яка виробляє електрику з речовин, що містяться в сечі.

Сечові шкарпетки містять ряд м'яких силіконових трубок, що вистилають п'яти, які ведуть до маленьких мікробних паливних елементів, розташованих біля щиколотки. При ходьбі сеча механічно прокачується з камери об'ємом 640 мл крізь силіконові труби в паливні елементи, де колонії бактерій перетворюють рідкі поживні речовини в електричний заряд.

Шкарпетки поки не готові до виробництва, оскільки розробникам не вдалося вирішити невелику, але важливу проблему — як, власне, збирати сечу. Але як тільки це питання буде розв'язано, шкарпетки зможуть знайти застосування в різних галузях — від військових операцій до медичних процедур [9], [10].

Експеримент

Будова запропонованої моделі сечового акумулятора

Для проведення експерименту нами створено модель сечового акумулятора (рис. 1), що складається з баночки для сечі, у кришці якої знаходяться дві перфорації. Через одну з них у баночку проходить мідний дріт (катод), а через іншу — цинкова пластина (анод). Зовні до катода й анода кріпиться окремо по тонкій сталевій пластинці. Для вимірювання напруги на електродах використовується мультиметр.

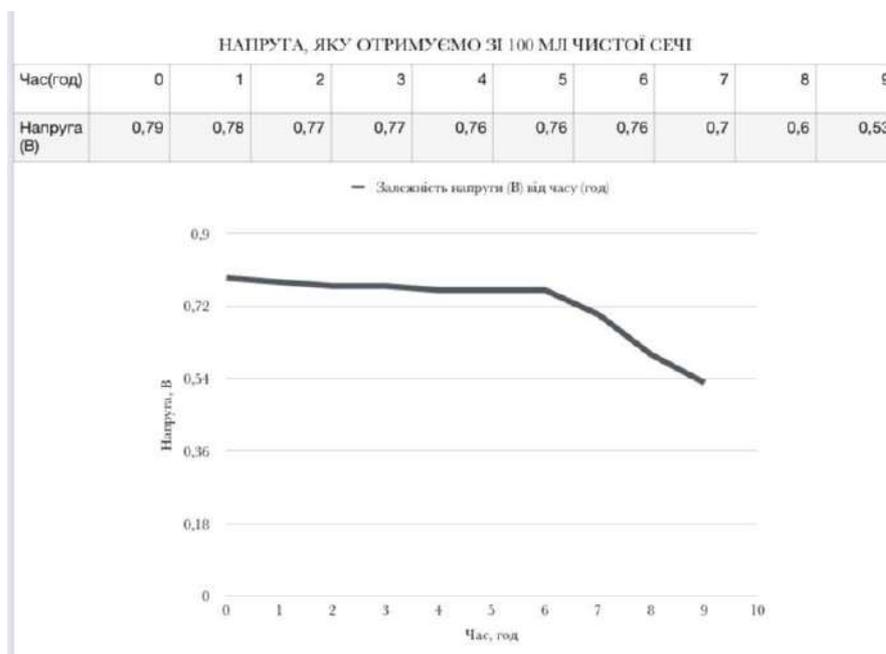


рис. 1

Напруга, отримана з сечі

Для отримання результатів дослідження було використано 100 мл свіжої сечі здорової людини. На початку експерименту мультиметр показав напругу 0,79 В. Свіжа сеча поводити себе стабільно впродовж шести годин. За результатами декількох експериментів було виявлено, що покази напруги зменшувались від 0,79 В до 0,53 В впродовж 9 годин спостережень (табл.1)

Таблиця 1



Запалення світлодіоду сечовим акумулятором

Для запалення світлодіоду було внесено корективи в конструкцію акумулятора. Було використано 6 однакових попередньо описаних пристроїв. Три акумулятори з'єднали послідовно, далі дві такі конструкції з'єднали паралельно в єдину батарею. Світлодіод потребував напругу у 1,5 В (рис.2)



рис.2

Потенціал сечового акумулятора у живленні медичних пристроїв

Інсулінова помпа - це спеціальний медичний девайс, що слугує для введення в організм хворого інсуліну на постійний періодичній автономній основі. Пацієнт має лише час від часу перезаряджувати пристрій інсуліном та ще рідше замінювати батарейки. Однією з проблем інсулінової помпи є випадки кетоацидозу. Це стається внаслідок несподіваної проблеми з акумулятором, через що пацієнт не отримує інсулін короткої дії впродовж годин. Щоб не ставити хворого у небезпечне становище, ми пропонуємо використовувати сечовий акумулятор, як джерело енергії для помп. В інструкції до інсулінової помпи «Акку-Чек Спіріт Комбо» зазначається: «Для роботи насоса потрібна одна лужна (LR6) або літєва (FR6) батарея AA 1,5 В ємністю не менше 2500 мАг» [11]. На наше переконання сечовий акумулятор може видавати такий вольтаж, а питання ємності відпадає - людина є продуцентом більше ніж 1,5 л сечі за добу, чого достатньо для роботи акумулятора на напрузі 1,5 В.

Висновок

Використання сечового акумулятора у якості джерела енергії не є теоретичною ідеєю, адже має реальні прототипи. У майбутньому характеристики подібного пристрою можуть дозволити не лише використовувати його для інсулінових помп, а й для інших імплантів та навіть позамедичних аплікацій. У проведеному експерименті визначено, що у чистій сечі напруга незначно зменшується. Використання сечі в якості альтернативного джерела енергії привертає увагу науковців різних країн світу і, на нашу думку, є особливо актуальним в умовах війни в Україні, а отже може стати предметом стартапів у галузі вивчення медико-біологічних систем студентами-науковцями медичних, біофізичних спеціальностей тощо.

Список використаних джерел

1. Альтернативна енергетика: <https://itc.ua/articles/alternativnaya-energetika-solntse-vozduh-i-voda/> [1]
2. Використання тепла людини для обігрівання приміщень: <https://bigthink.com/the-future/human-energy-to-heat-buildings/> [2] <https://www.bbc.com/news/business-12137680> [3]
3. Джерела енергії, пов'язані з життєдіяльністю людини: <https://www.bbc.com/russian/features-41723806> [4]
4. https://www.researchgate.net/publication/282317605_Generation_of_Electricity_Using_Cow_Urine [5]
5. Сеча як електроліт (хімічний склад): <https://online.zakon.kz/m/amp/document/30603511> [6]
6. Сеча як джерело водню: <http://energycraft.org/realizaciya/moa-kak-istonik-vodorodnogo-topliva.html>
<https://habr.com/ru/post/157801/> [7]
7. Мікробний сечовий генератор: <https://habr.com/ru/amp/post/129255/> [8]
8. Шкарпетки для збору сечі: <https://22century.ru/allsorts/20311> [9]
9. Переносне джерело енергії з сечі: <https://habr.com/ru/post/387877/> [10]
10. <https://roche.copiny.com/m/?session=167052932259731945#!question/721933> [11]
- 11.

УДК 378.147.88

Погоріла В. Г., Новікова І. М.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ

*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ**vikapogorila2005@gmail.com , novikova67irina@gmail.com*

Анотація. У статті проведений теоретичний аналіз фізичних основ сучасних методів дослідження опорно-рухового апарату людини та їх використання, зокрема денситометрії, тензометрії. Досліджені тенденції розвитку методів, які широко використовуються в медичній практиці. Проаналізована статистична інформація щодо їх застосування в діагностиці. Показані новітні досягнення та визначені перспективи розвитку сучасних методів дослідження опорно-рухового апарату людини для практичної медицини. Здійснений теоретичний аналіз та створений до нього відео супровід, який може бути використаний під час практичних онлайн та офлайн занять і в позааудиторній самостійній роботі студентів, що забезпечить формування внутрішньої мотивації та розвитку фахово орієнтованих компетентностей майбутніх лікарів.

Ключові слова: медична та біологічна фізика, денситометрія, тензометрія, опорно-руховий апарат людини, магнітно-резонансна томографія, комп'ютерна томографія.

Актуальність. Вимоги військового часу та сучасної медицини потребують якісної та швидкої діагностики різноманітних травм опорно-рухового апарату людини; лікування різних захворювань, пов'язаних зі змінами щільності кісток, м'язових захворювань, оцінки ефективності лікування та визначення фізичної форми різних верст населення. Тому актуальності набувають дослідження фізичних основ сучасних методів дослідження опорно-рухового апарату людини – денситометрії, тензометрії та ін. Вони вимагають високої точності вимірювань та застосовуються в різних галузях медицини (включаючи травматологію, ортопедію, ревматологію, спортивну медицину та фізіотерапію) з метою розробки ефективного плану лікування та реабілітації, оцінки фізичного стану пацієнтів, оперативного визначення рівня рухливості суглобів та рівня щільності кісток, м'язової сили та м'язової активності тощо.

Мета роботи. Проаналізувати фізичні основи та здійснити теоретичний аналіз сучасних методів дослідження опорно-рухового апарату, зокрема денситометрії та

тензометрії, дослідити тенденції розвитку та відокремити новітні та перспективні з них. Розробити відео супровід до навчальних занять за здійсненим теоретичним аналізом.

Матеріали і методи. Використаний проблемно-орієнтований аналіз інформаційних джерел. Застосовані такі методи наукових досліджень: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення; бібліосемантичний метод для вивчення наукової літератури, статистичний для систематизації та аналізу трендів у сучасній практичній медицині.

Результати дослідження. Опорно-руховий апарат людини є важливою системою, що забезпечує підтримку тіла, рух та взаємодію з навколишнім середовищем. Вивчення цієї системи, зокрема за допомогою методів денситометрії та тензометрії, здійснюється з метою визначення захворювань та травм, оцінки ефективності лікування та профілактики різних захворювань. Здійснення теоретичного аналізу означеної проблеми є елементом науково-дослідної роботи студентів і буде корисним при конструюванні та опрацюванні змісту навчальних дисциплін курсу медичної і біологічної фізики, оскільки забезпечує поєднання фундаментальної та професійної підготовки майбутніх лікарів, завдяки використанню нових підходів до організації самостійної та навчально-дослідної роботи студентів [1, 2].

Аналіз наукової літератури [3; 10; 12] показав, що денситометрія – це діагностичне дослідження, яке використовують з метою вимірювання густини кісткової тканини, що використовується для діагностики остеопору та контролю за його лікуванням. Також цей метод може допомогти в діагностиці інших захворювань, оцінці ризику перелому та призначенні лікування. Обстежуються ті зони скелету, які є схильними до патологічних змін. Найчастіше, в якості об'єкта дослідження, виступають шийка стегна чи хребет, оскільки переломи і травми цих ділянок загрожують повною втратою рухової активності на довгий час, в деяких випадках – на все життя [7]. Теоретичний аналіз показав, що в медичній галузі, для вимірювання щільності різних тканин у людському організмі, використовуються різні види денситометрії, ґрунтовний аналіз яких наведено в таблиці 1.

Денситометрія є важливим інструментом для діагностики і лікування різних захворювань, пов'язаних зі змінами щільності кісток. Всі види денситометрії мають свої переваги та недоліки, тому вибір конкретного методу залежить від галузі застосування та мети вимірювання.

Тензометрія (від лат. *tensus* — напружений та грец. *μετρέω* — вимірюю) — експериментальне дослідження, за допомогою якого визначають напружено-деформований стан матеріалу елементів конструкції. Метод, який заснований на масштабному перетворенні деформації поверхні об'єкту за допомогою тензорезисторів та реєструвальної апаратури або

визначенні змін інших параметрів матеріалу (наприклад, акустичних властивостей, величин подвійного променезаломлення або обертання площини поляризації світла у навантажених прозорих деталях тощо), викликаних механічним напруженням. Дія електричних тензорезисторів ґрунтується на зміні опору у відповідності до деформації, яка формується під дією навантаження [9].

Таблиця 1

Фізичні основи сучасних видів денситометрії

Вид денситометрії	Фізичне підґрунтя	Використання
DXA (двохенергетична рентгенівська денситометрія) – вимірювання щільності кісткової тканини за допомогою фотонів з високою енергією [7, 12].	Вимірювання проводять за допомогою двох різних рентгенівських променів, діапазон енергії яких становить відповідно 80 кеВ та 130 кеВ; чим щільніша кісткова тканина, тим менше через неї проходять рентгенівські промені.	вимірювання щільності кісткової тканини у тілі людини
КТ (комп'ютерна томографія) – нехірургічний метод візуалізації внутрішньої структури тіла [6, 7, 12].	Використовуються рентгенівські промені, які проходять через тіло пацієнта; діапазон енергії 70-140 кеВ. Доза радіації, яка використовується під час дослідження становить від 2 до 8 мЗв.	Візуалізація органів та тканин людського тіла з метою огляду та діагностики.
QUS (ультразвукова денситометрія) – вимірювання щільності тканин за допомогою височастотних звукових хвиль [7, 12].	Застосовуються ультразвукові хвилі, які генеруються п'єзоелектричними датчиками та проходять через досліджуваний матеріал, після чого зчитуються датчиком на іншому кінці матеріалу. На основі виміряних параметрів поширення ультразвуку можна визначити густину матеріалу.	діагностика захворювань м'язів, суглобів.
РА (рентгенівська денситометрія) – вимірювання щільності тканин за допомогою рентгенівського випромінювання [7, 9, 12].	Використовуються рентгенівські промені, що проходять через кістку; діапазон енергії 20-150 кеВ. Доза радіації, яка використовується під час дослідження становить близько 0,02 мЗв.	визначення щільності кісток та діагностика захворювань кісткової системи.

Джерело: розроблене автором за даними [6, 7, 9-12]

Тензометрія може бути використана для визначення механічних властивостей біоматеріалів, діагностики м'язових захворювань, оцінки ефективності лікування та визначення фізичної форми спортсменів. Вимірювання сили м'язів та їхньої еластичності допомагає визначити фізичний стан тканин, діагностувати захворювання та відстежувати ефективність лікування та реабілітації [4].

У медичній галузі, для вимірювання різних параметрів опорно-рухового апарату людини, використовуються різноманітні види тензометрів. Ретельний аналіз фізичних основ сучасних видів тензометрії наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Фізичні основи сучасних видів тензометрії

Вид тензометрії	Фізичне підґрунтя	Використання
Діафрагмові тензометри –вимірюють зміну діаметра діафрагми під час дихання для визначення об'єму легень	Закони механіки деформованого твердого тіла та теорії тонких пластин, можна вимірювати деформації або напруження від декількох до кількох тисяч мікронапружень.	Вимірювання тиску в різних точках тіла, зокрема діафрагми.
Тензометри м'язів - вимірюють силу м'язів та їх скорочення для діагностики м'язових захворювань та оцінки стану м'язової системи під час фізичних вправ	Закон мінливості електричного опору, діапазон вимірювання від 1000 до 10000 мкВ.	Діагностика м'язових захворювань та оцінка стану м'язів.
Тензометри для вимірювання ваги – вимірюють вагу тіла	Закон деформації пружини, діапазон вимірювання від декількох кг до кількох тон.	Діагностика захворювань, пов'язаних із вагою.
Тензометри для вимірювання сили стискання – Вимірюють силу стискання	Закон п'єзореzystивності, діапазон вимірювання від кількох до кількох тисяч Ньютон.	Діагностика захворювань, артрит та інші захворювання суглобів та м'язів.

Джерело: розроблене автором за даними [8]

Тензометрія вимірює напругу, а денситометрія – щільність, зокрема кісткової тканини. Для цих методів використовуються відповідні прилади – тензомер та денситометр. Метод вимірювання для тензометрії може бути прямим (прикладання напруги до тканини та вимірювання зміщення) або непрямим (вимірювання внутрішніх сил), а для денситометрії - двофотонна абсорбційна електронна мікроскопія (DXA) або кімнатна рентгенівська абсорбціометрія (RA) [4, 5, 10, 11].

Аналіз інформаційних джерел [7, 8] показав, що основними методами досліджень опорно-рухового апарату людини є комп'ютерна томографія та ультразвукова діагностика. Сучасними та новітніми методами досліджень опорно-рухового апарату людини вважаються методи, які наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Сучасні та новітні методи досліджень опорно-рухового апарату людини

Метод	Фізичне підґрунтя	Використання
-------	-------------------	--------------

Радіографія – це метод одержання зображення на фотоплівці частин тіла, коли їх просвічують рентгенівським, гамма-проміннями або іншим іонізуючим випромінюванням [9].	Заснована на використанні взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною або біоматеріалом.	Використовується для вивчення структури та функції кісток та суглобів, виявлення різних захворювань та патологій, таких як переломи кісток, рак та ін.; може використовуватися для контролю за ходом лікування пацієнта.
Електроміографія: вимірює електричну активність м'язів [9, 11].	Заснована на теорії, що м'язові клітини генерують електричні сигнали при скороченні.	Виявлення різних м'язових захворювань, таких як м'язова дистрофія, міастенія гравіс, парези, тремор та спазми; може бути корисним при діагностиці захворювань нервової системи, таких як полінейропатії, радикулопатії та неврити.
Динамометрія –діагностика і відновлення фізичних функцій у пацієнтів, вимірює силу м'язів та інші показники, пов'язані з фізичною силою людини [11].	Заснована на принципі, що сила, яку здатна згенерувати людина, залежить від функціонування її м'язів.	Вимірювання сили м'язів у різних частинах тіла, включаючи руки, ноги, торс і шию.
Кінезіологія – вивчає рухи та їх координацію у людини [5, 6].	Заснована на аналізі рухів та їх впливу на руховий апарат.	Використовується для оцінки фізичної рухливості пацієнта, визначення дефектів рухової системи та розробки індивідуальної програми відновлення функцій.
Лінійна томографія: дозволяє отримати пошарові зображення опорно-рухового апарату пацієнта на рентгенівській плівці [3, 9].	Відбувається безперервний рух під час зйомки в різних напрямках рентгенівської трубки, що випромінює пучок променів, та касети з плівкою щодо досліджуваного об'єкта.	Використовується для отримання зображення структур, розташованих в одній площині, на рівні певного шару без ефекту нашаровування одних органів і тканин на інші, з метою точного визначення локалізації патологічного процесу, виявлення невеликих порожнин, ділянок зміненої структури.
Радіонуклідна діагностика: дозволяє дослідити весь скелет та виявити метаболічні зміни у кістках [3, 9].	Виконують шляхом внутрішньовенного введення мічених технецієм-99 ^m фосфатних сполук.	Дозволяє оцінити стан всього скелету одномоментно з однаковим середнім променевим навантаженням, у той час як подібне дослідження при рентгенодіагностиці потребувало б величезного променевого навантаження, проєкцій і часу проведення.

Джерело: розроблене автором за даними [3, 5-7, 9, 11]

Проведений теоретичний аналіз джерел [3, 6, 9, 13] показує, що широке застосування знайшли наступні методи: магнітно-резонансна томографія (МРТ) — використовується при половині всіх досліджень, комп'ютерна томографія використовується в 31% випадків, рентгенівський метод – в 10%, ультразвукова діагностика – в 9% (рис.1).



Рис. 1 Аналіз застосування найпоширеніших методів дослідження опорно-рухового апарату людини (у %)

Джерело: розроблене автором за даними: [3, 6, 9, 13]

Соціологічне опитування лікарів хірургів-ортопедів (AXEL Clinic м. Київ) підтверджує проведений теоретичний аналіз. Вони зазначають, що в сучасних умовах збройного конфлікту збільшилося кількість чоловіків з травмами опорно-рухового апарату, що потребує швидкої діагностики і оперативного втручання.

Перспектив набувають дослідження опорно-рухового апарату з точки зору аналізу рухів людини та дослідження динамічної взаємодії тіла з навколишнім середовищем. Наприклад, дослідження м'язової активності та взаємодії м'язів з кістками під час виконання рухів може допомогти вивчити особливості механізмів координації рухів у спорті та реабілітації після травм. Маючи якісні знання з функціонування опорно-рухового апарату людини можна дослідити вплив фізичних навантажень на скелетну систему, що може бути корисним для розробки програм тренувань та профілактики травм в спорті. Сучасні методи досліджень опорно-рухового апарату людини, зокрема денситометрія та тензометрія, значно покращили можливості оцінки його стану, але завжди є місце для поліпшення та вдосконалення. Сучасним напрямком розвитку дослідження опорно-рухового апарату людини є використання високотехнологічних інструментів, датчиків, мікросхем та комп'ютерних програм для збору, аналізу та інтеграції даних. Це дозволяє отримувати точнішу та детальнішу інформацію про стан пацієнтів та результати діагностичних досліджень, а також допомагає виключити помилки обробки інформації людиною. Інший

напрямок розвитку – це використання віртуальної реальності для візуалізації та симуляції різних фізичних умов. За допомогою таких нововведень дослідники зможуть оцінювати вплив різних чинників на опорно-руховий апарат: створювати симуляції різних фізичних вправ та спостерігати їх вплив на певні групи м'язів та кісток. Також не менш важливим напрямком є розробка нових методів та технік для діагностики та лікування різних порушень опорно-рухового апарату: Наприклад, дослідження розвитку техніки м'язової електростимуляції може призвести до винайдення нових способів лікування м'язової атрофії.

Теоретичний аналіз показав, що на сучасному етапі розвитку медицини для діагностики різних частин опорно-рухового апарату застосовують різноманітні методи досліджень, із різним фізичним підґрунтям. Так, наприклад, для діагностики голови використовують: рентгенівське дослідження – дослідження кісткових структур [2]; магнітно-резонансна ангіографія – дослідження судин (артерій, вен) [8]; магнітно-резонансна томографія – дослідження безпосередньо внутрішніх органів [8]; позитрон-емісійна томографія візуалізує та дозволяє вивчати різні процеси, такі як метаболізм, транспорт речовин, ліганд-рецепторні взаємодії, експресію генів (рис. 2) [12]. Вважаємо, що здійснений теоретичний аналіз сучасних методів дослідження опорно-рухового апарату стане підґрунтям, у перспективі нашого дослідження, для проведення аналізу впливу ваги рюкзака на стан опорно-рухового апарату людини, що може бути корисним для розробки

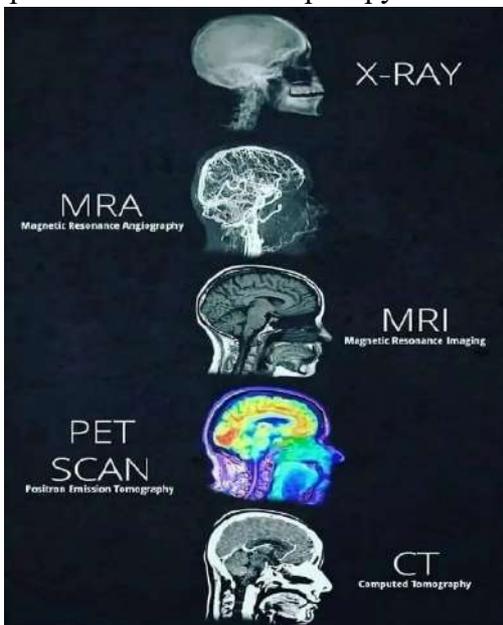


Рис. 2 Результати дослідження голови людини методами із різним фізичним підґрунтям.

Джерело: Інтернет ресурс

рекомендацій щодо навантажень, які можуть призвести до погіршення стану здоров'я студентів.

Висновок. Проаналізовано фізичні основи та здійснений теоретичний аналіз сучасних методів дослідження опорно-рухового апарату людини, зокрема денситометрії та тензометрії, досліджені тенденції розвитку та відокремлені новітні та перспективні з них. Аналіз теорії, статистичних даних та соціологічного опитування показав, що широке застосування мають наступні методи: магнітно-резонансна томографія (МРТ) — використовується при половині всіх досліджень, комп'ютерна томографія використовується в 31% випадків, рентгенівський метод – 10%, ультразвукова діагностика – 9% . Перспектив набувають

дослідження м'язової активності та взаємодії м'язів з кістками під час виконання рухів, що

може допомогти дослідити вплив фізичних навантажень на скелетну систему та буде корисним для розробки програм тренувань і реабілітації після травм та в спорті. Серед новітніх методів можна відокремити використання віртуальної реальності для візуалізації та симуляції різних фізичних умов.

Здійснений теоретичний аналіз та створений до нього відео супровід досліджуваної тематики буде корисним при конструюванні змісту навчальних дисциплін курсу медичної і біологічної фізики, заснованих на поєднанні фундаментальної та професійної підготовки майбутніх лікарів [1]; сприятиме модернізації змістової та процесуально діяльнісної частини освітнього процесу з врахуванням сучасних досягнень фізичної та медичної науки; буде сприяти інтелектуальному розвитку особистості студентів; розвитку їх наукового мислення, формування фаховоорієнтованих компетентностей майбутніх лікарів.

Список використаних джерел:

1. Стучинська Н.В. Інтеграція фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін. Монографія. К.: Книга плюс, 2008. 409с.
2. Новікова І.М. Технологія розв'язування задач з медичної і біологічної фізики як засіб фахової підготовки майбутніх лікарів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 (медичні та фармацевтичні дисципліни)/ Національний медичний університет імені О.О. Богомольця. Київ, 2021. 309 с
3. Каніс Я.А. Оцінка ризику перелому та його застосування до скринінгу на постменопаузальний остеопороз: короткий огляд звіту ВООЗ. *Міжнародний остеопороз*. 1994. № 4. Вип. 6. С. 368-381.
4. Моллой Дж. Баррі, Дж., Дізі, А. Реабілітаційні наслідки механічних властивостей м'язів. *Спортивна медицина-відкрита*. 2018. № 4. Вип. 1. С. 36.
5. Боханнон, Р. В., Ендрюс, А. В. Нормальна швидкість ходьби: описовий мета-аналіз. *Лікувальна фізкультура*. 2011. № 91. Вип. 9. С. 1326-1331.
6. Каніс Дж.А. Мелтон, Л.Я. 3-й, Крістіансен, К., Джонстон, К.Ч., Халтаєв, Н. Діагноз остеопороз. *Журнал досліджень кісток і мінералів*. 1994. № 9. Вип. 8. С. 1137-1141.
7. Денситометрія - що це таке, і коли потрібно проводити обстеження. URL: <https://ukrpublic.com/krasa/densitometriya-shcho-tse-take-i-koli-potribno-provoditi-obstezhennya.html#densytometriia-shcho-tse> (дата звернення: 20.02.2023).
8. Тензометрія. Ресурс: Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Тензометрія> (дата звернення: 20.02.2023).
9. Американський коледж радіології. Критерії доцільності ACR. *Остеопороз і мінеральна щільність кісток*. URL: <https://acsearch.acr.org/docs/69467/Narrative/> (дата звернення: 01.03.2023).
10. Іспит/тестування щільності кісткової тканини. *Національний фонд остеопорозу*. URL: <https://www.nof.org/patients/diagnosis-information/bone-density-examtesting/> (дата звернення: 15.03.2023).
11. Тест на щільність кісткової тканини. *Клініка Майо*. URL: <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/bone-density-test/about/pac-20385273> (дата звернення: 27.03.2023).
12. Шевченко, М. С., Бойко, О. В., Головач, О. М., Рибалка, Т. В., & Кравченко, Н. С. Використання денситометрії в оцінці маси тіла людини. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2018. № 2. С. 54-58. DOI: <https://doi.org/10.31838/smp.2018.2.54>
13. Bassett, D. R., Jr., & Howley, E. T. Limitations of physical activity assessment with the use of objective measures of physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000. № 32. Вип 9. С. 475-480. <https://doi.org/10.1097/00005768-200009001-00008>

УДК: 536.7:536.42:612.014.6

Чалий О.В., Гриценко Н.Л., Хмель В.В., Корицький Є.А.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕПЛОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТІЛА ЛЮДИНИ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ,

avchal@univ.kiev.ua , *nataly812305@gmail.com* , *khmel.viktoriya.2006@gmail.com* ,
zenjakorickij@gmail.com

Анотація. У цій статті експериментально досліджені особливості теплового випромінювання, яке широко використовується в сучасній медицині в якості діагностичного метода. Отримана часова залежність процесу температурної релаксації, а також числові значення параметрів, які описують цей процес для шкіри людини. Проведений експеримент показав, що температура теплового випромінювання локально нагрітої ділянки тіла людини спадає з часом не експоненціально, як для нагрітих неорганічних тіл, а згасаючими коливаннями навколо початкового рівноважного значення температури. Така часова залежність процесу температурної релаксації теплового випромінювання пояснюється впливом терморцепторів, що знаходяться у шкірному покриві тіла людини. Теоретична обробка отриманих результатів дозволила визначити наступні параметри процесу температурної релаксації: період згасаючих коливань температури, коефіцієнт згасання та час релаксації температурних коливань теплового випромінювання шкіри людини, а також частоти згасаючих і власних температурних коливань. Окрім знаходження зазначених параметрів, одним з важливих теоретичних результатів виявилось знаходження явного вигляду диференціального рівняння другого порядку, яке описує зміну температури теплового випромінювання шкіри людини.

Ключові слова: температурна релаксація, закони теплового випромінювання, терморцептори, диференціальне рівняння згасаючих коливань температури.

Вступ. Серед багатьох теоретичних та експериментальних методів, які використовуються в природничих науках (зокрема, в медичній та біологічній фізиці), значна роль належить важливому розділу, який вивчає особливості теплового випромінювання об'єктів живої та неживої природи [1-18]. Як відомо, теплове (температурне) випромінювання, причиною якого є тепловий рух атомів і молекул всіх нагрітих тіл, має не тільки велике значення для медицини як прецизійний та неінвазивний діагностичний метод, так і для всієї природничої

науки та освіти [1-5]. Саме пояснення спектру теплового випромінювання абсолютно чорного тіла М. Планком у грудні 1900 р. поклало початок видатному науковому досягненню, яким є створення квантової механіки, та її теоретичному і практичному застосуванню в багатьох галузях науки і техніки. Дана стаття присвячена експериментальному дослідженню теплового випромінювання шкіри людини, а також теоретичним розрахункам параметрів теплового випромінювання, які описують отримані експериментальні дані. Основним науковим результатом проведеного дослідження є встановлення того факту, що наближення температури теплового випромінювання до свого рівноважного значення для біологічного об'єкту, яким є шкіри людини, відбувається не за експоненціальним законом, характерним для нагрітих неорганічних тіл, а у формі згасаючих температурних коливань за рахунок впливу терморецепторів у шкірі людини.

Особливості температурної релаксації нагрітих неорганічних тіл. Розглянемо задачу про температурну релаксацію неорганічного тіла, нагрітого в початковий момент часу $t = 0$ до температури T_0 , яка перевищує рівноважну температуру зовнішнього середовища. Відповідна задача Коші математичної фізики зводиться до розв'язання наступного диференціального рівняння другого порядку в частинних похідних (див. деталі виведення такого рівняння з повної системи 4-х рівнянь для термодифузійних явищ та його розв'язок, наприклад, у монографії [4]):

$$\partial T / \partial t = \chi \Delta T . \quad (1)$$

Це рівняння містить похідну від температури T по часу t в лівій частині (1) та просторові похідні від температури в останньому множнику правої частини, де оператор Лапласа Δ , що діє на температуру T , означає такий вираз: $\Delta T = \partial^2 T / \partial x^2 + \partial^2 T / \partial y^2 + \partial^2 T / \partial z^2$.

У подальшому для спрощення розв'язку диференціального рівняння (1) будемо вважати: а) постійною величиною кінетичний коефіцієнт χ , який носить назву коефіцієнта температуропровідності, а також б) просторову неоднорідність температури достатньо плавною настільки, що в одномірному випадку можна скористатися наближеним виразом $\partial^2 T / \partial x^2 \approx T / L^2$, де L - це характерний розмір системи в напрямку x -осі. Оскільки з плином часу фізичний зміст при даній постановці задачі має лише від'ємне значення похідної $\partial T / \partial t$, то рівняння (1) спрощується до вигляду простого лінійного диференціального рівняння першого порядку:

$$dT / dt = -\chi T / L^2 . \quad (2)$$

Легко збагнути, що частинний розв'язок диференціального рівняння (2), який задовольняє початковій умові $T(t=0) = T_0$, відповідає наступній експоненціальній залежності зміни температури T з плином часу t :

$$T(t) = T_0 \exp(-\chi t / L^2) \quad (3)$$

Таким чином, час температурної релаксації $\tau_{\text{релакс}}$ описується наступним виразом:

$$\tau_{\text{релакс}} = L^2 / \chi = \rho C_p L^2 / \lambda \quad (4)$$

де використана формула $\chi = \lambda / \rho C_p$. Звідси випливає, що час температурної релаксації $\tau_{\text{релакс}}$ в неорганічній речовині збільшується при зростанні густини (концентрації) числа частинок ρ та ізобарної теплоємності C_p , а також при зменшенні коефіцієнтів теплопровідності λ та температуропровідності χ .

Експериментальні дослідження та розрахунок параметрів теплового випромінювання шкіри людини. Перейдемо тепер до вивчення процесу температурної релаксації теплового випромінювання в органічному об'єкті живої природи, яким є шкіра людини. Нами були проведені експериментальні дослідження процесу температурної релаксації теплового випромінювання, представлені на Рис. 1. Отримані результати для температури теплового випромінювання дозволили визначити числові значення параметрів цього процесу для шкіри людини. Доведено (див. також посилання в [1]), що часова залежність температури теплового випромінювання характеризується такими особливостями: 1) вона не підкорюється експоненціальному закону (3), як це спостерігається для об'єктів неорганічної природи, 2) вона відбувається у вигляді згасаючих коливань температури T з плином часу t , як це чітко видно на Рис. 1. Причина полягає в дії терморцепторів, які створюють сенсорну систему, котра розташована в різних ділянках та органах тіла людини (зокрема, у шкірі, слизовій оболонці, головному мозку, тощо). Зазначимо, що найбільша кількість терморцепторів міститься у шкірі людини. Встановлено, що в поверхневих шарах шкіри набагато більше терморцепторів, які реагують на холод, тоді як в більш глибоких шарах шкіри містяться рецептори, які реагують на тепло. Обробка інформації щодо терморцепції відбувається в центрі терморегуляції за участю гіпоталамусу в головному мозку людини [6].

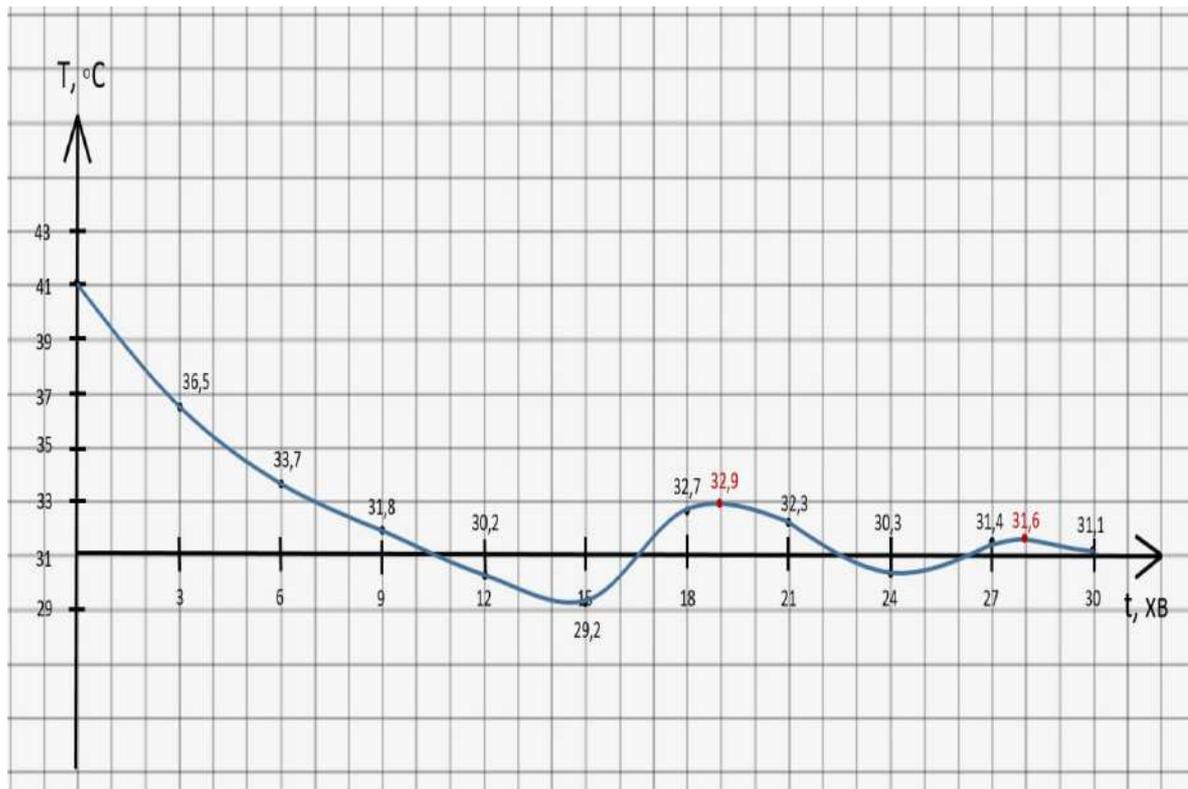


Рис. 1. Графік залежності температури T теплового випромінювання шкіри людини від часу t .

На Рис. 1 наданий графік часової залежності температури $T(t)$ для процесу температурної релаксації теплового випромінювання шкіри людини в таких координатах: температура T у градусах Цельсія ($^{\circ}\text{C}$); час t у хвилинах (хв.). Початкова температура нагріву локальної ділянки шкіри між великим та вказівним пальцями кисті руки становила 41°C , тоді як рівноважна температура цієї ділянки шкіри до нагріву дорівнювала 31°C . Виміри температури теплового випромінювання шкіри проводилися за допомогою інфрачервоного пірметра «Німбус», виготовленого вітчизняною фірмою «Харків-прилад». Цей прилад мав такі технічні характеристики: роздільна здатність вимірювання температури 0.2°C , температурний інтервал вимірювання від -32°C до 420°C .

Як відомо [1], лінійне диференціальне рівняння другого порядку, яке описує згасаючі температурні коливання теплового випромінювання шкіри людини, має такий загальний вигляд:

$$\frac{d^2T}{dt^2} + 2\beta \frac{dT}{dt} + \omega_0^2 T = 0 \quad (5)$$

Розрахуємо основні параметри диференціального рівняння (5), до яких відносяться

коефіцієнт згасання β та частота ω_0 власних температурних коливань теплового випромінювання. Коефіцієнт згасання β температурних коливань можна оцінити за наступною формулою, яка зв'язує коефіцієнт згасання β з оберненою величиною часу релаксації $\tau_{\text{релакс}}$:

$$\beta = 1 / \tau_{\text{релакс}} \quad (6)$$

Слід зауважити, що час релаксації $\tau_{\text{релакс}}$ - це той час, за який температурна амплітуда нагріву шкіри, котра в початковий момент часу $t = 0$ дорівнювала 10°C , зменшиться в $e = 2.718$ разів.

З лівої частини графіку для функції $T(t)$ видно, що час релаксації $\tau_{\text{релакс}} = 5$ хвилин, через який температура теплового випромінювання стане приблизно рівною 34.7°C . Саме за цей

час амплітуда температурного нагріву шкіри досягне значення $10^{\circ}\text{C} / 2.718 = 3.678^{\circ}\text{C}$, що

відповідає саме вказаній температурі шкіри $T_{\text{шк}} \approx 31^{\circ}\text{C} + 3.7^{\circ}\text{C} = 34.7^{\circ}\text{C}$. Звідси за

формулою (6) маємо, що коефіцієнт згасання температурних коливань теплового випромінювання шкіри дорівнює $\beta = 0.2\text{хв}^{-1}$.

Що стосується частоти ω_0 власних температурних коливань теплового випромінювання, то числове значення частоти ω_0 можна знайти з формули для частоти згасаючих коливань

$\omega = (\omega_0^2 - \beta^2)^{1/2}$. З цієї формули маємо такий вираз для частоти ω_0 власних температурних коливань:

$$\omega_0 = (\omega^2 + \beta^2)^{1/2} = [(2\pi / T^*)^2 + \beta^2]^{1/2} \quad (7)$$

З формули (7) випливає, що для знаходження числового значення ω_0 слід знайти лише

частоту ω згасаючих коливань або їхній період $T^* = 2\pi / \omega$. З правої частини графіку для

функції $T(t)$ видно, що значення сусідніх амплітуд згасаючих коливань величиною 32.9°C і

31.6°C , які позначені червоним кольором, знаходяться одна від одної на відстані в часі, що

дорівнює періоду згасаючих коливань $T^* = 9\text{хв}$. Тоді на підставі формули $\omega = 2\pi / T^*$

знаходимо числове значення частоти згасаючих температурних коливань $\omega = 0.70\text{рад/хв}$.

Підставляючи в правую частину формули (7) числові значення T^* і β , отримуємо таке числове значення частоти власних температурних коливань теплового випромінювання шкіри

людини: $\omega_0 = 0.73 \text{ рад/хв.}$

Таким чином, з урахуванням отриманих числових значень коефіцієнта затухання β та частоти ω_0 власних температурних коливань отримуємо наступне результуюче диференціальне рівняння для часової залежності температури $T(t)$:

$$\frac{d^2 T}{dt^2} + 0.40 \frac{dT}{dt} + 0.53 T = 0, \quad (8)$$

яке описує згасаючі температурні коливання теплового випромінювання шкіри людини у відповідності до експериментальних даних, представлених на Рис. 1.

Висновки. У результаті проведення експериментальних вимірювань температури теплового випромінювання тіла людини вдалося встановити, що часова залежність температури теплового випромінювання шкіри характеризується не експоненціальною залежністю, як у тіл неорганічної природи, а у формі згасаючих температурних коливань, представлених на Рис.1. Знайдені такі параметри часової залежності згасаючих температурних коливань теплового випромінювання шкіри людини: час релаксації згасаючих температурних коливань $\tau_{\text{релакс}} = 5 \text{ хв.}$, коефіцієнт згасання температурних коливань теплового випромінювання $\beta = 0.2 \text{ хв}^{-1}$, період згасаючих температурних коливань $T^* = 9 \text{ хв.}$, частота згасаючих температурних коливань $\omega = 0.70 \text{ рад/хв.}$, частота власних температурних коливань $\omega_0 = 0.73 \text{ рад/хв.}$ Запропонований явний вигляд диференціального рівняння другого порядку для часової залежності температури $T(t)$, яке описує згасаючі температурні коливання теплового випромінювання шкіри людини у відповідності до отриманих експериментальних даних.

Список використаної літератури

1. Medical and Biological Physics / Textbook for students of higher medical universities. Edited by A. Chalyi, 4th edition, Nova Knyga, Vinnitsia (2020).
2. S.R. de Groot and P. Mazur. Non-Equilibrium Thermodynamics. Dover Publications, New York (2013).
3. Л.А. Булавін, Л.Г. Гречко, Л.Б. Лерман та О.В. Чалий. «Медична фізика. Динамічні та статистичні моделі», Видавничий центр «Київський Університет», Київ (2011).
4. A.V. Chalyi. “Non-equilibrium Processes in Physics and Biology”, Naukova Dumka, Kyiv, (1997).
5. А.І. Єгоренков, В.В. Пашенко, Л.Г. Лесько. «Фізичні Основи Медико-Діагностичних Вимірювань». Книга-плюс, Київ (2023).
6. Медична біологія / Навчальний посібник для практичних занять. За редакцією О.В. Романенка.- Здоров'я, Київ (2005).
7. A. Chalyi and N. Gritsenko “Brief History of the Creation of a Diagnostic Method of Electrocriography”. *EC Clinical and Medical Case Reports* 6.1 (2023): 30-34.
8. A. Chalyi, V. Pashchenko, K. Chalyy, N. Stuchinska, A. Egorenkov, L. Lesko, Yu. Litvin, V. Rudneva “Elective Course «Medical Equipment: Physical and Biophysical Principles»”. *EC Clinical and Medical Case Reports* 5.9 (2022):

67-72.

9. A. Chalyi and A. Kryshchtopa, «Synergetic Approach to Teaching Natural Sciences in Medical Universities», *EC Clinical and Medical Case Reports* 5.6 (2022): 58-61.
10. A. Chalyi, D. Lukomsky, O. Chaika, O. Zaitseva and K. Chalyy, «Physical Aspects of Pulse Oximetry in the Context of COVID-19 Pandemic», *EC Clinical and Medical Case Reports* 5.5 (2022): 22-27.
11. A Chalyi, O Lyubchik, K Chalyy et al. «Teaching of Medical and Biological Physics and Medical Informatics in European Universities», *Continuing Professional Education* 3 (2021): 71-88.
12. O.V. Chalyi, K.O. Chalyy, L.G. Lesko, V.V. Pashchenko and A.I. Egorenkov. «Mechanisms and Effects of Action of Physical Fields on Biological Tissues: Physical and Biophysical Foundations of Physiotherapy (Scientific and Methodological Review)», Кnyga Plus, Kyiv (2019).
13. B Nolting, «Methods of Modern Biophysics». Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin (2006).
14. P Nelson, «Biological Physics. Energy, Information, Life». W.H. Freeman and Company, New York (2004).
15. R Cotterill, «Biophysics. An Introduction». John Wiley & Sons, New York (2003).
16. A.V. Chalyi and P.M. Deluca, «The Fulbright Program Builds Bridges Between Leading American and Ukrainian Universities in the Study of Medical Physics and Biomedical Engineering», *Fulbright Newsletter*, 4 (1999): 8-11.
17. Russel K Hobbie, «Intermediate Physics for Medicine and Biology». Springer-Verlag, New York 1997).
18. M. Nelkon, P. Parker. «Advanced Level Physics». 5th edition, Heinemann Educational Books, London (1982)

Гринчук Ф.Ф

ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ КИШОК В ЕКСПЕРИМЕНТІ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

fedir.grynychuk@gmail.com

Вступ. Оцінювання життєздатності (ЖТЗ) кишок часто проводять при гострій кишкової непрохідності, защемленні гриж, гострій мезентеріальній ішемії [1-4]. Головним методом оцінювання є візуальний, але цей метод є суб'єктивним і недостатньо надійним [5,6]. Для об'єктивного оцінювання є багато способів [6-16]. Більшість з них визначають інтенсивність кровообігу в тканинах. Але зміни кровообігу недостатньо інформативні, оскільки некроз починається зі слизової оболонки [5], що такі методи не виявляють. Отож пошук ефективного методу оцінювання ЖТЗ є актуальним.

Мета. В експерименті дослідити ефективність застосування лазерного випромінювання для визначення ЖТЗ кишок.

Методи. 30 білих нелінійних щурів: у 10 – перев'язували петлю тонкої кишки (ТкК) з брижею, у 10 – петлю товстої кишки (ТсК) з брижею. Через 6 год вимірювали ширину зони розсіювання лазерних променів (ШЗРЛП) (у міліметрах) на стінках кишок в привідній (ПД), відвідній (ВД) і перев'язаній (ПрД) ділянках і забирали їх на гістологічне дослідження. Контролем були дані 10 здорових тварин.

Для опромінення використовували лазерні світлодіоди з довжинами хвиль випромінювання $\lambda=0,63$ мкм і $\lambda=0,4$ мкм. Препарати були зафарбовані гематоксилін-еозином.

Для знеболення застосовували інгаляційний севофлурановий наркоз. Тварин виводили з експерименту передозуванням анестетика.

Виконуючи роботу дотримувались норм здійснення досліджень у галузі біології та медицини: Ванкуверські конвенції про біомедичні дослідження (1979,1994), законодавчі акти, що діють на території України.

Результати. Гістологічні дослідження: у контролі відсутність змін, у ПД морфологічні порушення без ознак некрозу (везикулярно-бульозний набряк очеревини), у ВД незначні зміни (повнокров'я венозних судин), у ПрД некроз. ШЗРЛП на обох довжинах хвиль статистично істотно зростала у ПрД. На ПД ШЗРЛП зростала, але, частково, неістотно. На ВД суттєвих змін не було.

Відношення показників ШЗРЛП на довжинах хвиль $\lambda=0,63/\lambda=0,4$ мкм були: контроль ТкК = $1,58\pm 0,08$, ТсК = $1,61\pm 0,07$ ($p>0,05$); ПД ТкК = $1,43\pm 0,05$, ТсК = $1,39\pm 0,03$ ($p>0,05$), контроль – $p<0,05$; ВД ТкК = $1,54\pm 0,06$, ТсК = $1,56\pm 0,07$ ($p>0,05$), контроль – $p>0,05$, ПД – $p<0,05$; ПрД ТкК = $1,20\pm 0,03$, ТсК = $1,19\pm 0,02$ ($p>0,05$), контроль – $p<0,01$, ПД і ВД – $p<0,05$.

Висновки. 1. Співвідношення показників ШЗРЛП на довжинах хвиль $\lambda=0,63/\lambda=0,4$ мкм статистично істотно відрізняється у ділянках кишок без порушення ЖТЗ, з морфологічними змінами без ознак некрозу і з некрозом. 2. Показники співвідношення більші за 1,58 свідчать про збережену ЖТЗ, показники в межах 1,4-1,35 – про морфологічні зміни без некрозу, показники менші за 1,2 – про некроз кишки.

Список використаних джерел:

1. Surek A, Gemici E, Ferahman S, Karli M, Bozkurt MA, Dural AC, et al. Hernia. Emergency surgery of the abdominal wall hernias: risk factors that increase morbidity and mortality: a single-center experience. 2021; Jun;25(3):679-688. DOI: 10.1007/s10029-020-02293-5.
2. Johnson WR, Hawkins AT. Large Bowel Obstruction. Clin Colon Rectal Surg. 2021; Jul;34(4):233-241. DOI: 10.1055/s-0041-1729927.
3. Detz DJ, Podrat JL, Muniz Castro JC, Lee YK, Zheng F, et al. Small bowel obstruction. Curr Probl Surg. 2021; Jul;58(7):100893. DOI: 10.1016/j.cpsurg.2020.100893.
4. Bala M, Kashuk J, Moore EE, Kluger Y, Biffl W, Gomes CA, et al. Acute mesenteric ischemia: guidelines of the World Society of Emergency Surgery. World J Emerg Surg. 2017; Aug;7;12:38. DOI: 10.1186/s13017-017-0150-5.
5. Strand-Amundsen RJ, Reims HM, Reinhold FP, Ruud TE, Yang R, HøgetVeit JO, et al. Ischemia reperfusion injury in porcine intestine. Viability assessment. World J Gastroenterol. 2018; May; 14;24(18):2009-2023. DOI: 10.3748/wjg.V24.i18.2009.
6. Patel Z, Thaha MA, Kyriacou PA. The effects of optical sensor-tissue separation in endocavitary photoplethysmography. Physiol Meas. 2018; Jul; 3;39(7):075001. DOI: 10.1088/1361-6579/aacc1d.
7. Sugiura T, Okumura K, Matsumoto J, Sakaguchi M, Komori T, Ogi T, et al. Predicting intestinal Viability by consecutive photoacoustic monitoring of oxygenation recovery after reperfusion in acute mesenteric ischemia in rats. Sci Rep. 2021; Sep; 30;11(1):19474. DOI: 10.1038/s41598-021-98904-x.
8. Suzuki Y, Yamamoto M, Sugiyama K, Akai T, Suzuki K, Kawamura T, et al. Usefulness of a finger-mounted tissue oximeter with near-infrared spectroscopy for evaluating the intestinal oxygenation and Viability in rats. Surg Today. 2021; Jun;51(6):931-940. DOI: 10.1007/s00595-020-02171-8
9. Khosrawipour T, Li S, Steward E, Chaudhry H, Nguyen D, Khosrawipour V, et al. Assessment of Anastomotic Viability With Spectroscopic Real-time Oxygen Saturation Measurement in a Porcine Study. Surg InnoV. 2022; Oct; 18:15533506221127378. DOI: 10.1177/15533506221127378.

10. Vaassen HGM, Sprakel J, Lips DJ. Fluorescence angiography to assess intestinal Viability during emergency laparoscopy for small bowel obstruction-A Video Vignette. *Colorectal Dis.* 2022; NoV;24(11):1444-1445. DOI: 10.1111/codi.16214.
11. Ahmed T, Pai MV, Mallik E, Varghese GM, Ashish S, Acharya A, et al. Applications of indocyanine green in surgery: A single center case series. *Ann Med Surg (Lond).* 2022; Apr; 10;77:103602. DOI: 10.1016/j.amsu.2022.103602.
12. Joosten JJ, Longchamp G, Khan MF, Lameris W, van Berge Henegouwen MI, Bemelman WA, et al. The use of fluorescence angiography to assess bowel Viability in the acute setting: an international, multi-centre case series. *Surg Endosc.* 2022; Oct; 36(10):7369-7375. DOI: 10.1007/s00464-022-09136-7.
13. Wildeboer A, Heeman W, van der Bilt A, Hoff C, Calon J, Boerma EC, et al. Laparoscopic Laser Speckle Contrast Imaging Can Visualize Anastomotic Perfusion: A Demonstration in a Porcine Model. *Life (Basel).* 2022; Aug; 16;12(8):1251. DOI: 10.3390/life12081251.
14. Faingold R. Technical aspects of abdominal ultrasound and color Doppler assessment of bowel Viability in necrotizing enterocolitis. *Pediatr Radiol.* 2018; May;48(5):617-619. DOI: 10.1007/s00247-018-4077-0.
15. Hou J, Strand-Amundsen R, Hodnebo S, Tonnessen TI, HogetVeit JO. Assessing Ischemic Injury in Human Intestine Ex ViVo with Electrical Impedance Spectroscopy. *J Electr Bioimpedance.* 2021; NoV; 29;12(1):82-88. DOI: 10.1007/s00247-018-4077-0.
16. McInerney N, Khan MF, McLoughlin J, Shields C, Eaton D, Cahill RA. Emergency perioperatiVe near-infrared assessment of small bowel Viability in a case of incarcerated diaphragmatic hernia: a Video Vignette. *Colorectal Dis.* 2021; Aug;23(8):2204-2205. DOI: 10.1111/codi.15726.

Гдаль В.А, Швець Н.І, Бенца Т.М, Снісаревська Т.П.

КОНТИНУУМ ХЕЛІКОБАКТЕРІОЗУ, ЯК ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ПОСЛІДОВНІСТЬ

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ

volodymyr.hdal@gmail.com , marbua11551650@gmail.com , bentsa_t@i.ua ,

taneris77@gmail.com

Через поняття континууму хелікобактеріоз являє собою просторово-часову послідовність із безперервно взаємопов'язаним станом здоров'я людини і умов, які визначають вірогідність виникнення тієї чи іншої патології, а також виникнення ускладнень, які можуть призвести до смерті. З контамінуванням слизової оболонки шлунка цими мікроорганізмами пов'язані 100% антральних хронічних гастритів типу В, 95% пептичних виразок дванадцятипалої кишки, 70% випадків пептичної виразки шлунка, а також атрофічні гастрити, MALT-лімфоми (В-лімфоми) та аденокарциноми шлунка.

За епідеміологічними даними інфекція *H. pylori* є однією з найчисельніших хронічних інфекцій і зустрічається у 50% населення планети. Доведеними складовими континууму хелікобактерної інфекції (*H. pylori*) є запальні зміни слизової оболонки шлунка та дванадцятипалої кишки з можливим утворенням виразок, метаплазією кишкового епітелію і переходом в атрофічний гастрит, що значно підвищує вірогідність розвитку злоякісних новоутворень. Підтверджено вплив *H. pylori* на перебіг функціональної диспепсії, гастроєзофагальної рефлюксної хвороби та хронічного панкреатиту. Це пояснюється виникненням запалення, зумовленого контамінацією *H. pylori* гастродуоденальної зони з

наступним порушенням продукції хлористоводневої кислоти у шлунку, порушенням моторики верхніх відділів травного тракту, що призводить до залучення в патологічний процес навколишніх органів.

Останнім часом у континуумі хелікобактерної інфекції з'являються нові розгалуження. До одного з них належать судинні захворювання – атеросклероз, ішемічна хвороба серця тощо. Вважають, що *H. pylori*-інфекція ускладнює перебіг серцево-судинної патології за рахунок порушення ендотеліальної дисфункції і активації тромбоцитів. Активно обговорюють значення хелікобактеріозу у розвитку залізодефіцитної анемії. При цьому розглядають такі можливі патогенетичні механізми, як прихована крововтрата при ерозивно-виразкових ураженнях гастродуоденальної зони, порушення процесів всмоктування заліза внаслідок хронічного запалення слизової оболонки травного тракту, зміни секреторної функції шлунка, а також підвищене захоплення і утилізація заліза бактерією. Окрім того, отримані дані про роль *H. pylori* у патогенезі імунозалежної тромбоцитопенії, аутоімунного тиреоїдиту, ревматоїдного артрити, синдрому Шегрена, синдрому Рейно, хворобі Паркінсона, харчовій алергії, вугровому висипі, червоному плоскому лишайі, безплідді, хронічному бронхіті, бронхіальній астмі, глаукомі, головному болю, мігрені, затримці росту у дітей, вогнищевій алопеції, увеїті тощо. Однак, примітивне уявлення мікроб-хвороба, як безпосередній причинний зв'язок неприйнятно. Причина того, що *H. pylori* призводить до різноманітних захворювань з різним перебігом приховується не лише в генетичній гетерогенності бактерій, але й в особливостях організму хворого. В той же час не викликає сумніву, що ерадикація *H. pylori* є наріжним каменем попередження «руху» по шляху хелікобактерного континууму. Доведено, що ерадикація *H. pylori* сприяє загоюванню 83% виразок шлунка і 96% виразок дванадцятипалої кишки. При цьому рецидиви захворювання протягом року знижуються відповідно з 49 до 9% і з 56 до 6%. Завдяки ерадикації *H. pylori* у країнах Західної Європи, Північної Америки і Японії значно зменшилися випадки пептичної виразки і її ускладнення, у першу чергу – перфорації і кровотечі. Також на прикладі Японії і Фінляндії за останні роки прослідковується тенденція невинного зниження смертності від раку шлунка. Багатоцентрові дослідження, проведені у Європі, США і Японії, демонструють, що розповсюдження хелікобактерної інфекції знизилось за десятиліття до 25%.

Грищенко В.Г., Суховірська Л.П.

МЕТОДИ ПАЛІАТИВНОЇ ДОПОМОГИ ХВОРИМ НА РАК ПРИ БОЛЯХ РІЗНОЇ ЕТІОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Донецький національний медичний університет, м. Кропивницький

nodkanelegion@gmail.com , suhovirskaya2011@gmail.com

Біль це досить поширена скарга у онкологічних хворих, вона може бути різного характеру та походження. Частіше всього вона пов'язана з прямим впливом пухлини (розпад пухлини, ріст, інфільтрація, стискання різних структур), внаслідок лікування (больовий синдром після оперативного лікування, невропатія внаслідок хіміотерапії, плексит як наслідок радіотерапії, заміна пов'язок, пролежні внаслідок лежачого положення), у 15-20 % біль має інше походження, наприклад коронарний біль, головний біль, біль при остеоартриті. Будь-який тип болю можна лікувати опіоїдними препаратами, але завжди потрібно встановити причину болю, в залежності від причини існують додаткові методи для лікування. Вирізняють такі причини болю: кістковий, біль внаслідок розтягнення капсули печінки, підвищений внутрішньочерепний тиск, біль підшлункової залози, стравохідний біль, спазм гладкої мускулатури внутрішніх органів, ректальний та тазовий біль, біль у скелетних м'язах. Перш за все, використовують хімічні речовини які мають різний вплив на людський організм, найчастіше механізм дії це зниження запальної відповіді (парацетамол, ібупрофен), при зниженні запалення зменшується біль, також використовують хімічні речовини які діють на опіоїдні рецептори (морфін, трамадол), місцево можуть використовувати препарати які блокують передачу больових сигналів – лідокаїн, новокаїн.

Кістковий біль. Частіше всього тупий, ниючий, підсилюється під час руху, болить над кісткою. Причиною є метастазування в кістки, артрит, лікування – використання НПЗЗ у вікових дозах, променева терапія, лікування радіоактивними ізотопами, використання деносумабу, внутрішня фіксація довгих кісток при загрозі переломів, використання бісфосфонатів (у разі неефективності променевої терапії та анальгетиків) щоб зменшити біль при кісткових метастазах та при мієломній хворобі – памідронат 90 мг внутрішньовенно протягом 4 годин кожні 4 тижні.

Біль внаслідок розтягнення капсули печінки. Гострий, колючий, у правому підбер'ї. Причиною є метастази у печінці, імунотерапія, гепатити. Для корекції використовуємо НПЗЗ, опіоїди, дексаметазон 8 мг перорально або п/ш протягом 5 днів, якщо немає покращення то припинити, розглянути методи хірургічної корекції.

Підвищений внутрішньочерепний тиск. Сильний головний біль, посилюється вранці, блювання. Причиною є метастази або пухлина головного мозку. З метою корекції використовують дексаметазон 8-16 мг перорально або п/ш щодня до полегшення стану, або хірургічна корекція (встановлення шунта, резекція пухлини для покращення стану, видалення ізольованих метастазів).

Біль підшлункової залози. Оперізувальний біль. Причиною є панкреатит або пухлина підшлункової залози. Для корекції необхідна комбінація препаратів, НПЗЗ, опіоїдів та нейропатичних засобів, хірургічна корекція.

Стравохідний біль. Періодичний біль в епігастрії пов'язаний з ковтанням. Причиною є рак стравоходу, кандидоз та інфекції. При кандидозі використовують ністатин пероральну суспензію 3-5 мл протягом 7 днів, флуконазол 50 мг перорально 7 днів, також препарати для зняття спазму гладкої мускулатури – ніфедипін 10 мг тричі на день перорально, бензодіазепіни, хірургічна корекція.

Спазм гладкої мускулатури внутрішніх органів. Коліки, спазми, періодичні болі. Причинами є закреп, непрохідність кишечника, спазм сечового міхура, імунотерапія. Лікування закрепу, використовувати прокінетики (метоклопрамід, домперидон) з обережністю – можуть бути причиною спазму шлунково-кишкового тракту, використання антихолінергічних засобів для полегшення болю, при кишкових коліках мебеверин, альверин цитрат, при спазмі сечового міхура використовують оксibuтинін, толтеродин, тропіум.

Ректальний та тазовий біль. Біль в ділянці тазу, тенезми, біль посилюється під час дефекації, глибокий. Причиною є тазові та прямокишкові пухлини, закреп. Використовуються НПЗЗ, нейропатичні засоби, ніфедипін 10 мг тричі на день для зняття спазму гладкої мускулатури, бензодіазепіни, місцева хірургічна корекція.

Біль у скелетних м'язах. Скутість у м'язах, спазми, біль. Причинами є імунотерапія, фізична слабкість, захворювання моторного нейрону, хвороба Паркінсона супутня, імунотерапія, хіміотерапія. Для зняття спастичності від нейрогенеративних розладів використовують діазепам 2 мг, баклофен 5 мг тричі на день, клоназепам 0,25-0,5 мг. При болісному спазмі діазепам, НПЗЗ, опіоїди.

Використання новітніх технологій. У боротьбі з болем використовують новітній метод радіочастотного випромінювання, це мінімально інвазивний метод який використовується для зменшення розміру пухлини, що зменшує можливий тиск пухлини на нервові стовбури, також використовують радіочастотну абляцію нервів – це вплив електричного струму надвисокої частоти на нервові стовбури, сплетення та периферійні

нерви, при успішному використанні близько 70% пацієнтів відмічають полегшення болю яке може тривати рік та більше.

Висновок. В онкологічних хворих виділяють декілька видів болю залежно від походження. В залежності від виду болю необхідно використовувати різні методи корекції та лікування, не лише знеболюючі препарати, а й додаткові методи, хірургічну корекцію (наприклад резекцію пухлини), нейропатичні засоби лікування. Радіочастотне випромінювання та абляція теж має велике значення у полегшенні болю.

Список використаної літератури

1. Актуальні питання паліативної та хоспісної допомоги у практиці сімейного лікаря: Навч. посібник для лікарів-інтернів і лікарів-слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти / Вороненко Ю.В., Шекера О.Г., Губський Ю.І., Царенко А.В., Гойда Н.Г., Князевич В.М. та ін.; За ред. Ю.В.Вороненка, О.Г.Шекери, Ю.І.Губського. – К.: Видавець Заславський О.Ю., 2017. – 208 с.
2. Бондар Г.В. Хронічний больовий синдром в онкологічних хворих / Г. В. Бондар, В. І. Черній, В. М. Єльський та ін. – Донецьк, 2010. – 236 с.

Кричун І.І.

СТАН ЦЕРЕБРАЛЬНОГО КРОВООБІГУ У ХВОРИХ ІЗ ЗАГОСТРЕННЯМ ХРОНІЧНОЇ ЛЮМБАЛГІЇ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

krichun.igor@bsmu.edu.ua

В Україні, як і в інших країнах, хронічні поперекові больові синдроми, більшість з яких має вертеброгенне походження, займають одну із провідних позицій серед причин тимчасової непрацездатності, інвалідності, зниження фізичної активності пацієнтів різного віку. Тому лікування цієї групи пацієнтів стає важливою медико-соціальною проблемою.

Мета. Дослідити стан мозкового кровообігу у хворих із загостренням хронічної люмбалгії на тлі кили міжхребцевого диску.

Методи. Обстежено 33 хворих на хронічну люмбалгію внаслідок кили диску L_{IV}-L_V у фазі загострення. Функціональний стан ендотелію вивчали на прикладі судинорухової функції ендотелію при дослідженні ендотеліозалежної вазодилатації плечової артерії за допомогою тесту реактивної гіперемії (Celermajer D.et al.,1992). Стан церебрального кровообігу досліджували методом екстракраніальної доплерографії на апараті «Сономед-325». Вивчені показники порівняні з аналогічними показниками у 10 здорових осіб аналогічного віку.

Результати. Встановлено, що показники ендотелійзалежної вазодилатації плечової артерії в контрольній групі хворих склали $10,95\% \pm 0,25$, що відповідає умовній нормі, описаній у літературі. У групі обстежених хворих аналогічні показники склали $9,72\% \pm 0,3$ (у порівнянні з контролем, $p < 0,01$).

Виявлені в результаті доплерографічного дослідження основні зміни гемодинамічних показників мали місце у внутрішніх сонних і хребцевих артеріях. Так, було зафіксовано збільшення показників середньої лінійної швидкості кровотоку (ЛШК) в обох внутрішніх сонних артеріях порівняно з особами контрольної групи (до $45,5 \pm 8,6$ см/с) у 93% всіх досліджень. Це могло свідчити про підвищену реактивність судин до вазоконстрикторних впливів і відображало, таким чином початкову стадію порушення центральної регуляції тону судин, оскільки великі артерії першими реагують на зрив регуляторних механізмів, у той час як церебральні судини середнього і дрібного калібру більш автономні і включаються в патологічний процес набагато пізніше

При екстракраніальній доплерографії найчастіше реєструвались у обстежених хворих зміни форми вершини доплерографічної кривої по типу куполоподібної у поєднанні зі зменшенням систолічного вікна, підвищення пульсаторного індексу та індексу циркуляторного опору. Ці показники свідчили про зниження інтенсивності кровонаповнення мозкових судин переважно на тлі їх підвищеного тону.

Отримані дані можна пояснити активацією симпато-адреналової системи у обстежених нами хворих внаслідок виникнення у них стійкого больового синдрому.

Висновки. У хворих із загостренням хронічної люмбалгії на тлі кили міжхребцевого диску виявлено зміни показників церебрального кровообігу у поєднанні зі змінами функціонального стану ендотелію. Отримані дані показують наявність змін церебрального кровообігу та функціонального стану ендотелію судин у хворих на хронічну люмбалгію та дають підстави рекомендувати включення в комплексне лікування таких хворих засобів, які впливають на церебральний кровообіг та судинний ендотелій, що особливо є важливим у хворих старших вікових груп з наявним ризиком декомпенсації церебрального кровообігу.

Кульчинський В.В., Гречка О.О.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ СКАНУВАННЯ МРТ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПАТОЛОГІЙ ЛЮДСЬКОГО ОРГАНІЗМУ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

kulchynsky@bsmu.edu.ua , hrechka05.med@bsmu.edu.ua

МРТ - відносно нова технологія діагностики. Фізичні основи процедури діагностики дозволяють гнучко змінювати умови отримання зображень. Тому необхідно дослідити можливості різних послідовностей сканування.

Мета дослідження - виявити фізичні критерії вибору послідовності сканування МРТ, які найбільш ефективно дозволяють виявляти ті чи інші патології людського організму, виходячи із природи тканин та фізичних процесів, що супроводжують патологію.

Оскільки основна мета технології МРТ - отримання зображень, то при виборі режиму сканування слід перш за все досягти максимального контрасту між анатомічними особливостями досліджуваної частини тіла людини. З точки зору фізики, це можливо, коли відомо, значення якої фізичної величини має різні значення для об'єктів у зоні дослідження. Селективність з огляду на природу речовини вже реалізована явищем магнітного резонансу ядра атома - для ядер різних елементів частота резонансу буде різною, але залежить від значення магнітної індукції прикладеного магнітного поля, яке є сумою постійної та тимчасових градієнтних складових. Селективність стану обраного типу атомів можлива за рахунок вимірювання параметрів відгуку на збудження електромагнітним імпульсом на частоті резонансу. Режими опромінення імпульсом збудження, способи застосування тимчасових градієнтів магнітного поля, способи вимірювання відгуку та обробки вимірювань - ті параметри, які відрізняють одну послідовність сканування МРТ від іншої [1].

Існують різні класифікації послідовностей сканування МРТ. Ті з них, в яких наголос роблять на тривалість наростання відгуку - T1 зважені. В цьому випадку сканування проводять при коротких часі відгуку та часі повторення. Таким чином виокремлюють ділянки (менша яскравість) з вільною водою чи тканини з великим вмістом води (набряки, пухлини, запалення, інфекції). Інтенсивний сигнал для жирів та контрастних речовин. Інші ж акцентують тривалість згасання відгуку - T2-зважені. В цьому випадку використовують при

скануванні значно більші значення часу відгуку і часу повторення. Ділянки з більшим вмістом води будуть яскравими, а жировмісні - темнішими. Так звані зважені на густину протонів послідовності сканування МРТ націлені виокремити ядра водню незалежно від того, в складі яких молекул вони перебувають. Тут використовують довгий час повторення і короткий час відгуку [2]. Окремими групами за часовими параметрами будуть дифузійно і перфузійно зважені послідовності сканування МРТ, які були винайдені для відслідковування потоків, зокрема крові. Такі методики дозволяють виявити крововиливи або ж недостатнє надходження крові. До цієї ж групи можна віднести всі різновиди магнітно-резонансної ангіографії.

Інший спосіб групування послідовностей [3] - за методикою збудження: спін-ехо, інверсія відновлення, градієнт-ехо. В цих випадках шляхом зміни слідування імпульсів збудження досягають виокремлення тих чи інших речовин, виходячи з їх характерного відгуку на імпульси збудження.

Висновки: Для чіткого прояву різниці між різними станами тканин на МРТ-зображенні необхідно знати фізичні прояви аномалій функціонування тіла людини, а також розуміти принципи формування зображення в тій чи іншій послідовності сканування. Регулюючи такі параметри послідовності сканування, як: час ехо (час між збудженням та реєстрацією відгуку ядер атомів), час повторення (тривалість однієї повної послідовності), послідовність фазового та частотного кодування, тривалість реєстрації відгуку, - досягають виокремлення патологічних ділянок на зображенні прошарку людського тіла.

Список використаних джерел

1. <http://www.mrshark.com/parameters.html>
2. <http://www.mrshark.com/pathology.html>
3. <https://www.imaios.com/en/e-mri/sequences/sequence-classification>

Кульчинський В.В., Матиміш Я.Я.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ ЛАЗЕРА ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В МЕДИЦИНІ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

kulchynsky@bsmu.edu.ua , matimish.iaroslava.med@bsmu.edu.ua

Лазери - невід'ємна складова сучасного життя. Завдяки унікальному поєднанню властивостей випромінювання лазери мають величезну кількість застосувань. Проте, ефективність використання залежить від усвідомлення критеріїв вибору приладу та режимів його роботи відповідно до медичної ситуації.

Мета дослідження - висвітлити ключові фізичні аспекти використання лазерів у медицині, які можуть спростити вибір.

Результат використання лазера залежить від параметрів лазера, режимів його роботи, а також від оптичних та теплових властивостей тканин людського організму разом з фізіологічними особливостями функціонування органів. Основна різниця між діагностичним та терапевтичним застосуванням лазерів - тип взаємодії лазерне випромінювання-тканина організму. Розуміння цих механізмів взаємодії впливає на вибір пристрою та режим його роботи залежно від тканини організму та медичної мети.

У випадку, коли метою медичного впливу на організм за допомогою лазера є руйнування тканин організму людини, такий параметр лазера, як довжина хвилі його випромінювання, стає другорядним, а пріоритетними стають інтенсивність та можливість регулювати тривалість імпульсу. Руйнування досягають за рахунок явищ, які супроводжують оптичний пробій речовини - т.з. електромеханічні механізми взаємодії (поток речовини, кавітація, ударні хвилі) та утворення плазми, - усі призводять до абляції тканини організму. Найважливіший фізичний чинник при таких механізмах взаємодії - напруженість локального електричного поля, значення якої визначає де і при яких умовах розпочнеться оптичний пробій речовини. При цьому абляція, спричинена утворенням плазми, обмежена в просторі областю пробою в той час як електромеханічні процеси виходять за межі місця, де відбувся пробій.

Сукупний потік енергії - добуток інтенсивності на час - є визначальним щодо типу взаємодії як при залежному від довжини хвилі застосуванні лазера, так і при незалежному від довжини хвилі застосуванні [1]. В поєднанні з тепловими та оптичними властивостями тканин потік енергії визначає тепловий ефект взаємодії: карбонізація, випаровування, коагуляція, денатурація білків чи фототермія. При низьких значеннях потоку енергії випромінювання можливе використання лазерів для фотохімічних реакцій всередині

організму з метою стимулювання певних фізіологічних процесів. Діагностичне застосування лазерів передбачає мінімальний потік енергії та мінімальні зміни в речовині після взаємодії з випромінюванням.

Довжина хвилі випромінювання є визначальним фактором при селективному впливі на речовини людського організму. В цих випадках необхідно враховувати такі оптичні властивості тканин чи окремих речовин, як: спектри відбивання, розсіювання, та, найважливіше, поглинання. Ці спектри дозволяють оцінити величину такого параметру взаємодії випромінювання з речовиною, як глибина проникнення [2]. При взаємодії з тканинами в глибині організму для уникнення побічних ефектів нагріву усіх речовин на шляху променя слід враховувати положення мінімумів в спектрах поглинання цих речовин. Для діагностики вибір довжини хвилі випромінювання лазера зумовлений енергією збудження люмінесценції в досліджуваній речовині.

Серед теплових властивостей тканин, які визначають результат взаємодії з лазерним випромінюванням, основними є теплопровідність, теплоємність та швидкість процесів теплообміну з навколишніми тканинами та кровоносною системою.

Висновки: потужність джерела лазерного випромінювання, діаметр променя, розподіл енергії в промені, тривалість імпульсу, довжина хвилі випромінювання - параметри пристрою, які визначають загальний потік енергії лазерного випромінювання; спектри поглинання, відбивання, розсіювання, теплопровідність, характерний час дифузії - параметри тканини мішені, які визначають режим та результат взаємодії з лазерним випромінюванням. Оптимальний вибір лазера та режимів його роботи в медицині можливий тільки при поєднанні розуміння фізичних основ роботи лазера, унікальних властивостей його випромінювання з повним розумінням того, якого медичного результату потрібно досягти при мінімальних побічних ефектах.

Список використаних джерел

1. Cem, B. 2012. 'Biomedical Optics and Lasers'. A Roadmap of Biomedical Engineers and Milestones. InTech. doi:10.5772/48048.
2. Parker, S. P. A. (2017). Laser-Tissue Interaction. Lasers in Dentistry—Current Concepts, 29–55. doi:10.1007/978-3-319-51944-9_3
3. Ansari, M. A., Erfanzadeh, M., & Mohajerani, E. (2013). Mechanisms of Laser-Tissue Interaction: II. Tissue Thermal Properties. Journal of lasers in medical sciences, 4(3), 99–106..

Лушта М. В., Воронкова О.С.

МОНІТОРИНГ АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТІ СТРЕПТОКОКІВ ГРУПИ В ВИДІЛЕНИХ З СЕЧІ ДОРΟΣЛИХ ПАЦІЄНТІВ З УРОЛОГІЧНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро

maksimlуста12@gmail.com

Інфекція сечовивідних шляхів (ІСВШ) щороку вражає 150 мільйонів людей у всьому світі. Стрептокок групи В (СГВ) є етіологічним фактором у 2–7% випадків від усіх ІСВШ, включаючи безсимптомну бактеріурію (ББ), цистит та пієлонефрит. До 2050 року ВООЗ прогнозує смертність людства від інфекцій, спричинених антибіотикорезистентними штамми бактерій, на рівні 10 млн. осіб на рік. Сьогодні мікробіологічними лабораторіями реєструються штами бактерій, які резистентні до останнього покоління АБП, що були внесені ВООЗ до класифікації «Access, Watch, Reserve - AWaRe». Метою дослідження є встановлення профілю резистентності СГВ виділених з сечі пацієнтів з урологічною патологією Дніпропетровської області.

Матеріали і методи. За 2021-2022 рік досліджено 943 зразків середньої порції сечі дорослих пацієнтів з урологічною патологією Дніпропетровської області з метою встановлення лабораторного критерію наявності ББ та симптоматичної ІСВШ. Використовували бактеріологічний метод кількісного посіву сечі на агар колумбійський з 5% баранячої крові, хромогенний агар Strepto В та бульйон Тодда-Х'юїта, ідентифікували штами СГВ з визначенням чутливості до бацитрацину, тесту на гідроліз гіпурату та САМР-тесту. Визначення чутливості до АБП диско-дифузійним методом та інтерпретацію досліджень проводили згідно рекомендацій Європейського комітету з тестування чутливості до антимікробних препаратів.

Результати. За 2021-2022 роки з 943 зразків сечі дорослих пацієнтів з урологічною патологією Дніпропетровського регіону виділено 29 культур СГВ (результативність – 3,0%).

За результатами антибіотикограм штамів СГВ (n=29) встановлено, що 28 культур (97%) чутливі до бензилпеніциліну, ампіциліну, ампіциліну-сульбактаму, амоксициліну, амоксициліну-клавуланової кислоти, піперациліну, піперациліну-тазобактаму, цефаклору, цефалексину, цефадроксилу, цефазоліну, цефепіму, цефотаксиму, цефтароліну, цефтриаксону, цефуроксиму, доріпенему, ертапенему, іміпенему, іміпенему-релебактаму, меропенему та меропенему-ваборбактаму, 6 штамів (21%) – стійкі до норфлоксацину та левофлоксацину, 6 штамів (21%) – стійкі до еритроміцину, 2 штами (7%) – чутливі, збільшена експозиція до

еритроміцину, 5 культур (17%) – стійкі до кліндаміцину, з них 1 культура мала індуцибельну стійкість, 27 штамів (93%) – стійкі до тетрацикліну, 29 штамів (100%) – чутливі до нітрофурантоїну.

Висновки. У 97% випадків є доцільним використання бета-лактамних препаратів для лікування ІСВШ у дорослих пацієнтів, в 79% випадків – препаратів фторхінолонового ряду, в 100% випадків – нітрофурантоїну.

Список використаної літератури

1. Asmat U, Mumtaz MZ, Malik A. Rising prevalence of multidrug-resistant uropathogenic bacteria from urinary tract infections in pregnant women. *Journal of Taibah University Medical Sciences*. 2020. Vol.16, №1. P. 102-111.
2. Dobrut A, Ochońska D, Brzozowska E, Górska S, Kaszuba-Zwoinska J, Gołda-Cępa M, Gamian A, Brzychczy-Wloch M. Molecular Characteristic, Antibiotic Resistance, and Detection of Highly Immunoreactive Proteins of Group B Streptococcus Strains Isolated From Urinary Tract Infections in Polish Adults. *Frontiers in Microbiology*. 2022. Vol.13. P. 809724.
3. Guo Y., Deng X., Liang Y., Zhang L., Zhao G.P., Zhou Y. The draft genomes and investigation of serotype distribution, antimicrobial resistance of group B Streptococcus strains isolated from urine in Suzhou, China. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 2018. Vol.17, №6. P. 28.
4. Zwane T., Shuping L., Perovic O. Etiology and Antimicrobial Susceptibility of Pathogens Associated with Urinary Tract Infections among Women Attending Antenatal Care in Four South African Tertiary-Level Facilities, 2015-2019. *Antibiotics (Basel)*. 2021. Vol.10, №6. P. 669.

Малкович Н.М.

ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ СУЧАСНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МЕТОДІВ

ДОСЛІДЖЕННЯ В ДІАГНОСТИЦІ БРОНХОЛЕНЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

malkovich@bsmu.edu.ua

Сучасна пульмонологія має досить багато діагностичних інструментів для діагностики різноманітних уражень бронхолегеневого апарату. Чільне місце поряд з променевими методами займають функціональні методи дослідження зовнішнього дихання. Ще донедавна впродовж багатьох десятиліть широко використовувався лише метод спірометрії (СМ). Класична рутинна СМ відповідає на багато діагностичних питань, зокрема, розпізнавання бронхообструктивних захворювань, таких як бронхіальна астма та хронічне обструктивне захворювання легень, неможливе без проведення спірометричного дослідження, діагностика захворювань, що супроводжуються рестриктивними змінами.

Проте, після проведення СМ залишається багато невизначених важливих показників. СМ не дає можливості визначити залишковий об'єм легень (ЗОЛ), що є складовою частиною цілого ряду легеневиx ємностей та збільшення якого є чутливим індикатором гіперінфляції

легеневої тканини, що спостерігається при легеневій емфіземі. Також неможливо оцінити функціональні показники скелетної мускулатури, включеної в апарат вентиляції.

Бодіплезмографія (БПГ) дозволяє розширити перелік вимірюваних параметрів зовнішнього дихання. Завдяки особливостям технології проведення даного дослідження (виконання дихальних маневрів у замкненій камері із застосуванням заглушки для зупинки подачі повітря та імітацією дихальних рухів) стає можливим визначити не тільки ЗОЛ, але й такий важливий індикатор стану прохідності бронхів як бронхіальний опір. Так само, як і при проведенні СМ можна проводити бронходилятаційні тести (БДТ). Слід зазначити, що додатна динаміка змін ЗОЛ після застосування бронходилятатора може вказувати на наявність у пацієнта експіраторного колабування або змикання бронхів, що є діагностичною ознакою зменшення еластичності легеневої тканини – прояву тяжкого перебігу бронхообструктивних захворювань.

Досить часто оцінка результатів БДТ при проведенні рутинної СМ може бути недостатньо повною, наприклад, коли у пацієнта не відмічається достатнього збільшення об'єму форсованого видиху за першу секунду (ОФВ1). У такій ситуації дуже важко дати заключення про зворотність обструктивних змін. При застосуванні БПГ використовується динаміка інших показників, що може бути доказом ефективності застосування бронходиляторів у пацієнта, такі як зменшення бронхіального опору або ЗОЛ, збільшення ємності вдиху).

Вимірювання дифузійної здатності легень для монооксиду вуглецю (diffusion lung capacity for carbon monoxide — DLCO) рекомендується проводити після маневрів форсованої СМ (визначення форсованої життєвої ємності легень, ОФВ1) або ж БПГ та вимірювання структури статичних об'ємів та ємностей. Сутністю дослідження є проведення кількісної оцінки процесу газообміну через альвеолярно-капілярну мембрану. У ході дослідження вимірюється два основних показника - власне дифузійна здатність легень (DLCO) та альвеолярний об'єм (V_a) та їх співвідношення. Саме за цієї причини була запропонована інша назва дослідження - фактор переносу монооксиду вуглецю (transfer factor for carbon monoxide — TLCO). TLCO застосовується для діагностики рестриктивний та обструктивних захворювань, переважно це легенева емфізема та легеневий фіброз.

Легенева емфізема характеризується зниженням DLCO и $DLCO/V_a$, що відображає наявність деструкції альвеолярно-капілярних мембран та зменшення ефективної площі газообміну. Однак слід враховувати, що зниження DLCO на одиницю об'єму $DLCO/V_a$ може бути компенсовано зростанням загальної ємності легень. Вважається, що діагностична

цінність дослідження DLCO для діагностики легеневої емфіземи прирівнюється за чутливістю до комп'ютерної томографії.

Слід враховувати, що у злісних курців та у пацієнтів, що мають контакт з окисом вуглецю у побуті чи на робочому місці, залишається остаточна напруга цього газу в змішаній венозній крові, що може призвести до несправжніх занижених значень DLCO та його компонентів.

Звичайно, що слід застосовувати інтегральну оцінку всіх отриманих результатів, співвідношення показників СМ, БПГ та TLCO. Так, нормальні показники СМ при зниженій DLCO можуть свідчити про наявність анемії, патології легеневих судин, ранніх стадій інтерстиційних захворювань легень чи легеневої емфіземи. Комбінація рестриктивного патерна СМ та нормальна DLCO властива для патології стінки грудної клітини або нейром'язових розладів, якщо ж DLCO підвищена, то можна запідозрити інтерстиційне захворювання легень.

Низька DLCO при збережених або зменшених легневих об'ємах може дати підстави для діагностики саркоїдозу, інтерстиційних захворювань легень, пневмофіброзу, хронічної емболії легеневих судин, первинної легеневої гіпертензії.

Таким чином, комплексне використання таких сучасних високоінформативних функціональних методів дослідження як СМ, БПГ та TLCO може значно покращити діагностичний пошук у пацієнтів терапевтичного та пульмонологічного профілів.

Полянський І.Ю., Гринчук Ф.Ф., Полянська О.С.

РЕАЛІЇ І ПЕРСПЕКТИВИ ДИСТАНЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ipolyanskiy@ukr.net, fedir.grynychuk@gmail.com, okspolyan@ukr.net

Можливість отримати своєчасну і якісну медичну допомогу є основною умовою безпеки громадянського суспільства. Технологічний прогрес спростив можливість безпосереднього контактування пацієнта та лікаря, однак за певних умов вкрай необхідна дистанційна передача даних про стан пацієнта, динаміку перебігу захворювання, оцінку фізикальних змін.

Нами проводяться дослідження щодо можливості дистанційного аускультативного обстеження пацієнтів із захворюванням органів дихання, серцево-судинної системи та органів травлення.

В основі методу лежить пристрій (Патент на корисну модель № 147805 від 16.06.2021 «Пристрій для аускультації Полянського»), який дає змогу одночасно проводити вислуховування звукових феноменів та їх запис, графічне зображення, збереження з подальшим визначенням цифрових параметрів і математичним аналізом тих складових, які характеризують функції досліджуваних органів, можливість порівняння їх із стандартизованими величинами, передачу отриманих результатів дистанційно.

Пристрій дає можливість не тільки перевести суб'єктивний метод обстеження – аускультацию в об'єктивний метод, що має цифрові значення, а й шляхом математичного аналізу параметрів звукового феномену з високою вірогідністю встановити діагноз.

Можливість дистанційної передачі звукових та цифрових параметрів звукового феномену розширює можливості консультацій різних спеціалістів у режимі реального часу, що покращує діагностику, дає змогу оцінювати динаміку перебігу захворювання, вносити своєчасні корективи у лікувальну тактику і, в кінцевому результаті, покращити результати лікування.

Обстеження пацієнта і передачу результатів дистанційно може здійснювати не тільки лікар, а й середній медичний персонал, що сприятиме надійності динамічного спостереження за пацієнтом.

Простота використання методу дає можливість пацієнту проводити самообстеження і передавати його результати дистанційно лікуючому лікарю чи консультанту. Цим самим вирішується проблема домінантної необхідності безпосереднього контакту пацієнта з лікарем, що при певних обставинах має надзвичайно важливе значення, особливо при термінових чи надзвичайних ситуаціях.

Широкий діапазон використання методу- у пульмонології, гастроентерології, кардіології, торакальній і абдомінальній хірургії, простота його використання та доступність відкривають новий напрямок дистанційної медицини – дистанційну діагностику та корекцію лікувальної тактики у широкого кола пацієнтів. Це суттєво вплине на доступність та своєчасність отримання якісної медичної допомоги, покращить результати лікування, сприятиме зростанню якості життя пацієнтів.

Плеш І.А., Григорець Д.К., Костів І.В.¹, Костів М.І.²

КОМПЛЕКСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕНОЗНОГО ТА АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕОМЕТРІЇ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

¹ ОКНП «Лікарня швидкої медичної допомоги», м. Чернівці

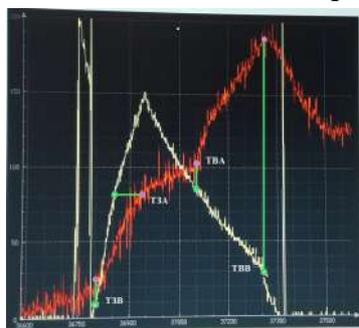
² ОКНП «Обласна дитяча клінічна лікарня», м. Чернівці

pian@meta.ua , *grigorec.diana@bsmu.edu.ua* , *kostiv.igor2018@gmail.com* ,
marta.kostiv78@gmail.com

Аналогом запропонованого методу є методика ангіотензіотометрії за М.І. Арінчиним [1] в якій використано механізм зміни об'єму кінцівки нижче накладання манжети (як для визначення параметрів АТ). Дистальну частину кінцівки розташовували у герметизований циліндр, залитий водою. Зміни об'єму кінцівки внаслідок компресії та декомпресії манжети передавались до рідини в циліндрі та фіксувались датчиками тиску на рухомій стрічці синхронно з даними тиску у манжеті.

Співробітниками кафедри догляду за хворими та ВМО запропонована методика використання компресійно-декомпресійної реометрії (-графії) дистальної частини верхньої кінцівки з використанням елементів комп'ютерної техніки. Для забезпечення виконання методики ангіотензіореобарографії (АТРБГ) необхідні реографічна приставка, механоелектричний перетворювач тиску (МЕП), 4 електроди на передпліччя, аналого-цифровий перетворювач (АЦП), ноутбук (персональний комп'ютер).

Методика здійснюється в горизонтальному положенні обстежуваного. Накладають манжету на плече (як для визначення АТ) та під'єднують до МЕП. На передпліччя – 4 кільцевих електроди та під'єднують до реографічної приставки. Виходи МЕП та реографічної приставки під'єднують до АЦП і на вхід звукової карти ноутбука. Проводять налаштування обидвох каналів. Після цього здійснюють повільну компресію кінцівки до величини систолічного рівня АТ та декомпресію до «0».



Отримані дві криві – тиску та реографічних змін представлені на рис. 1. За калібрувальною сіткою АТ та змін імпедансу визначають 4 параметри тисків на замикання і відмикання вен та артерій (ТЗВ, ТЗА, ТВА, ТВВ) [2].

Методика дозволяє на сучасному рівні детально вивчати тонус артерій та вен, ймовірно, реологічні властивості мікроциркуляторного русла.

Список використаної літератури

1. Виноградова Т.С. Інструментальні методи дослідження серцево-судинної системи.- М.: Медицина, 1986. 382с.
2. Плеш І.А., Владковський І.К., Ковальчук П.С. Пристрій для імпедансної ангіотензіотонографії/ Патент України №99073959 UA №34831 А 15.03.2001 Бюл.№2

Ризничук ¹ М.О., Наврата І.В.².

РЕОЕНЦЕФАЛОГРАФІЯ В ДІТЕЙ ІЗ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ТИПУ 1

¹ Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

² ОКНП «Чернівецька обласна дитяча клінічна лікарня», м. Чернівці

rysnychuk.mariana@gmail.com

Вступ. Відомо, що цукровий діабет типу 1 (ЦД 1) є полігенною хворобою, формування якої зумовлене поєднаним впливом генетичних чинників та чинників довкілля. Визначено понад 75 генетичних локусів, які спричиняють виникнення цукрового діабету типу 1 [1-3]. Одним із численних чинників довкілля є стрес, який призводить у дітей до розвитку вегетосудинних дистоній та погіршення перебігу цукрового діабету типу 1.

Реоенцефалографія (РЕГ) – це неінвазивний метод дослідження мозкової гемодинаміки, який дозволяє отримати об'єктивну інформацію про тонус, еластичність стінок та реактивність церебральних судин. За допомогою даного обстеження можна оцінити периферичний опір судин, величину пульсового кровонаповнення судинного русла на рівні магістральних судин, дрібних артерій і мікроциркуляторного русла. Також можна оцінити венозний відтік крові.

Тому **метою** нашого дослідження є аналіз даних реоенцефалографії в дітей із цукровим діабетом типу 1, які перебували на стаціонарному лікуванні в ендокринологічному відділенні ОКНП «Чернівецька обласна дитяча клінічна лікарня» м. Чернівці у 2021-2022 роках.

Матеріали та методи. Нами обстежено 28 дітей підліткового віку із ЦД типу 1 (12 дівчат (46,2%) та 14 хлопців (53,8%)). Середній вік пацієнтів становив $13,69 \pm 2,35$ років.

Отримані результати. Обстежені пацієнти, яким попри класичні дослідження при ЦД1 проводили РЕГ часто скаржилися на дифузний головний біль (89,3 %), особливо в другій половині дня, після занять у школі і емоційного перенапруження (89,3 %). 57,1% дітей вранці зазначали відчуття тяжкості й розпирання в голові, найчастіше в лобній ділянці. 46,4% пацієнтів скаржилися на запаморочення, які виникали в закритому приміщенні, транспорті,

при переході у вертикальне положення. У 64,3 % пацієнтів були відмічені: емоційна лабільність, зниження працездатності, підвищена стомлюваність, порушення сну, сон був поверхневим, із частими пробудженнями вночі, вранці діти не відчували, що відпочили, їм було важко вставати з ліжка. 28,6% дітей відзначали періоди транзиторного підвищення артеріального тиску.

Усі діти перебували на болюс-базисній терапії. Середня доза інсуліну на добу становила 1 Од/кг.

Виявлено наступні типи реоенцефалографічних кривих: нормотонічний, гіпертонічний та гіпотонічний. Кожен із типів кривих має свої особливості. При нормотонічному типі РЕГ, який виявлено у 39,3% дітей, на тлі нормального тону судин у половині досліджуваних виявлено підвищення об'ємного кровотоку в басейні сонної артерії різного ступеня вираженості. У 14,3% пацієнтів виявлено гіпертонічний тип кривої РЕГ з підвищенням тону судин середнього та дрібного калібру, та у більшості з них наявний утруднений венозний відтік. У 46,4% дітей зареєстрували гіпотонічний тип реографічної кривої із зниженням тону артеріальних та венозних судин.

Висновок. У більшості обстежених дітей із ЦД 1 за допомогою РЕГ виявлено гіпотонічний тип реографічної кривої із наявним зниженням тону артеріальних та венозних судин.

Список використаних джерел

1. Nyaga D.M., Vickors M.H., Jefferies C. et al. Type 1 diabetes mellitus – associated genetic variants contribute to overlapping immune regulatory networks. *Front. Genet.* 2018. V.9. P. 535. doi: 10.3388/fgene/2018/00535.
2. Redondo M.J., Gignoux C.R., Dabelea D. et al. Affiliations expand Type 1 diabetes in diverse ancestries and the use of genetic risk scores. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2022. V. 10(8). P. 597-608. doi: 10.1016/S2213-8587(22)00159-0.
3. Redondo M.J., Steck A.K., Pugliese A. Genetics of type 1 diabetes. *Pediatr. Diabetes.* 2018. V. 19(3). P. 346-353. doi: 10.1111/pedi.12597

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

СОМАТОТРОПНА НЕДОСТАТНІСТЬ У ДІТЕЙ: АНАЛІЗ ГЕНОТИПУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЛІМОРФІЗМУ TaqI ГЕНА VDR РЕЦЕПТОРА ВІТАМІНУ D

¹ Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці,

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

rysnychuk.mariana@gmail.com

Вступ. На сучасному етапі великий інтерес наукового світу викликає віт. D, який є потужним регулятором гомеостазу кальцію, а також імуномодуляції, клітинної диференціації та реплікації в різних тканинах-мішенях. Поліморфізми гена *VDR* пов'язані з множинними ознаками та фенотипами захворювань, такими як первинний гіперпаратиреоз, хвороба Грейвса, цукровий діабет I типу та остеопороз [1]. Ядерний рецептор віт D опосередковує більшість біологічних функцій даного вітаміну [2]. Він відноситься до сімейства рецепторів стероїдних гормонів, ген якого (*VDR*) розташований на хромосомі 12q13.1 [3]. *VDR* має вісім екзонів і шість інтронів, що розташовані генетично активних ділянках, із промоторними відрізками [2].

Метою нашого дослідження стало вивчення поліморфізму TaqI гена *VDR* у дітей із соматотропною недостатністю.

Матеріали та методи. Проведено генетичне дослідження 28 дітей із соматотропною недостатністю, які перебували на лікуванні в ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України».

Середній вік дітей (21 хлопчик, 7 дівчат), включених у дослідження, становив $10,86 \pm 3,15$ років. Середнє відставання у зрості становило мінус $2,34 (\pm 0,85)$ SDS. На момент обстеження всі пацієнти знаходились у стані еутиреозу. У дослідження були включені діти, які не отримували препарати кальцію та віт D упродовж ≥ 6 місяців. Діти, із дефіцитом ГР, мали суттєве зниження рівню ПЧР-1 (від 22,83 до 93,04 нг/мл). За контрольну дітей взято 57 підлітків, які не мали кровної спорідненості [4]. Статистичну обробку результатів дослідження виконували із використанням Microsoft Excel.

Результати дослідження. У групі хворих із соматотропною недостатністю частка генотипу T/C у 1,28 рази вища (60,7%), ніж у групі здорових (47,4%). Пацієнтів-носіїв генотипу T/T та C/C у 0,68 та 0,90 рази менше (25% та 14,3% відповідно), ніж у контрольній групі (36,8% та 15,8% відповідно). Наявність гомозиготного генотипу T/T підвищує ризик

розвитку соматотропної недостатності, але не достовірно $OR = 1,89$, (95%CI 0,66-5,39; $p=0,23$), а наявність гомозиготного генотипу C/C – є протекторним $OR = 0,75$, (95%CI 0,17-3,22; $p=0,70$). При аналізі алелей у пацієнтів із соматотропною недостатністю отримані наступні дані: носійство алелі T поліморфного локусу rs731236 TagI гена рецептора віт D VDR асоціюється з ризиком соматотропної недостатності $OR=1,24$ (95%CI 0,65-2,36; $p=0,52$) але не достовірно. Співвідношення частот алелів ($pT = 0,554$, $qC = 0,446$) практично не відрізняється від співвідношення 1 : 1, що свідчить про збереження частоти алелів в українській популяції, розподіл генотипів відповідав рівновазі Харді–Вайнберга.

Висновки. У дітей із соматотропною недостатністю частка генотипу T/C у 1,28 рази вища, ніж у групі здорових. Наявність гомозиготного генотипу TT підвищує ризик розвитку соматотропної недостатності, але не достовірно $OR = 1,89$ (95%CI 0,66-5,39; $p=0,23$).

Список використаних джерел

1. Wang Y., Zhu J., DeLuca H.F. Where is the vitamin D receptor? *Arch Biochem Biophys.* 2012. V.523, N1. P. 123-133. doi: 10.1016/j.abb.2012.04.001
2. Tuoresmäki P., Väisänen S., Neme A., Heikkinen S., Carlberg C. Patterns of genome-wide VDR locations. *PLoS One.* 2014. V.9, N4. P. e96105. doi: 10.1371/journal.pone.0096105
3. Uitterlinden A.G., Fang Y., van Meurs J.B., van Leeuwen H., Pols H.A. Vitamin D receptor gene polymorphisms in relation to Vitamin D related disease states. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2004. V. 89-90, N1-5. H. 187-193. doi: 10.1016/j.jsbmb.2004.03.083
4. Stranger BE, Stahl EA, Raj T. Progress and promise of genome-wide association studies for human complex trait genetics. *Genetics.* 2011. V.187, N2. P. 367-183. doi: 10.1534/genetics.110.120907

Ризничук М.О.¹, Аїрїней К.В.²

СТАН МОЗКОВОЇ ГЕМОДИНАМІКИ В ДІТЕЙ ІЗ ГІПОТАЛАМІЧНИМ ОЖИРІННЯМ

¹ Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці,

²ОКНП «Чернівецька обласна дитяча клінічна лікарня», м. Чернівці,

rysnichuk.mariana@gmail.com

Вступ. Гіпоталамічне ожиріння (син.: гіпоталамічний синдром) – поєднання ендокринних, обмінних та вегетативних розладів, зумовлених патологією гіпоталамуса. Для даного стану притаманно наявність надлишку ваги або ожиріння, головний біль, перепади настрою, підвищення артеріального тиску або артеріальна гіпертензія, порушення менструального циклу в дівчат та затримка статевого дозрівання у хлопчиків, підвищення апетиту та наявність спраги. За умов вчасної діагностики та лікування прогноз позитивний, тобто можливе повне одужання. За відсутності лікування відбувається прогресування

патологічний процесів, які призводять з часом до стійкої гіпертензії, розвитку цукрового діабету, типу 2, безпліддя.

Частіше гіпоталамічне ожиріння розвивається у підлітковому віці (13-15 років).

Метою нашого дослідження стало вивчення стану мозкової гемодинаміки в дітей із гіпоталамічним ожирінням.

Матеріали та методи. Обстежено 82 дитини із гіпоталамічним ожирінням (36 дівчат (43,9%) та 46 хлопців (56,1%)), які перебували на стаціонарному лікуванні в ендокринологічному відділенні ОКНП «Чернівецька обласна дитяча клінічна лікарня» м. Чернівці у 2020-2022 роках. Середній вік пацієнтів становив $14,8 \pm 0,41$ років (11-18 років). Вивчалися скарги пацієнтів, рівень артеріального тиску, лабораторні дослідження та стан судин головного мозку. Сільські мешканці, серед обстежених становили 84,1%, а 15,9% дітей проживали в м. Чернівці.

Результати дослідження. Діти з гіпоталамічним ожирінням найчастіше скаржилися на надмірну масу тіла або ожиріння (100%), підвищений апетит (96,3%), періодичний головний біль (96,3%) різної інтенсивності та локалізації, підвищення артеріального тиску (87,8%), стійку артеріальну гіпертензію (12,2%), кардіалгію (65,9%), дратівливість (56,1%).

Рівень артеріального тиску у 91,5% пацієнтів був нормальним на момент огляду, але із епізодичними його підйомами, а в 8,5% випадків траплялася стійка артеріальна гіпертензія I ступеня.

Дані загальних аналізів крові та сечі відповідали віковим нормам. При біохімічному дослідженні рівень холестерину у 48,7% випадків був у межах норми (3,63-5,2 ммоль/л) у 46,4% його рівень відповідав верхній межі норми 1-5,3 ммоль/л), а у 4,9% виявлена гіперхолестеринемія (5,6-6,0 ммоль/л). Підвищення ліпопротеїдів високої щільності виявлено у 28,0% дітей.

Глюкозо-толерантний тест був проведений усім дітям із гіпоталамічним ожирінням. У 68,3% пацієнтів глікемічна крива була нормальною, у 24,4% випадків траплялася сплюснена глікемічна крива, а у 7,3% випадків виявлено порушення толерантності до глюкози. Пацієнтам із патологічними результатами глюкозо-толерантного тесту проводилося вимірювання інсуліну крові (норма 10-20 мкОд/мл). У 6,8% рівень інсуліну становив $42,3 \pm 0,2$ мкОд/мл, у 24,9% рівень був $33,1 \pm 0,1$ мкОд/мл, а у 68,3% пацієнтів – $16,8 \pm 0,4$ мкОд/мл. Усім хворим проводилася ЕКГ.

Для вивчення мозкової гемодинаміки всім підліткам виконували реоенцефалографію (РЕГ). Виявлено наступне: у 8,5% дітей присутній нормотонічний тип кривої РЕГ на тлі нормального тону судин, у 68,3% пацієнтів виявлено підвищення об'ємного кровотоку в

басейні сонної артерії різного ступеня вираженості. У 23,2% дітей виявлено гіпертонічну криву РЕГ, із них підвищення тонузу судин середнього та дрібного калібрів судин мали 12,1% пацієнтів та із утрудненим венозним відтоком знайдено 11,1% дітей.

Лікування проводилося згідно протоколу МОЗ України № 254 від 27.04.2006 р.

Висновок. Лише 8,5% дітей із гіпоталамічним ожирінням мали нормотонічний тип кривої РЕГ на тлі нормального тонузу судин, 68,3% пацієнтів мали підвищення об'ємного кровотоку в басейні сонної артерії і у 23,2% дітей виявлено гіпертонічну криву РЕГ, із підвищенням тонузу судин середнього та дрібного калібрів судин та із утрудненим венозним відтоком.

Список використаних джерел

1. Tessaris D., Matarazzo P., Tuli G. et al. Multidisciplinary Approach for Hypothalamic Obesity in Children and Adolescents: A Preliminary Study. *Children (Basel)*. 2021. V.8, N7. P. 531. doi: 10.3390/children8070531
2. Van Iersel L., Brokke K.E., Adan R.A.H. et al. Pathophysiology and Individualized Treatment of Hypothalamic Obesity Following Craniopharyngioma and Other Suprasellar Tumors: A Systematic Review. *Endocr Rev*. 2019. V.40, N1. P. 193-235. doi: 10.1210/er.2018-00017

Руснак І.Т.

МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ ДЛЯ СКРИНІНГУ ТА РАННЬОЇ ДІАГНОСТИКИ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ilonarusnakdr@gmail.com

Мікроелементний аналіз по волоссю чи нігтях - це діагностика дефіцитів життєво необхідних елементів і накопичень токсичних, важких металів. Біологічні мікроелементи необхідні для здоров'я людини. Дисбаланс у метаболізмі мікроелементів і гомеостазі може відігравати важливу роль у різноманітних захворюваннях і розладах [1]. Макро- та мікроелементи в організмі впливають на тисячі хімічних процесів, входять до складу важливих структур тіла. Діагностика за допомогою мікроелементного аналізу показує ранні зміни та ідеально підходить для скринінгу населення щодо виявлення найменших порушень і швидшого відновлення здоров'я організму.

Перевагами такого аналізу є те, що метод безкровний, не травматичний, без ризику інфікування та безболісний, підходить діткам та дорослим. Людина вже може погано почуватися, але аналізи крові та інструментальні дослідження ще не в змозі виявити хворобу і показують нормальні показники. Це відбувається тому, що в крові працюють закони гомеостазу, тому для постійного незмінного складу крові елементи забираються із органів у

кров, і як результат кров показує нормальні показники, в той час як в органах уже є дефіцит і почались порушення: спочатку функціональні (їх легко і швидко повернути до норми, спочатку порушується функція органа), а потім вже і органічні порушення (зі зміною будови та структури органів). Тому актуальним є виявляти довготривалі проблеми самопочуття саме за допомогою аналізу на мікроелементи по волоссю. Для аналізу достатньо відрізати трохи волоссю з потилиці біля шкіри (1-4 см), воно має бути нефарбоване (щоб не склад фарби перевіряти, а склад організму через волоссю). Таке зрізане волоссю (або нігті з обох рук, якщо людина не має волоссю) не вимагає особливих умов транспортування та зберігання, бо не змінюється склад.

Окрім самої діагностики з концентраціями різних елементів аналіз дає багато додаткової інформації: описує обмін речовин організму, швидкість старіння, реакцію на стрес, ендокринні функції та ризики розвитку хвороб у наступні 15 років (якщо звісно нічого не поліпшувати в організмі). За допомогою такого аналізу можливості допомогти кожному пацієнту значно поліпшуються, бо тепер стає відомим корінь проблеми та можемо впливати не лише на симптоми-наслідки, а на причини хвороби.

Використовуються передові методи для дослідження складу та розподілу всіх мінералів і мікроелементів у живому організмі та їх варіацій за різноманітних фізіологічних і патологічних умов [2]. Вивчення елементів у дослідженні серйозних захворювань все ще триває [2]. Виходячи з того, що іони металів впливають на долю ракових клітин і беруть участь як у вродженому, так і в адаптивному імунитеті, вони широко застосовуються в протипухлинній терапії як імуномодулятори [3]. Нові дані показали, що імунотерапія із застосуванням нанометалевих матеріалів може значно підвищити терапевтичну ефективність [3].

Мікроелементний аналіз волоссю чи нігтів допомагає діагностувати хронічні процеси, які розвивалися впродовж кількох місяців та навіть роками в організмі.

Список використаної літератури

1. Yan Zhang. Trace Elements and Healthcare: A Bioinformatics Perspective // *Adv Exp Med Biol.* 2017;1005:63-98. doi: 10.1007/978-981-10-5717-5_4.
2. Yan Zhang, Yinzhen Xu, Lin Zheng. Disease Ionomics: Understanding the Role of Ions in Complex Disease // *Int J Mol Sci.* 2020 Nov 17;21(22):8646. doi: 10.3390/ijms21228646.
- Feiyang Shen, Yan Fang, Yijia Wu, Min Zhou, Jianfeng Shen, Xianqun Fan. Metal ions and nanometallic materials in antitumor immunity: Function, application, and perspective // *J Nanobiotechnology.* 2023 Jan 19;21(1):20. doi: 10.1186/s12951-023-01771-z

Руснак І.Т.

РОЛЬ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці

ilonarusnakdr@gmail.com

Мікроелементний аналіз волосся чи нігтів допомагає визначити чи не бракує організму життєво необхідних макро- та мікроелементів, бо без них неможливе проходження тисяч хімічних реакцій у тілі, неможливе утворення гормонів, ферментів, структур клітин, нервових волокон...

До прикладу, магній входить до складу або впливає на активність понад 300 ферментів, здебільшого тих, що регулюють біоенергетичні процеси в організмі, а також діяльність серцево-судинної системи та рівень жирів у крові. Дефіцит магнію сприяє розвитку гіпертонічної хвороби, сечокам'яної хвороби, судом у дітей, підвищує ризик онкологічних захворювань. Втрати цього елемента відбуваються при стресах, інтоксикаціях, при діабеті, надлишковому вживанні кави чи алкоголю. Частими наслідками нестачі магнію в організмі є втома, дратівливість, порушення сну, перебої в роботі серця, закрепи.

Цинк, наприклад, активізує близько 200 різних ферментів, які відповідальні за широкий спектр біохімічних реакцій організму - поділ і дозрівання клітин (загоєння ран, ріст та розвиток організму), синтез інсуліну, чоловічого гормону тестостерону (для статевої активності та лібідо потрібен цинк), пригнічення запальних процесів, знешкодження вуглекислого та чадного газу. При дефіциті цинку часті простудні та інфекційні захворювання, алергічні прояви, дерматит, дефіцит маси, випадіння волосся, втрата гостроти зору, тривале загоєння ран. Також при нестачі цинку можлива затримка статевого розвитку хлопчиків, у чоловіків сперматозоїди втрачають здатність запліднювати яйцеклітину (безпліддя), у жінок бувають передчасні пологи і часто народжуються ослаблені діти з нестачею ваги.

А хром відповідає за тягу до солодкого, за нормальну діяльність підшлункової залози, за виділення інсуліну на появу глюкози.

Звісно, нормалізувавши хоча би концентрацію одного елемента, ми можемо вплинути на сотні реакцій в організмі, а якщо гармонізувати десятки елементів, людина може одужати або значно краще почуватися. І навіть вирішити проблему ваги (кому потрібно схуднути чи набрати масу), припинити процес випадіння волосся, усунути негативні шкірні прояви та проблеми з внутрішніми органами. Відтак нормалізується настрій, зникає дратівливість, депресія, відновлюється успішність дітей та дорослих у навчанні та концентрації уваги, поліпшується розумовий та фізичний розвиток, спортсмени досягають кращих результатів.

Гомеостаз мікроелементів (ГЕ) зокрема має вирішальне значення для нормального функціонування мозку [1]. Незважаючи на те, що дисбаланси можуть посилити події, що призводять до нейродегенеративних захворювань, небагато досліджень прямо стосуються можливих взаємозв'язків між рівнями ГЕ в організмі людини та майбутнім когнітивним статусом [1]. Більш високі рівні нікелю та селену суттєво передбачають менший когнітивний спад протягом 5 років [1].

Накопичення міді, селену та токсичних металів у навколишньому середовищі, а також дефіцит цинку та магнію є найбільш значущими факторами ризику для більшості метаболічних захворювань, що свідчить про те, що дисбаланс цих елементів може бути включений до патогенезу цих захворювань. Крім того, кожен тип метаболічних захворювань продемонстрував відносно унікальний розподіл іонів у біорідинах і волоссі/нігтях пацієнтів, що може слугувати потенційним індикатором відповідного захворювання [2].

Токсичні метали можуть перешкоджати десяткам фізіологічних процесів одночасно [3]. Зв'язок між аномальними рівнями металів і нейропсихіатричними захворюваннями, такими як шизофренія, і порушеннями розвитку нервової системи, такими як розлади аутистичного спектру, є відносно новим відкриттям, незважаючи на деякі очевидні наслідки дефіциту або надлишку певних металів [3].

Список використаної літератури

1. Bianca Gerardo, Marina Cabral Pinto, Joana Nogueira, Paula Pinto, Agostinho Almeida, Edgar Pinto, Paula Marinho-Reis, Luísa Diniz, Paula I Moreira, Mário R Simões, Sandra Freitas. Associations between Trace Elements and Cognitive Decline: An Exploratory 5-Year Follow-Up Study of an Elderly Cohort // Int J Environ Res Public Health. 2020 Aug 20;17(17):6051. doi: 10.3390/ijerph17176051.
2. Yan Zhang, Biyan Huang, Jiao Jin, Yao Xiao, Huimin Ying. Recent advances in the application of ionomics in metabolic diseases // Front Nutr. 2023 Jan 16;9:1111933. doi: 10.3389/fnut.2022.1111933. eCollection 2022.
3. Anna Błażewicz, Andreas M Grabrucker. Metal Profiles in Autism Spectrum Disorders: A Crosstalk between Toxic and Essential Metals // Int J Mol Sci. 2022 Dec 24;24(1):308. doi: 10.3390/ijms24010308

Федорова А.О., Богатирьова О.В.

ВПЛИВ ОКЛЮЗІЇ СЕРЕДНЬОЇ МОЗКОВОЇ АРТЕРІЇ НА ПОКАЗНИКИ ПОЛ У МОЗКУ ЩУРІВ

Донецький національний медичний університет, Кропивницький

h.o.fedorova@dnmu.edu.ua

Вступ. Судинні патології в Україні продовжують утримувати лідерські позиції серед причин смерті та інвалідності. Терапевтичне вікно при лікуванні ішемічного інсульту складає 1-6 годин від початку прояву перших симптомів за умов своєчасної госпіталізації у спеціалізоване інсультне відділення. Проблеми з наданням ургентної спеціалізованої

неврологічної допомоги в Україні призводять до відтермінування адекватних терапевтичних заходів, внаслідок чого у хворих розвивається суттєвий неврологічний дефіцит. Тому розробка і впровадження лікарських засобів з нейропротекторними і антиоксидантними властивостями залишається у фокусі уваги дослідників.

Випробування подібних засобів вимагає наявності робочої моделі експериментального ішемічного інсульту. Доведено, що фокальна ішемія (ФІ) головного мозку, яка розвивається після однічної оклюзії середньої мозкової артерії (СМА) у щурів, патогенетично і морфологічно є максимально наближеною до перебігу інсульту.

Метою нашої роботи було вивчення процесів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) в мозку щурів при фокальній ішемії головного мозку.

Матеріали і методи. В експерименті було використано 14 безпородних самців щурів, які утримувались у стандартних умовах віварію. Всі втручання відбувались з дотриманням вимог Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986). Анестезію здійснювали шляхом внутрішньочеревного введення пропофолу. Для моделювання ФІ вводили монофіламентний оклюдер через сонну артерію для блокування лівої СМА протягом 60 хвилин. На наступний день проводилась оцінка неврологічного дефіциту у тварин по тесту з витягуванням передньої кінцівки (limb placing test). Для подальших досліджень використовувались тільки щури з парезом передньої кінцівки. Тварин декапітували під ефірним наркозом, після чого проводилось відокремлення лівої півкулі головного мозку від правої. У гомогенаті кожної півкулі визначались кінцеві продукти ПОЛ по реакції з тіобарбитуровою кислотою (ТБК-АП). Також розраховувалась активність глутатіонпероксидази (ГПО) по кількості витраченого відновленого глутатіону в реакції з додаванням модельного субстрату трет-бутилу. Статистичну обробку результатів виконували програмою STATISTICA 10.0.

Результати.

За десятибальною шкалою у 3-х тварин, яких тримали за хвіст над поверхнею столу, здатність поставити лапу на стіл для пошуку опори після дотику вібрисами дорівнювала 8 ± 2 , але у 11 щурів спостерігалась активність правої кінцівки $2 \pm 1,5$, що свідчило про виражений неврологічний дефіцит. Збереження у 3-х тварин нормальної рухливої активності і координації ми пов'язуємо з індивідуальними анатомо-морфологічними особливостями кровопостачання мозку, при яких нам не вдалося досягнути ФІ.

Наявність неврологічного дефіциту у 11 тварин було критерієм включення в наступний етап дослідження. Оклюзія лівої СМА дала нам підстави припускати розвиток ФІ у лівій півкулі і відсутність ураження в правій. Тому показники ПОЛ у гомогенаті лівої

півкулі розглядалися нами, як дані експериментальної групи, а в правій – як дані по інтактній групі. Застосування U-критерію Манна-Уїтні підтвердило достовірно підвищення рівня ТБК-АП в експерименті (медіана (Me) 0,73 мкмоль/мг білка, квартильний розмах (Q25–Q75) 0,71-1,20) у порівнянні з інтактною півкулею (Me 0,44 мкмоль/мг білка, Q25–Q75 0,37-0,47). Активність ГПО також показувала тенденцію до зростання: Me 191 мкмоль/мг білка/хвилину, Q25–Q75 132-201 в експерименті при значенні Me 143 мкмоль/мг білка/хвилину, 69-150 у гомогенаті інтактної півкулі.

Висновки. Достовірне зростання вторинних продуктів ПОЛ після моделювання ФІ в частині мозку, що залежить від кровопостачання лівої СМА, може бути наслідком ішемічно-реперфузійного ураження нейронів.

Тенденція до одночасного зростання активності ГПО в тих же пробах мозку може бути результатом початку експресії генів ферментів антиоксидантного захисту.

Використана нами схема розділення мозку на півкулі для порівняння показників ПОЛ після моделювання ФІ може бути застосована для подальших експериментальних досліджень ішемічного інсульту.

Чала С.К., Гринзовський А.М., Калашченко С.І.

ВПЛИВ КОГНІТИВНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ЗМІНУ ПОКАЗНИКІВ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

schala@ukr.net

Різні аспекти стресу та його впливу на здоров'я людини, включаючи фізіологічні, психологічні та нейрофізіологічні показники є предметом активного обговорення у наукових публікаціях та є корисними для розуміння теоретичних засад аналізу кардіологічних ознак адаптації до стресу та визначення практичних методів його оцінки. Фахівці галузі охорони здоров'я перманентно стикаються зі значними стресогенними когнітивними навантаженнями, оскільки медична професія вимагає від них використання складних когнітивних процесів та прийняття швидких рішень в умовах підвищеної відповідальності. Деякі з когнітивних навантажень, з якими стикаються лікарі, включають: (а) прийняття рішень на основі невеликої кількості інформації, що доступна у даний момент, наприклад, під час екстреної медичної допомоги; (б) необхідність запам'ятовувати велику кількість

інформації про пацієнтів, їхні медичні історії, результати тестів і т.ін.; (в) необхідність бути уважними і сконцентрованими під час проведення медичних процедур та під час спілкування з пацієнтами та іншим медичним персоналом; (г) розумова діяльність під тиском часу та емоційного навантаження, зокрема в екстрених ситуаціях, коли потрібно прийняти швидкі та відповідальні рішення.

Параметри варіабельності серцевого ритму (ВСР) можуть бути використані для оцінки стійкості людини до стресових навантажень. ВСР - це міра зміни інтервалів між серцевими скороченнями та їх амплітуд, що відображає адаптацію серця до змін внутрішнього та зовнішнього середовища. ВСР наразі є одним із найбільш перспективних маркерів регуляції вегетативної нервової системи.

Під дією стресогенних навантажень зміна показників ВСР може варіюватися у достатньо широких інтервалах залежно від типу та інтенсивності стресу. Деякі з найбільш чутливих показників ВСР, які можуть змінюватись під дією стресу, включають наступні: (а) середні значення інтервалів R-R між серцевими скороченнями, які можуть зменшуватись під дією стресу; (б) варіабельність пульсу - міра зміни інтервалів між пульсовими хвилями, яка може зменшуватись під дією стресу; (в) амплітуда коливань R-R може зменшуватись під час стресу, що вказує на зменшення ВСР; (г) частотні компоненти ВСР, зокрема високочастотні складові - HF (0,15-0,4 Гц) зменшуються, тоді як низькочастотні складові - LF (0,04-0,15 Гц) зазвичай збільшуються під дією стресу; (д) складові ВСР, пов'язані з парасимпатичною активацією.

З метою вдосконалення існуючих методик прогностичної діагностики адаптаційної здатності серцево-судинної системи та оцінки психо-фізіологічної стійкості щодо стресогенних когнітивних навантажень проведено моніторинг показників варіабельності серцевого ритму 43 осіб. Основний етап дослідження передбачав моніторинг показників ВСР у студентів, які знаходилися в стані напруження та мобілізації свого функціонального резерву перед проведенням дослідницького використання імерсійних технологій. Проаналізовано зміни показників ВСР учасників дослідницького застосування імерсійних технологій із стресогенним навантаженням візуально-просторових когнітивних функцій у стані передстресової мобілізації та постстресової релаксації. Виявлене зменшення показника ВСР RMSSD на 14-42 % під дією дослідницького використання імерсійних технологій відповідає параметрам зменшення RMSSD на 20-50% під дією стресу. Показано, що когнітивні навантаження, зокрема імерсійні технології, позначаються на показниках ВСР, що може свідчити про помірний стресогенний характер цих впливів.

Тимочко Б.М.

ПІДТРИМКА ТА СИНХРОНІЗАЦІЯ СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ СЛАБОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПЕЙСМЕКЕРАМИ

*Буковинський державний медичний університет м. Чернівці**tbm102@gmail.com*

У роботі досліджується можливість використання слабого зв'язку між пейсмейкерами для узгодження процесу їх збудження при деяких порушеннях роботи серця.

Частота серцевих скорочень повністю визначається ритмом узгоджених збуджень пейсмейкерів синусового вузла. Створений ними імпульс електричної напруги проходить через провідні канали серця, заставляючи скорочуватись відповідні м'язи у цілком певній послідовності. Виникає послідовність PQRSST піків кардіограми.

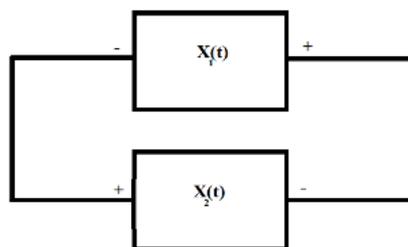
Відмітимо, що процес синхронізації пейсмейкерів відбувається внаслідок їх слабого електричного взаємозв'язку. Відсутність, навіть часткова, синхронізації збуджень пейсмейкерів синусового вузла приводить до порушення роботи серця аж до виникнення фібриляції передсердь, що унеможлиблює його скорочення взагалі.

Як правило, у цьому випадку роль водія ритму від синусового вузла переходить до АВ вузла. Вигляд кардіограми змінюється, причому Р-пік ритму або переміщається в кінець послідовності піків, або зникає зовсім.

Дослідимо можливість взаємної синхронізації ритму серця «пацієнта» за допомогою електричних імпульсів скорочення іншої людини.

Розглянемо математичну модель процесу синхронізації коливань двох генераторів-емуляторів серцевих скорочень, частоти коливання яких майже однакові.

Електрична схема такої автоколивної системи має вигляд:



де $X_1(t)$ та $X_2(t)$ - часова залежність напруги коливань відповідних генераторів.

Розв'язок відповідних диференційних рівнянь показав, що в автоколивній системі, протягом скінченного часу, виникає коливання з однаковою частотою.

Дійсно, якщо дві людини візьмуться за руки (перевіряли випадок контакту рук не

навхрест) то, у переважній більшості пар, протягом приблизно 60 с. встановлюється синхронне скорочення сердець обох людей.

Кардіограф, підключений до одного з учасників експерименту показав, що при синхронізації ритму істотно зростає амплітуда Р-піку кожної людини, тобто синхронізується і стимулюється процес початку серцевого скорочення. Слабий електричний зв'язок процесів збудження пейсмерів різних людей приводить до встановлення узгодженого серцевого скорочення, підтримки одного серця іншим.

Отже, існує ймовірність розробки методики взаємодопомоги людей одна-одній у певних випадках виникнення у однієї з них серцевої недостатності.

Черненко Г.П., Носуля І.М.

СИРТУЇНИ ЯК ВАЖЛИВИЙ АСПЕКТ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МЕДИЦИНИ

Європейський медичний університет, кафедра фундаментальних дисциплін, м.Дніпро

golem0104@gmail.com , innakailyn@gmail.com

Початком розвитку молекулярної медицини мабуть слід вважати 1949 рік, коли Л.Полінг використав термін “молекулярна хвороба” стосовно серповидно-клітинної анемії. Наступний розвиток новітніх напрямків медицини був пов'язаний із досягненнями в галузі досліджень геному людини, що обумовило появу генно-інженерних методів і виникнення генної терапії на основі секвенування геному людини і можливістю індивідуального підходу до профілактики і лікуванню генетичних захворювань, або виявленню схильності людини до певних молекулярних відхилень, що дозволило наблизитись до персоніфікованої медицини. У рамках досліджень стану генетичного апарату виникла необхідність моніторингу епігенетичних факторів, пов'язаних з регуляцією активності матеріалу спадковості [1]. Була відкрита система спеціалізованих білків – сиртуїнів, які виявилися групою NAD⁺- залежних деацетилаз, що беруть участь у регуляції компактизації хроматину, репарації ДНК, підтримки цілісності теломер, регуляції експресії зворотної транскриптази та уповільненні клітинного старіння [2]. За участю сиртуїнів відбувається 2 типи NAD⁺- залежних білкових модифікацій: деацетилювання білків та АДФ-рибозилування [3]. Сиртуїни діють за допомогою генної регуляції, а також шляхом посттрансляційної модифікації ключових білків, що беруть участь у метаболізмі, таких як АМР-активована протеїнкіназа (АМРК),

фосфоінозитид-3-кіназа (PI3K), мішень рапаміцину у ссавців (mTOR), білки рецептора, що активується проліфератором пероксисом (PPAR), та кілька білків клітинного циклу, таких як цикліни та циклін-залежні кінази (CDK) та транскрипційні фактори forkhead box (FOX). У геномі людини закодовано сім сиртуїнів. SIRT1,2,6,7 ссавців перебувають у ядрі, SIRT1,2 – у цитоплазмі, SIRT3,4,5 – у мітохондріях, де деацетилюють негістонові білки у процесі регуляції різних метаболічних процесів. Подальші дослідження показали, що змінення активності сиртуїнів, специфічні для різних тканин, призводять до суттєвих змін харчової поведінки, а також метаболізму (гліколіз, ліполіз, гдюконеогенез, термогенез). Так, підвищення активності SIRT1 у печінці призводить до зниження активності PGC-1 α з наступним посиленням глюконеогенезу, окисненням жирних кислот та пригніченням гліколізу [4]. Були одержані свідчення генетичного поліморфізму сиртуїнів і зв'язок між змінами ізоформ і схильністю до певних патологій. Так, генетична мінливість SIRT1 виявилась пов'язаною з ризиком ожиріння, смертністю і розвитком серцево-судинних захворювань при цукровому діабеті 2-го типу [3]. Зміни експресії генів сиртуїнів залежать від ряду факторів: обмеження калорій, голодування, фізичних навантажень, алкоголю, охолодження, окислювального стресу, зміни рівня мелатоніну. Ендогенні регулятори сиртуїнів - це білок DBC1 (Deleted in Breast Cancer 1), пригнічення експресії якого призводить до підвищення активності SIRT1 і навпаки; ацетилований білок p300 пригнічує деацетилазну активність SIRT2, фосфорилуючі кінази активують SIRT1, в той час як фосфатази зменшують його активність [2]. Нікотинамід як кінцевий продукт АДФ-рибозилування є конкурентним інгібітором сиртуїнів. Для профілактики старіння та епігенетичних порушень за рахунок покращення функцій сиртуїнів розглядається терапія препаратом NMN (Нікотинамідмононуклеотид) та інгібіторами CD38 (головного активатора катаболізму NAD⁺), а саме флавоноїдами, до яких відносяться епігенін, лютеолін, кверцетин, куроманін. Експресія SIRT1 і SIRT2 також збільшується після зменшення кількості простих цукрів у раціоні, що корисно при цукровому діабеті. Стимулювати активність сиртуїнів можливо за рахунок високоінтенсивних інтервальних тренувань (через активацію АМПК та покращення енергетичного балансу клітин). Навіть регулярні аеробні навантаження на фоні малорухливого способу життя активують SIRT3, підвищують активність ферментів синтезу НАД⁺ [4]. Таким чином суттєвим шляхом регуляції сиртуїнів є використання різних форм вітаміну В₃, зміни способу життя, харчової поведінки. Враховуючи важливу роль сиртуїнів у системі складної біологічної відповіді, необхідний пошук можливостей використання сиртуїнів для запобігання старіння та у якості терапевтичних мішеней при лікуванні мультифакторних хвороб.

Список використаних джерел

1. Епігенетичні основи онтогенезу, Серга С.В., Козерецька І.А., Демидов С.В., Вайсерман О.М. – Навчальний посібник. – Київ, 2021, 377 с.
2. Sauve A.A. Sirtuin chemical mechanisms // Biochim. Biophys. Acta. – 2010.- 1804, №8.-P.1591-1603.
3. Kelly G. A review of sirtuin system, its clinical implications and the potential role of dietary activators like resveratrol: part// Altern. Med.Rev.- 210.-15, №3, p.245-263.
4. Parcival Maissan, Eva J. Mooij, Matteo Barberis. Sirtuins-Mediated System-Level Regulation of Mammalian Tissues at the Interface between Metabolism and Cell Cycle: A Systematic Review Biology 2021, 10, 194. <https://doi.org/10.3390/biology10030194>

Швець Н.І., Бенца Т.М., Безрученко О.О., Кудлацька-Тишко І.С.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОАГУЛОПАТІЇ У ПАЦІЄНТІВ З ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ 2 ТИПУ, ЯКІ ПЕРЕНЕСЛИ КОРОНАВІРУСНУ ІНФЕКЦІЮ

Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ

drolegbezruchenko@gmail.com

Мета. Дослідити основні параметри системи згортання крові при динамічному спостереженні пацієнтів з цукровим діабетом 2 типу (ЦД2), які перенесли коронавірусну інфекцію, у періоди ранньої та пізньої реконвалесценції та проаналізувати їх прогностичну роль у різних клінічних групах.

Матеріали і методи. Обстежено 50 пацієнтів з ЦД2 віком 32-74 роки ($52,7 \pm 11,0$), які перенесли коронавірусну інфекцію. Переважали жінки (68%). У структурі коморбідної патології виявлені ожиріння (27 осіб), артеріальна гіпертензія (30 осіб), ішемічна хвороба серця (18 осіб), порушення ритму та провідності (15 осіб), хронічне обструктивне захворювання легень (6 осіб).

Визначали наступні показники: протромбіновий час (N 12-16 сек), протромбіновий індекс (ПІ) (N 75-102%), міжнародне нормалізоване співвідношення (МНС) (N 0,85-1,15), активований частковий тромбопластиновий час (АЧТЧ) (N 24-34 сек), фібриноген (N 2-4 г/л), розчинні фібринмономерні комплекси (РФМК) (N $3-4 \times 10^{-2}$ г/л), D-димер, кількість тромбоцитів. Усіх хворих розподілили у залежності від вираженості клінічних симптомів: 1 група – з легким перебігом та середньої тяжкості (n=26), 2 група – з тяжким перебігом (n=24).

Результати та обговорення. У пацієнтів 1 групи спостерігалось статистично значиме підвищення рівня фібриногена (6-8 г/л), у 2 групі цей показник був на нижній межі норми. Показники кількості тромбоцитів у 1 групі були підвищені (322-477 г/л), а у 2 – у межах норми (205-225 г/л). Протромбіновий час у 1 групі був у межах норми (12-18 сек), а у

2 – подовжений (18-20 сек). ПІ підвищений у 1 групі (102-105%) та знижений у 2 групі (68-70%). Показники МНС, за допомогою яких контролювали вплив антикоагулянтів, у 1 групі не перевищували норму (0,85-1,15), а у 2 групі – підвищені (1,17-1,54). АЧТЧ, який відображає процеси внутрішнього та зовнішнього механізму згортання (тромбоутворення) подовжувалось більше у тяжких хворих (39-41 сек) та скорочувалось у 1 групі (19-23 сек). РФМК, які з'являються у плазмі в період активації згортання крові, були збільшені в обох групах: у 1 групі ($8-10 \times 10^{-2}$ г/л), у 2 групі ($18-24 \times 10^{-2}$ г/л), що підтверджувало активацію комплексів фібрин-мономера з фібриногена та продуктів його розщеплення.

У період ранньої реконвалесценції, який починався на 8 день, всі показники поступово змінювались до максимуму на 26-30 день захворювання. Зростали показники D-димера, МНС, АЧТЧ, РФМК, ПТЧ, а показники кількості тромбоцитів, фібриногену та ПІ – знижувались. Водночас посилювались клінічні симптоми: втома, задишка, втрата нюху та смаку, головний біль. Виявлено підвищені рівні глюкози крові, глікозильованого гемоглобіну. Можливими причинами розвитку гіперглікемії є цитокіновий «шторм», стрес, гіпоксія, порушення мікроциркуляції, посилення утворення глюкози у печінці, порушення периферичного засвоєння глюкози, розвиток фіброзу та амілоїдозу островців Лангерганса, посилення апоптозу та порушення синтезу інсуліну.

У період пізньої реконвалесценції після проведення щеплення вакцинами Pfizer і Moderna виникали виражені зміни показників системи згортання крові в обох групах. В 1 групі D-димер підвищувався від 0,59 до 0,63 мкг/л, а в 2 групі – від 0,69 до 0,72 мкг/л; ПВТ в 1 групі – від 11,9 до 12 сек, в 2 групі – від 9 до 11 сек. Відмічалось зниження показників кількості тромбоцитів у 1 групі до 170 г/л, у 2 групі – до 150 г/л, і зменшення рівня фібриногена у 1 групі до 1,5-2 г/л, а у 2 групі до 1,6-1,8 г/л. Водночас у період пізньої реконвалесценції спостерігались такі симптоми, як задишка, когнітивні та психічні порушення, порушення функції серцево-судинної системи та шлунково-кишкового тракту, міалгія, біль у суглобах. Механізми, що лежать в основі постковідного синдрому, включають зміни імунної відповіді (дисрегуляції імунної системи, розвиток аутоімунних реакцій), поліорганне ураження, коагулопатію, що підтримує запальну реакцію, дисбіоз кишечника. Крім того, вірусна персистенція у тканинах може сприяти тривалому збереженню імунологічних змін, підтримці хронічного запалення в різних органах та системах.

Висновки. Дослідження основних параметрів системи згортання крові у пацієнтів з цукровим діабетом 2 типу, які перенесли коронавірусну інфекцію, важливе для виявлення тяжкого перебігу захворювання та своєчасної корекції порушень коагуляції з метою попередження виникнення ускладнень.

Яремій І.М.

ВПЛИВ МЕЛАТОНІНУ НА ВМІСТ ГЛІКОГЕНУ В СКЛЕТНИХ М'ЯЗАХ ЩУРІВ НА ТЛІ РОЗВИТКУ ДЕКСАМЕТАЗОНОВОГО ДІАБЕТУ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

yaremii.iryana@bsmu.edu.ua

Цукровий діабет є найпоширенішим ендокринним захворюванням у світі. Попри значні успіхи в його лікуванні припускають, що через п'ятнадцять років кількість діабетиків може сягнути 642 млн людей. При діабеті порушення толерантності організму до глюкози на фоні стійкої гіперглікемії супроводжується порушенням утилізації глюкози насамперед у інсулінзалежних тканинах, зокрема у скелетних м'язах.

Мелатонін розглядається нині, як потенційний засіб корекції метаболічних порушень при інсулінорезистентності, зокрема з метою корекції обміну вуглеводів.

Мета. Дослідити вплив мелатоніну (10 мг/кг) на вміст глікогену в скелетних м'язах щурів на тлі розвитку в них дексаметазонового діабету.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на 24 нелінійних 18-місячних білих щурах-самцях. Групи тварин: 1) контрольна (інтактні щури), 2) щури з діабетом; 3) тварини, яким упродовж всього експерименту, крім ін'єкцій дексаметазону для розвитку діабету щоденно вводили мелатонін в дозі 10 мг/кг.

Дексаметазоновий діабет моделювали згідно загальновідомої методики (О.В.Стефанов, 2001). Для відтворення моделі щурам щоденно підшкірно вводили розчин дексаметазону впродовж 13 діб у дозі 0,125 мг/кг. На 14-ту добу, безпосередньо перед декапітацією тварин у них натще визначення вміст глюкози в крові з хвостової вени використовуючи портативний глюкометр (One Touch Ultra Easy, Life Scan, США). На холоді виймали тканини скелетних м'язів щурів і використовували для приготування 5%-го гомогенату на 50мМ трис-НСІ-буфері (рН=7,4). У гомогенатах визначали вміст глікогену за кількістю вивільненої глюкози. Достовірність різниці між отриманими показниками оцінювали з використанням параметричного t-критерію Ст'юдента (при нормальному розподілі) та непараметричного U-критерію Манна-Уїтні (при невідповідності нормальному розподілу). Відмінності вважали вірогідними при $p \leq 0,05$.

Результати досліджень. Згідно отриманих результатів, на 14-ту добу експерименту в усіх щурів, яким щоденно робили ін'єкції дексаметазону для розвитку діабету розвинулася, як і передбачалося, інсулінорезистентність і рівень базальної глікемії в таких щурів був

вищим, ніж 8,9 ммоль/л. Уміст глікогену в скелетних м'язах діабетичних щурів, які не отримували жодних засобів метаболічної корекції, при цьому був на 38% нижчим, ніж у інтактних щурів.

Щодо вмісту глікогену в скелетних м'язах щурів, яким на тлі розвитку дексаметазонового діабету щоденно вводили мелатонін (10 мг/кг), то він був вірогідно вищим, ніж у діабетичних щурів і не відрізнявся вірогідно від показників інтактних щурів контрольної групи.

Висновки. При дексаметазоновому діабеті розвивається інсулінорезистентність, яка супроводжується зниженням синтезу глікогену в скелетних м'язах щурів. Щоденне введення тваринам мелатоніну (10 мг/кг) на тлі розвитку в них дексаметазонового діабету впродовж 2-х тижнів запобігає зниженню вмісту глікогену в скелетних м'язах тварин.

СЕКЦІЯ 2. НАНОТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ

УДК: 61:620.3:004.8

Бірюкова Т.В.

НАНОРОБОТИ В МЕДИЦИНІ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

tanokbir@ukr.net

Анотація. Наномедицина – це галузь, що невпинно розвивається. Ще у ХХ столітті вчені передбачили неминучість переходу медичних технологій від макрорівня до мікрорівня і далі аж до атомарного рівня. Тому втілення розробок у цій сфері дозволить кардинально змінити підхід до лікування. В статті розкрито структуру, типи, напрямки застосування нанороботів в медицині.

Ключові слова: наноробот, медицина, нанотехнологія, наночастинка.

На сьогоднішній день нанотехнології набувають все більше популярності, а саме нанороботи - модний напрям в нанотехнологіях, особливо, коли мова йде про медичну галузь. Нанороботи - дуже перспективний напрямок, з їх допомогою лікарі зможуть виконувати більш складні і відповідальні операції, передбачити, а також запобігти виникненню патологій і захворювань. [1]

Вчені, які займаються розробкою нанороботів програмують кожен механізм на виконання певної функції. Наприклад, доставка певних фармацевтичних засобів, пришвидшення регенерації тканин. [2]. Також можуть використовуватись при складних операціях, які займають до 8 годин і більше (при оперативному втручанні в мозок і тому подібне); можуть слугувати заміною уколів і деяких медичних засобів. Нанороботи відкривають неймовірні можливості в діагностиці як найпростіших, так і самих складних захворювань. Так, людям, що страждають на хворобу Паркінсона, через два отвори в черепі у мозок вживляють під'єднані до стимулятора електроди, напругу на яких регулює пацієнт перемикачем. У 80% випадках біль або стихає, або зникає. Більша кількість пацієнтів задоволена результатом, адже вони позбулись болю, проте даний метод тільки набуває популярності. Яскравим прикладом є використання нанороботів замість пігулок. Людям, ураженим сучасними хворобами вживляють нанороботи з голками, які виконують функцію

лейкоцитів, тобто блокують віруси та інфекції. Нанороботами можна лікувати склероз, адже при цьому захворюванні імунна система знищує мієлінову оболонку нервових волокон у спинному та головному мозку. В людини з'являються симптоми хвороби й волокна стають нечутливими. Приєднані до антигену мієліну нанороботи дозволяють перезавантажити імунну систему, щоб вона не сприймала оболонку нервових волокон, як чужорідне тіло. [3, 4]

Мета роботи: дослідити використання нанороботів в медицині.

Нанороботи – мініатюрні машини, які можуть бути органічними й неорганічними. Органічні нанороботи – біонанороботи – створюються шляхом поєднання клітин ДНК вірусу та бактерії. Вони менш шкідливі для організму. Неорганічні нанороботи (наноботи) створюються з використанням алмазних структур, синтетичних білків та інших матеріалів, є більш небезпечними, ніж органічні нанороботи. Для подолання перешкоди токсичності роботи інкапсулюються. Розглянемо структуру нанороботів. Це електромеханічні системи, які включають джерела живлення, двигуни, маніпулятори, бортові датчики, молекулярні комп'ютери. При конструюванні таких систем необхідно враховувати, що вони рухатимуться по крові в судинах, яка має в'язкість, тобто враховувати сили тертя. Також має бути враховано броунівський рух молекул – можуть виникати непередбачувані зіткнення з молекулами. Для виявлення цільових молекул нанороботи мають хімічні датчики, які сканують середовище і відстежують відповідні хімічні маркери до призначеної цілі. Для навігації можуть використовуватись різноманітні методи. Наприклад, випромінюючи ультразвукові сигнали нанороботи дозволяють відстежувати їх місцезнаходження та перенаправляти у необхідні області за допомогою спеціального керуючого інструменту. Також з цією метою застосовують прилади магніто-резонансної терапії, рентгенівські промені, радіохвилі, мікрохвилі тощо. Системи виявлення та навігації призначені для відстеження та переміщення нанороботів. Джерела живлення можуть бути зовнішні та внутрішні. Внутрішні використовують генератори та конденсатори. Для виробництва енергії генератори можуть застосовувати електроліти, які є в крові, а конденсатори накопичують електричну енергію як батареї, й за її допомогою рухатиметься наноробот. Зовнішні джерела живлення – це маленькі тонкі дроти, зроблені з волоконно-оптичних кабелів порядку нанометрів, які створюють електроенергію всередині робота надсилаючи світлові імпульси по дротах. Також у якості зовнішнього джерела живлення може бути використана п'єзоелектрична мембрана, що здатна перетворювати зібрані ультразвукові хвилі в електричну енергію. Існують й інші джерела живлення такі як магнітні поля, ультразвукові сигнали, тощо. Для переміщення роботів всередині організму є система руху, яка повинна бути потужною, стабільною, здатною рухати його проти течії крові. Існують варіанти

роботів з невеликими відростками (джгутіками), за допомогою яких нанороботи рухаються, плавають, хапаються. Також вченими запропоновано використання конденсаторів для створення електромагнітного насоса, який працював би як реактивний струмень, всмоктуючи провідні рідини й викидаючи їх, забезпечуючи рух наноробота вперед.

Технічні вимоги до нанороботів:

- наявність системи навігації для переміщення по судинах організму;
- наявність сенсорної системи для визначення навколишнього середовища;
- наявна можливість переміщення клітин від їх місця знаходження;
- наявність маніпуляторів для роботи;
- наявність міцної оболонки (алмаз, сапфір) для запобігання швидкого руйнування в результаті несумісності з людським організмом;
- наявність комунікації з іншими такими ж пристроями;
- можливість переміщення всередині організму незалежно від напрямку руху крові.

Функції, які можуть виконувати нанороботи:

- локальна доставка ліків до клітин;
- відновлення клітин на атомному рівні;
- складання карти кровоносних судин;
- аналіз ДНК та отриманих вимірювань;
- боротьба з вірусами, бактеріями.

Нанороботи мають багато використань, розглянемо деякі з них.

Виявлення та лікування раку. Центром молекулярного дизайну Інституту біотехнології ASU Bioesign спільно з дослідниками Національного центру нанонауки та технології Академії наук Китаю розроблено наноробот, який складається з ДНК молекул, може транспортувати ліки безпосередньо в центр пухлини, при цьому створюючи бар'єр для заборони проникнення поживних речовин всередину. Прилад опробовано на мишах та карликових свинках з раком різних категорій. При використанні такого методу тромб виникав тільки при знаходженні наноробота всередині кровоносних судин пухлини. Було отримано наступні результатом досліджень: нанороботи не викликали помітних змін при згортанні крові та не поширились в мозок, тобто не було виявлено небажаних ефектів. На даний момент вчені продовжують роботу над винайденою технологією, прогножуючи клінічні випробування.

Нанороботи, виготовлені з суміші полімеру та трансферина – білка, який завдяки своїй молекулярній особливості, здатен розпізнавати клітини пухлини, здатні знаходити та знешкоджувати клітини ракових пухлин. Вони містять хімічний датчик, що при взаємодії з

пухлинними клітинами вивільняє спеціальні речовини, під впливом яких РНК клітин вимикають відповідальний за рак ген. При цьому деактивується рибонуклеїнова редуктаза – пов'язаний з розвитком раку білок, створений непрацездатним геном. Здійснена перевірка терапії наночастинками показала їх працездатність.

Діагностика та лікування цукрового діабету. Правильний рівень глюкози в крові для людини є важливим для людини. Датчиком для визначення рівня глюкози у хворого на діабет є молекула hSGLT3. Створений наноробот має вбудований оксид CMOS розміром ~2 мкм. Він біосумісний з організмом людини й дозволяє вимірювати рівень глюкози в крові завдяки вбудованому хемосенсору з модуляцією hSGLT3 (білкова глюкосенсорна активність). Наноробот може ефективно визначити необхідність ін'єкції інсуліну чи іншого призначеного лікарського засобу. Вимірювальні дані за допомогою радіочастотних сигналів передаються на мобільний телефон пацієнта. Таким чином при підвищенні рівня глюкози до критичного рівня пацієнт отримує сповіщення на телефон, окрім цього наноробот запрограмований на вимірювання рівня цукру під час прийому їжі та будь який час, за бажанням пацієнта.

Наноробот — переносник кисню. «Респіроцит» — це штучні механічні еритроцити, уявний наноробот, який плаває в кровотоці. По суті, це невеликий резервуар під тиском, який може бути насичений молекулами кисню (O_2) і вуглекислого газу (CO_2). В разі необхідності ці гази може бути вивільнено з невеликого резервуара в контрольований спосіб. Атоми вуглецю розташовані, як алмаз, у структурі пористої ґратки всередині сферичної оболонки. Зовні пристрою є датчики концентрації газу. Коли наноробот проходить через легеневі капіляри, парціальний тиск O_2 високий, а CO_2 — низький, тому бортовий комп'ютер повідомляє сортувальним роторам завантажити баки киснем і скинути CO_2 . Коли парціальний тиск CO_2 відносно високий, а O_2 — відносно низький, бортовий комп'ютер дає команду сортувальним роторам випускати O_2 і поглинати CO_2 . Респіроцити імітують дію природного червоного гемоглобіну клітини крові, але вони можуть доставити в 236 разів більше кисню на одиницю об'єму, ніж природні червоні клітини. Респіроцити також мають деякі датчики для отримання акустичних сигналів від лікаря, який використовуватиме ультразвуковий передавач для зміни поведінки респіроцитів, коли вони ще знаходяться всередині тіла пацієнта.

Мікробоїдні нанороботи. Основною функцією мікробоїдних нанороботів є знищення мікробіологічних патогенів, виявлених в крові людини. Вони могли би патрулювати кровотік, шукаючи і перетравлюючи небажані патогени, включаючи бактерії, віруси або грибки. Вводячись внутрішньовенно, вони би домоглися повного зникнення навіть найважчої

септицемії інфекцій протягом годин або менше. Це набагато краще, ніж потрібні тижні чи місяці природного фагоцитарного захисту за допомогою антибіотиків.[4, 5]

Таким чином, з наведеного матеріалу відмітимо, що можливості нанороботів практично безмежні. Саме ці маленькі роботи здатні вирішити великі проблеми, пов'язані з людським здоров'ям, можуть дістатись туди, куди не добереться скальп хірурга, відновити пошкоджену тканину або знищити злоякісну пухлину без ризику для життя. Тому саме вони є одним із найефективніших методів лікування та профілактики.

Список використаних джерел

1. Розенфельд Л.Г., Москаленко В.Ф., Чекман І.С., Мовчан Б.О. Нанотехнології, наномедицина: перспективи наукових досліджень та впровадження їх результатів у медичну практику. URL: <https://www.umj.com.ua/article/2588/nanotexnologii-nanomedicina-perspektivi-naukovix-doslidzhen-ta-vprovadzhen-ix-rezultativ-u-medichnu-praktiku>.
2. Заячук Д.М. Нанотехнології в медицині та біології. Львівська політехніка. 2022. 304 с.
3. Чехун В.Ф. Нанотехнології в онкології: від теорії до молекулярної візуалізації та керованої терапії. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/38341167.pdf>
4. Федонюк Л.Я., Остафійчук Д.І., Шаповалов М.О. Нанотехнології в медицині. Сучасність та перспективи. Буковинський медичний вісник. Том 19, № 3 (75), 2015. С. 267-269.
5. Abid Haleem, Mohd Javaid, Ravi Pratap Singh, Shanay Rab, Rajiv Suman. Applications of nanotechnology in medical field: a brief review. <https://doi.org/10.1016/j.glohj.2023.02.008>.
6. Aggarwal M, Kumar S (September 20, 2022) The Use of Nanorobotics in the Treatment Therapy of Cancer and Its Future Aspects: A Review. Cureus 14(9): e29366. doi:10.7759/cureus.29366.

УДК 539.21; 541.182; 548.5; 620.18

Ткачук І.Г.

НАНОРОЗМІРНІ ПЛІВКИ Mn_2O_3 ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДАТЧИКІВ ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ У ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРИСТРОЯХ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

tkachuk.ivan@bsmu.edu.ua

Анотація

Досліджені умови виготовлення фоточутливих анізотипних гетеропереходів Mn_2O_3/n -InSe методом низькотемпературного спреї-піролізу тонких нанорозмірних плівок Mn_2O_3 на кристалічні підкладки n -InSe для використання їх у датчиках перевірки якості фармацевтичних препаратів. На основі аналізу температурних залежностей прямих і зворотних ВАХ встановлена динаміка зміни енергетичних параметрів та з'ясована роль енергетичних станів на межі гетеропереходу при формуванні контактної різниці потенціалів. Досліджено та визначено величину послідовного опору а також вплив опору на енергетичні

параметри. Визначені механізми формування прямого та зворотного струмів крізь енергетичний бар'єр $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$. Досліджена спектральна залежність квантової ефективності опроміненої зі сторони плівки Mn_2O_3 гетероструктури $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$ в інтервалі енергій фотонів 1.2÷3.2 eV.

Вступ

Якість та точність вихідного матеріалу грає одну з найважливіших ролей у сучасній фармації, тому використання нових технологій на основі нанорозмірних структур у відборі та перевірці якості вихідного матеріалу є основним чинником у розробці датчиків з подальшим їх використанням у фармацевтичній промисловості.

В сьогоднішні тонкі плівки оксидів металів викликають значний науковий і практичний інтерес. Прозорі провідні шари широко застосовуються у виготовленні приладів електроніки, сонячної енергетики та оптоелектроніки. Розвиток фізики і технології напівпровідникових гетеропереходів – один із основних напрямків дослідження вгалузі сучасного матеріалознавства та напівпровідникового приладобудування. Такий інтерес до напівпровідникових приладів на основі гетеропереходів вимагає розвиток точних методів дослідження їх електричних та фотоелектричних властивостей. Та в наслідок деяких причин дослідження гетеропереходів суттєво ускладнене порівняно з гомопереходами.

У більшості гетеропереходах неможливо уникнути розбіжностей періодів кристалічних ґрадок, що викликає появу різних поверхневих станів, в основному у вигляді дислокацій невідповідностей. Поверхневі дефекти створюють енергетичні рівні в межах забороненої зони. Вони можуть працювати як рекомбінаційні центри або пастки, які чинять суттєвий вплив на електричні властивості напівпровідникових приладів на основі гетеропереходів.

Не менш важливу роль у гетеропереході відіграє підкладка, в якості шаруватого напівпровідника InSe. Шарувата структура кристалів InSe зі слабким Ван-дер-Ваальсовим зв'язком між шарами забезпечує їх перевагу перед іншими напівпровідниками при виготовленні підкладок для гетероструктур через уникнення операцій розрізування злитків, механічної і хімічної обробки поверхні. Крім того, стійкість InSe до радіаційного випромінювання розширює область його використання. Використання селеніду індію як базового матеріалу дозволяє створювати фоточутливі структури різних типів: на основі контакту метал/напівпровідник [1], гомопереходи [2,3] і гетеропереходи [4-6].

Наявність слабого Ван-дер-Ваальсового зв'язку між шарами і сильного іонно-ковалентного у шарах в InSe визначає особливості фізичних властивостей кристалів.

Зокрема, існуючі структурні дефекти суттєво впливають на електричні властивості [7]. Дефекти упаковки, дислокаційні сітки, розміщені в площині (0001), створюють додаткові енергетичні бар'єри E_{δ} для руху носіїв заряду вздовж осі c , що обумовлює великі значення анізотропії електропровідності. Через існування вакансій і дислокацій виникають локалізовані стани поблизу рівня Фермі.

Методика виготовлення

Для виготовлення гетеропереходів використовувався монокристалічний n -InSe, вирощений методом Бріджмена. Зі злитка кристала InSe вздовж площини спайності сколювалися плоскопаралельні пластини $5 \times 5 \times 1 \text{ mm}^3$, які мали досконалі дзеркальні поверхні. Сколювання проводилося на повітрі.

Тонкі плівки n - Mn_2O_3 товщиною $w \approx 0.5 \text{ }\mu\text{m}$ виготовляються на поверхнях напівпровідникових підкладок методом спреї-піролізу. Температура поверхні підкладок при піролізі підтримується на рівні $T_s = 350^\circ\text{C}$. Спреї-піроліз відбувався за умов атмосферного тиску. Для створення дрібнодисперсного аерозолу над підкладками застосовувався розчин із концентрацією 0.1 М солі двохлористого марганцю $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ у дистильованій воді. В результаті процесу піролізу солі MnCl_2 при взаємодії з киснем атмосфери на поверхні підкладок вирощується плівка бінарної напівпровідникової сполуки біксбіту α - Mn_2O_3 із n -типом електропровідності та питомим опором $\rho \approx 10^7 \text{ }\Omega \cdot \text{cm}$ за кімнатної температури. Ширина забороненої зони $E_g \approx 2.12 \text{ eV}$ [1] отриманих плівок добре узгоджується зі значеннями E_g , які наводяться у літературних джерелах $E_g = 2.02 \text{ eV}$ [2], $E_g = 2.2 - 2.4 \text{ eV}$ [3]. Вирощені методом спреї-піролізу плівки n - Mn_2O_3 мають високий питомий опір та малий коефіцієнт дифузії для електронів $D_n = 5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s}$ [4]. Концентрація носіїв заряду у них становить $n \approx 1.1 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-3}$.

Контакти до плівки n - Mn_2O_3 створюються з використанням струмопровідної пасти на основі срібла.

Товщина плівок α - Mn_2O_3 визначається за зміщенням інтерференційних ліній на межі плівка-підкладка з використанням багатопроменевого мікроінтерферометра Лінника МІІІ-4.

Контакти до базового матеріалу InSe і до плівки n - Mn_2O_3 формувалися з використанням струмопровідної пасти на основі срібла. Вольт-амперні характеристики (ВАХ) гетероструктур n - Mn_2O_3 / p -InSe досліджувалися на вимірному комплексі Solartron 1255 в температурному діапазоні від 265 до 321 К. Спектри fotocутливості гетеропереходів вимірювалися при кімнатній температурі на монохроматорі МДР-3 з розрізною здатністю 2.6 нм/мм. Для спектрів здійснювалося нормування відносно потоку фотонів.

Результати і обговорення.

Температурні залежності прямих віток ВАХ описуються добре відомою формулою, яка враховує вплив послідовного та шунтуючого опорів:

$$I = I_s \left[\exp\left(\frac{e(V - IR_s)}{nkT}\right) - 1 \right] + \frac{V - IR_s}{R_{sh}}, \quad (1)$$

де I_s – струм насичення, n – коефіцієнт неідеальності, R_s – послідовний опір, R_{sh} – шунтуючий опір.

На Рис. 1 приведено результати апроксимації експериментальних даних за допомогою формули (1). В якості початкових значень R_s та R_{sh} бралась величина диференційного опору (R_{diff}) (див. Рис. 2) при великих напругах V в області насичення та при $V \approx 0$ В відповідно. Значення параметрів підгонки приведено у табл. 1.

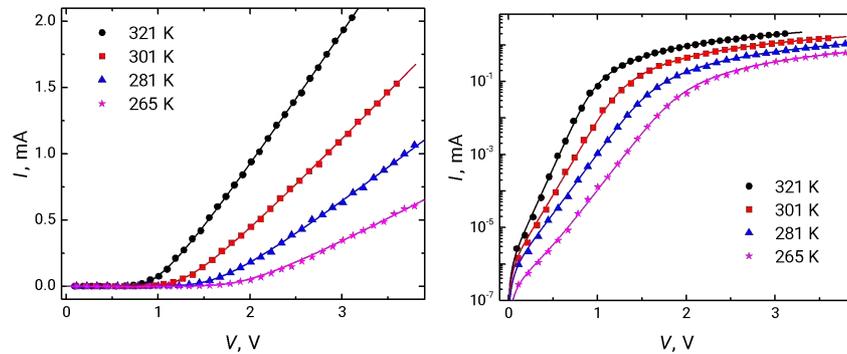


Рис 1.– Воль-амперні характеристики гетероструктури $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$

Таблиця. Розрахункові параметри

T , К	I_s , 10^{-10} А	n	R_s , Ohm	R_{sh} , 10^8 Ohm
265	0.7	6	2600	7
281	5	5.4	1800	4
301	6	6	1350	2
321	8	2.9	950	0.5

Величина R_s в гетероструктурах $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$ визначається опором базової області InSe. У InSe в області досліджуваних температур концентрація електронів росте з T за рахунок переходів електронів з глибокого некомпенсованого донорного рівня, а рухливість визначається розсіюванням на оптичних фононах: $n \sim T^{3/4} \cdot \exp(-E_d/2kT)$, $\mu \sim T^{-3/2}$. Враховуючи це, температурна залежність електропровідності описується виразом $\sigma(T) \sim T^{-3/4} \cdot \exp(-E_d/2kT)$. Використовуючи дану формулу можна оцінити глибину залягання донорного рівня E_d по нахилу графічної залежності $\ln(\sigma \cdot T^{3/4})$ від $1/T$ (див. Рис. 3): $E_d = 0.3$ eV.

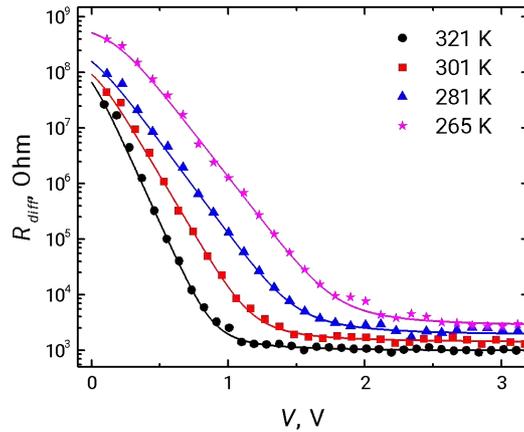


Рис. 2 – Залежність диференційного опору гетеропереходу $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$ від напруги при різних температурах

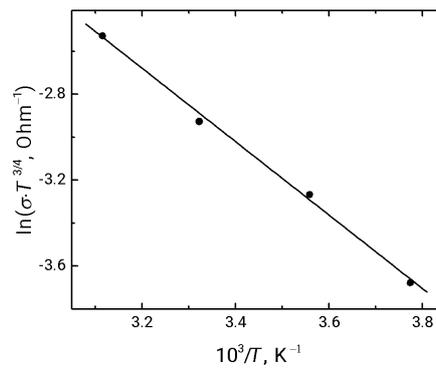


Рис. 3 – Залежність $\ln(\sigma \cdot T^{3/4})$ структури $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$

Величина енергетичного бар'єру гетеропереходу ϕ_0 знаходиться апроксимацією лінійної ділянки ВАХ до перетину з віссю абсцис. Її температурна залежність (див. Рис. 4) є лінійною:

$$\phi_0(T) = \phi_0(0) - \beta_\phi T \quad (2)$$

де $\beta_\phi = 0.016 \text{ eV} \cdot \text{K}^{-1}$ – температурний коефіцієнт висоти потенційного бар'єру, а $\phi_0(0) = 6.1 \text{ eV}$ – висота потенційного бар'єру при $T = 0 \text{ K}$

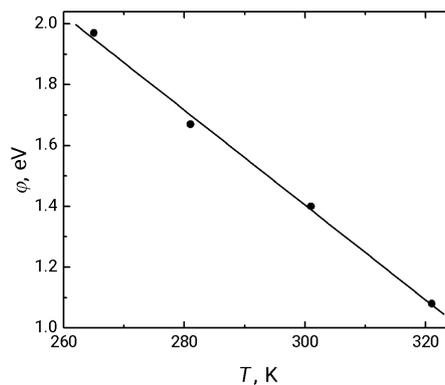


Рис. 4 – Температурна залежність потенційного бар'єру гетероструктури $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$

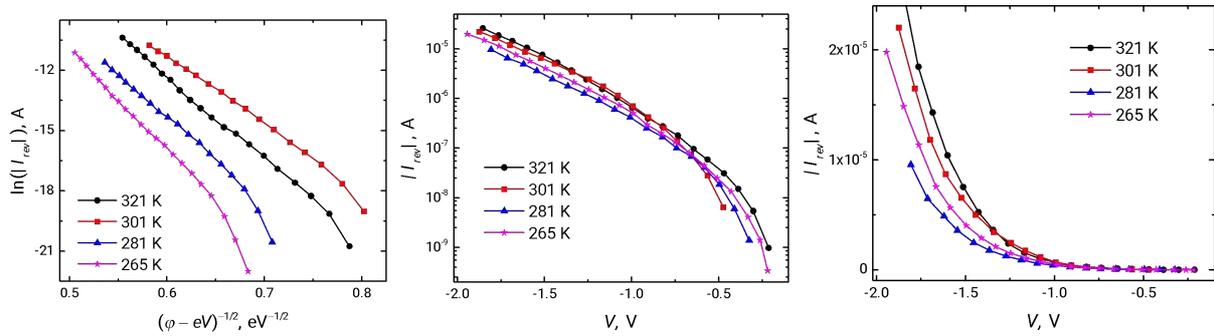


Рис. 5 – Зворотні гілки ВАХ гетероструктури $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$ при різних температурах

Спектральна залежність квантової ефективності опроміненої зі сторони плівки Mn_2O_3 гетероструктури $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$ знаходиться в інтервалі енергій фотонів $1.2\div 3.2$ eV з максимумом при 1.95 eV (рис. 6). Довгохвильовий край фоточутливості при $h\nu = 1.2$ eV обумовлений краєм фундаментального поглинання в $n\text{-InSe}$. Тонкі плівки Mn_2O_3 є полікристалічними, внаслідок чого край власного поглинання розмитий через часткове поглинання на границях зерен порівняно з монокристалічними матеріалами. При енергіях $h\nu < E_g = 2.4$ eV) частина випромінювання поглинається на границях зерен. При цьому, світло яке здатне поглинатися у $n\text{-InSe}$ не проникає у базову область через поглинання у Mn_2O_3 . Після пікової величини 1.95 eV на спектральній характеристиці спостерігається незначне падіння після чого виходить на насичення. Повна ширина спектру відносної квантової ефективності на напіввисоті $\delta_{1/2}$ дорівнює ≈ 1.88 .

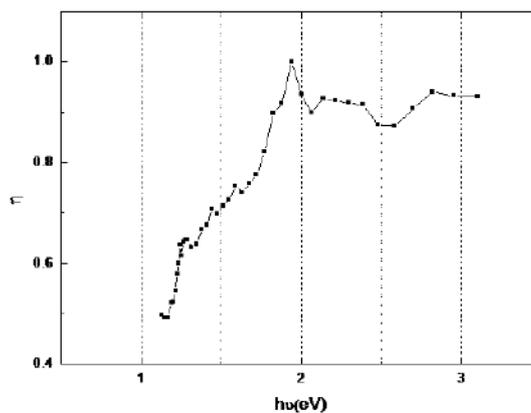


Рис 6. Спектральна характеристика гетероструктури $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$

Висновок

В даній роботі досліджені умови виготовлення фоточутливих гетеропереходів $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$ методом низькотемпературного спреї-піролізу тонких плівок Mn_2O_3 на кристалічні підкладки $n\text{-InSe}$. На основі аналізу температурних залежностей прямих і зворотних ВАХ встановлена динаміка зміни енергетичних параметрів та з'ясована роль

енергетичних станів на межі гетеропереходу при формуванні контактної різниці потенціалів. Досліджено та визначено величину послідовного опору а також вплив опору на енергетичні параметри. Визначені механізми формування прямого та зворотного струмів крізь енергетичний бар'єр $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$. Аналіз прямих гілок ВАХ гетероструктур $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$, побудованих в напівлогарифмічному масштабі, показав, що залежність $\ln I = f(V)$ складається із двох прямолінійних ділянок, що свідчить про експоненційну залежність струму від напруги і наявність двох домінуючих механізмів переносу заряду в досліджуваному інтервалі напруг.

Досліджена спектральна залежність квантової ефективності опроміненої зі сторони плівки CuFeO_2 гетероструктури $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$ в інтервалі енергій фотонів $1.2 \div 3.2$ eV з максимумом при 2.3 eV. Встановлено що довгохвильовий край фоточутливості при $h\nu = 1.2$ eV обумовлений краєм фундаментального поглинання в $n\text{-InSe}$. Тонкі плівки Mn_2O_3 є полікристалічними, внаслідок чого край власного поглинання розмитий через часткове поглинання на границях зерен порівняно з монокристалічними матеріалами.

Список літератури

1. I.G. Tkachuk, I.G. Orletsky, Z.D. Kovalyuk, P.D. Marianchuk, *Funct. Mater.*, **25**, 463 (2018).
2. I.G. Orletskii, I.G. Tkachuk, Z.D. Kovalyuk, P.D. Maryanchuk, V.I. Ivanov, *Funct. Mater.*, **28**, 245 (2021).
3. Z.R. Kudrynskyi, I.G. Tkachuk, V.I. Ivanov, V.V. Khomyak, *J. Nanoelectron. Optoe.*, **13**, 05002 (2021).
4. I.G. Tkachuk1, I.G. Orletskii, V.I. Ivanov, A.V. Zasloukin1, *J. Nanoelectron. Optoe.*, **14**, 04016 (2022)

УДК 616-006.620.3:61

Ференчук Є.О.

НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ ТА ПРАКТИЧНІЙ МЕДИЦИНІ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ferenchuck.elena@bsmu.edu.ua

Анотація. Нанотехнології є найперспективнішою галуззю, яка започаткувала нову еру медицини – наномедицину. Сучасні нанотехнології дозволяють мати вплив на уражені органи без негативної дії на інші органи і системи органів, що підвищує якість лікування. Вивчення механізмів дії нанопрепаратів, розробка фармацевтичних нанотехнологій сприяють ефективному лікуванню та діагностиці багатьох захворювань, зокрема й онкологічних. Для написання статті були використані сучасні наукові публікації, що індексуються у наукометричних базах Scopus, Google Scholar, ResearchGate, щодо досягнень нанонауки у медичній сфері.

Ключові слова: нанотехнології, наноліки, наночастинки.

Історія нанотехнологій починається з другої половини ХХ ст. Або у грудні 1959 р. під час засідання американського фізичного товариства із запрошення американського фізика, лауреата Нобелівської премії, Річарда Фейнмана «увійти в новий розділ фізики». Згодом термін «нанотехнологія» було у 1974 запропоновано японським вченим Норіо Танігучі. За результатами вивчення сучасних наукових досліджень зі створення та використання наноматеріалів видно, що практичні здобутки з нанотехнологій реалізувалися у наноплівки, нанокристали, нанороботи, наноліки, нанобіосенсори та нанобіоматеріали, що має суттєве значення для науки, фармацевтики, медицини, промисловості та інших сфер людської діяльності [1-4].

Наномедицина вивчає доцільність використання нанотехнологій для профілактики, діагностики і лікування захворювань із контролем біологічної активності, фармакологічної та токсикологічної дії ліків, а стрімкий розвиток нанотехнологій має перспективу створення нових протипухлинних засобів, якісної візуалізації пухлин та нової терапії онкохворих.

Наноліки працюють на рівні окремих наночастинок, і складаються з двох компонентів: діючої фармречовини і матриці (носії), на яку вона наноситься та на яку доставляється до хворих клітин. Як матрицю лікарської речовини використовують полімерні матеріали або ліпосоми. Багатошаровість поверхні наночастинок або нанокапсул надає їм стійкість перед дією захисних механізмів організму, що дозволяє зберігати структуру і активність лікарського препарату на тривалий час. Медицина уже використовує нанотехнологічний досвід для запобігання та лікування важких станів серцево-судинних та онкологічних захворювань.

Дендромери та ліпосоми є одними із найбільш вивчених нанооб'єктів. Дендромери – молекули зі здатністю послідовно розгалужуватися зсередини назовні. Ліпосоми – це сферичні штучні везикули, які можуть продукуватися з природних нетоксичних фосфоліпідів і холестеролу. Для стабільності або корекції термочутливості ліпосоми можуть модифікуватись додатковими полікатіонними амфіфільними та ліпофільними молекулами. Обидва типи сполук підходять для включення в них лікарських агентів [5, 6].

Ефективною є технологія переведення наночастинок у колоїдний стан, який дозволяє використовувати феромагнетик для подальшого створення нанокompозиту в комплексі з протипухлинним агентом та ліпосомами. Нанокompозит завдяки своєму складові дозволить концентрувати та пролонгувати протипухлинний ефект, але наявність магнітного поля для концентрації композиту в заданих параметрах є обов'язковою умовою.

Керамічні наночастинки – це неорганічні неметалеві тверді речовини, синтезовані шляхом послідовного нагрівання та охолодження. Можуть бути використані як інструменти для медичної візуалізації [7].

На сьогодні впроваджено у медичну практику такі ліпосомальні протипухлинні препарати як доксорубіцин (Cueelix, Schering-Plough, Бельгія та Doxil, Alza Pharmaceuticals, США), амфотерицин В (Abelcet, Liposome Company, США), вертепорфірин (Visudyn, Novartis Pharma, Франція). Є й ліпосоми, які розроблено для візуалізації результатів при обстеженні методом магнітної резонансної томографії.

Унікальними властивостями наділено металеві наночастинки й утворені ними нанокластери. У фотодинамічній терапії раку використовуються наночастинки діоксиду титану (TiO_2). Вважають, що метод належить японському вченому А. Fujishima. Наночастинки ZnO мають антибактеріальні властивості та здатність поглинати широкий спектр електромагнітного випромінювання, тому їх використовують для розробки засобів захисту від ультрафіолету. Наночастинки міді мають антибактеріальні властивості та кардіопротекторну дію [5, 8].

Каталітичну активність наночастинок та властивість інактивовувати активні форми кисню можна використовувати для імітації каталітичної активності природних ензимів. Уже виявлено супероксиддисмутазаподібну та оксидазаподібну активність наночастинок. Однією із важливих особливостей наноензимів, порівняно із природними, є те, що їхню активність можна регулювати зміною розмірів, структури, модифікаціями поверхні, створенням різних захисних шарів [9, 10].

Окремі наноматеріали потенційно можуть виступати інгібіторами активних форм кисню, проте також було доведено, що є наноматеріали із прооксидантними властивостями.

Основними вимогами до наночастинок у галузі медицини є: низька або відсутня токсичність, висока біосумісність, можливість природнього виведення з організму. Побічна дія медичного застосування багатьох наночастинок є маловивченою. Суперечливими є й дані щодо складу та токсичності і ефективності наночастинок, оскільки недостатньо досліджень із впливу наночастинок на організм людини та тварин, є необхідність детального вивчення біохімічних та фізико-хімічних механізмів дії наночастинок з метою запобігання їх токсичному впливу та вдосконалення лікувального ефекту [2, 6]. Наприклад, вчені Інституту охорони здоров'я США попереджають, що колоїдне срібло може викликати важкі побічні ефекти, наприклад, аргірію. Досягнення в галузі нанотехнологій дозволили отримувати чисте срібло у вигляді наночастинок, які є безпечнішими, ніж іони срібла, і ефективнішими проти широкого спектра мультирезистентних патогенів.

Також для біомедичних застосувань розроблено широкий спектр нанороботів і наноманіпуляторів, які можуть працювати з нанооб'єктами. У таких сферах як цільова терапія, точна хірургія, клінічна діагностика та візуалізація роботизовані пристрої можуть працювати за допомогою біогібридної системи, хімічних реакцій, фізичних та біологічних явищ [11].

Враховуючи різноманітність методів одержання наночастинок, є можливість використання природних, напівсинтетичних або синтетичних речовини для їх структуроутворення та формування різних фармако-технологічних та лікарських засобів. Існує чимало наукових шкіл та установ, які спеціалізуються на розвитку та перспективах практичного використання нанотехнологій у медицині. До прикладу, Nanobiotix – біотехнологічна компанія, заснована в 2003 році в Нью-Йорку, використовує наномедицину для розробки нових методів променевої терапії онкохворих. Британська спільнота наномедицини (British Society for Nanomedicine (BSNM)), створена у 2012 році, активно бере участь в організації міждисциплінарних наукових зустрічей з метою поширення досягнень в сфері нанотехнологій в інші галузі. Україна є однією з країн, де вчені приділяють увагу вирішенню прикладних проблем в сфері нанотехнологій. Наприклад, ліпін (Харків, «Біолік») – перший український препарат із ліпосом для відновлення сурфактанту легень [12-14].

Отже, нанотехнології допомагають вирішувати проблему цілеспрямованого призначення лікування і максимізують терапевтичну ефективність, є перспективними для створення вакцин, доставки ліків, створення медичного обладнання для діагностики та візуалізації. Наномедицина сьогодні є найбільш перспективною сферою для розробки та використання робототехніки.

Список використаної літератури

1. Malik, S.; Muhammad, K.; Waheed, Y. Nanotechnology: A Revolution in Modern Industry. *Molecules*, 2023, 28, 661. doi:10.3390/molecules28020661
2. Abid H., Javaid M., et al. Applications of nanotechnology in medical field: a brief review, *Global Health Journal*, 2023. doi:10.1016/j.glohj.2023.02.008.
3. Chekhun VF, Kulik GI, Todor IN, et al. The influence of ferromagnetic nanoparticles on antitumor effect of doxorubicin in Ehrlich ascetic carcinoma-bearing mice. *German-Ukrainian Symp Nanosci Nanotechnol. Essen*, 2008, 72.
4. Чекман І.С. Нанонаука в Україні: до проблеми дослідження (історичний аспект і сучасність). *Сучасні проблеми токсикології*, 2011, 1, 16–21.
5. Zhao S., Yu X., Qian Y., Chen W., Shen J. Multifunctional magnetic iron oxide nanoparticles: an advanced platform for cancer theranostics. *Theranostics*. 2020, 10, 14, 6278-6309.
6. Joseph, T.M.; Kar Mahapatra, D.; Esmaeili, A., et al. Nanoparticles: Taking a Unique Position in Medicine. *Nanomaterials*, 2023, 13, 574. doi: 10.3390/nano13030574
7. Thomas S.C., Harshita, Mishra P.K., Talegaonkar S. Ceramic Nanoparticles: Fabrication Methods and Applications in Drug Delivery. *Current Pharmaceutical Design*, 2015, 21, 42, 6165-6188.
8. Urmila C, Gaurav B, et al. Design and testing of nanobiomaterials for orthopedic implants, *Engineered Nanostructures for Therapeutics and Biomedical Applications*, Woodhead Publishing, 2023, 227-271. doi: 10.1016/B978-0-12-821240-0.00007-X

9. Cormode D.P., Gao L., Koo H. Emerging Biomedical Applications of Enzyme-Like Catalytic Nanomaterials. Trends in biotechnology, 2018, 36, 15–29.
10. Ramburrun, P, Khan, R, A, Choonara, Y. E. Design, preparation, and functionalization of nanobiomaterials for enhanced efficacy in current and future biomedical applications, Nanotechnology Reviews, 11, 1, 2022, 1802-1826. doi:10.1515/ntrev-2022-0106
11. Pandiaraj M, Arti Va, , et al. Mobile nanorobotics for biomedical applications, Engineered Nanostructures for Therapeutics and Biomedical Applications, Woodhead Publishing, 2023, doi: 10.1016/B978-0-12-821240-0.00003-2.
12. Samer Bayda The History of Nanoscience and Nanotechnology: From Chemical - Physical Applications to Nanomedicine. Molecules 2020, 25, 112
13. Cheng X, Xu HD, Ran HH, Liang G, Wu FG. (2021). Glutathione-Depleting Nanomedicines for Synergistic Cancer Therapy. ACS Nano, 25, 15(5), 8039-8068. doi: 10.1021/acsnano.1c00498.
14. Shen, J., Wang, Q., Fang, J., Shen, W., Wu, D., Tang, G., & Yang, J. (2019). Therapeutic polymeric nanomedicine: GSH-responsive release promotes drug release for cancer synergistic chemotherapy. RSC Advances, 9, 37232-37240. doi: 10.1039/C9RA07051F

Bokotey O.O., Bokotey O.V., Chavarha M.I.

Medical devices based on α -Hg₃S₂Br₂ nanomaterials

Uzhhorod National University, Uzhhorod

obokotei@gmail.com

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, and discusses potential clinical applications. α -Hg₃S₂Br₂ polymorph is a potential nanomaterial for the design of optical transducers, multifunctional elements, and imaging systems operating in optical spectra.

Nanomaterials based on α -Hg₃S₂Br₂ crystals have tremendous potential in addressing the two major issues faced by our society: the search 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. The optical rotation primary application of biological molecules involves the determination of secondary structures of proteins and nucleic acids. 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 [1-3]. At the same time, the transparency of corderoite family compounds in the wide region of the visible and IR range (from 0.3 to 40 μ m) creates new opportunities for materials design. They have great potential for a wide range of possible applications 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.

References:

- [1] O.V. Bokotey. Calculated optical properties of gyrotropic $\text{Hg}_3\text{Te}_2\text{Br}_2$, Optik 156 (2018) 39-42.
- [2] O.V. Bokotey. Theoretical calculations of refractive properties for $\text{Hg}_3\text{Te}_2\text{Cl}_2$ crystals, Nanoscale Res. Lett. (2016) 11:251.
- [3] O.V. Bokotey. Investigation of gyrotropic properties for $\text{Hg}_3\text{X}_2\text{Cl}_2$ (X = Se, Te) crystals, J. Alloys Compd. (2016) 678 444-447.

Власова К.В., Байсен Є.А.

ЛІПОСОМАЛЬНІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ЛІКІВ У ТЕРАПІЇ РАКУ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

cathia143@bsmu.edu.ua , baysen.evgeniy@gmail.com

Рак є небезпечною для життя хворобою, яка спричиняє мільйони смертей у всьому світі. Первинними способами лікування раку є наступні: хірургічне видалення солідних пухлин, променева терапія, хіміотерапія. Проте ці методи мають багато обмежень. Так, наприклад, звернутися до хірургічної резекції не можливо, коли пухлина невидим. А променева терапія, в той час як ефективно знищує ракові клітини, також пошкоджує й неракові.

Тож пошук нових шляхів лікування цієї хвороби досі залишається актуальним завданням. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми може стати інкапсуляція протиракових препаратів у ліпосомні системи.

Ліпосоми, вперше виявлені ще у середині 20 століття, наразі є найбільш вивченими наноструктурами для доставки лікарських засобів. Вони являють собою штучні сферичні везикули з природних фосфоліпідів, які мають один або більше ліпідних в-шарів з дискретними водними просторами. Ці простори й заповнюються ліками.

Процес інкапсуляції ліпосом може протікати двома способами – активним та пасивним. При пасивному завантаженні гідрофільні сполуки рівномірно розподіляються всередині ліпосом, тоді як гідрофобні препарати зберігаються у фосфоліпідному подвійному шарі ліпосоми. У випадку використання погано розчинних у воді препаратів, їх спочатку розчиняють разом з ліпідами в органічному розчиннику, а після цього відбувається випаровування розчинника для отримання препарату, що містить тонку плівку, яка пізніше диспергується в лікарському засобі.

Метод активного формування ліпосом полягає в диспергуванні фосфоліпідів у воді або органічних розчинниках, що утворює гетерогенну суміш везикулярних структур, складених з декількох бішарових концентричних оболонок. Фосфоліпідна молекула

складається з декількох частин, а саме: голівки та хвоста жирної кислоти. Голівка експонується назовні, а хвіст направлений всередину мембрани. Таким чином утворюється замкнена мембранна оболонка з властивостями напівпроникного бар'єра, що легко пропускає воду, але перешкоджає дифузії розчинених у ній речовин. Ці оболонки захоплюють у себе частину водного розчину.

Безпосередньо ліпосомальна система доставки ліків для лікування раку діє за такою схемою. Спочатку молекули на поверхні ліпосом модифікуються, щоб виконувати певну функцію, в той час як протираковий препарат вводиться до ліпосоми відповідно до активного чи пасивного методу. Оскільки розмір клітин епітелію пухлини становить від 80 до 200 нанометрів, ліпосоми з відповідним розміром частинок можуть досягати пухлини, не потрапляючи в здорові клітини, розміри яких менше 30 нанометрів. Шляхом ендоцитозу ліпосоми потрапляють безпосередньо до клітин пухлини. Під впливом їх внутрішнього середовища ліпосоми вивільняють ліки та діють на пухлинні клітини зсередини.

Таким чином ліпосомальні системи доставки в терапії мають багато переваг. Наприклад мінімізація таргетної області та токсичних побічних ефектів від ліків, підвищення біодоступності гідрофобних протипухлинних препаратів, зниження впливу імунітету на протипухлинні препарати, продовження часу циркуляції препарату, забезпечення цільової доставки ліків, покращення резистентності до багатьох лікарських засобів тощо.

Протягом останніх кількох років низка ліпосомальних хіміотерапевтичних препаратів для лікування різних видів раку була схвалена ЕМА (European Medicines Agency – Європейське агентство з лікарських засобів) та FDA (Food and Drug Administration – Управлінням з контролю за харчовими продуктами та лікарськими засобами США).

Список використаної літератури:

1. Остапченко Л.І., Михайлик І.В. Біологічні мембрани: методи дослідження структури та функцій: навчальний посібник. Київ: Київський університет, 2006.215с.
2. Чехун В.Ф. Роль інноваційних технологій у розв'язанні проблем онкології. Вісн НАН України. 2008.(9).С.38-42.
3. Bamrungsap S., Zhao Z., Chen T., Wang L., Li C., Fu T., Tan W. Nanotechnology in therapeutics: a focus on nanoparticles as a drug delivery system. *Nanomedicine*. 2012.7(8). P.1253-1271.
4. Loo C., Lowery A., Halas N., West J., Drezek R. Immunotargeted nanoshells for integrated cancer imaging and therapy. *Nano Lett*. 2005.5(4).P.709-711.
5. Rizvi S.A., Saleh A.M. Applications of nanoparticle systems in drug delivery technology. *Saudi Pharm J*.2018.26(1).P.64-70.

Олар О.І.

НАНОФАРМАЦІЯ: СЬОГОДЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ГАЛУЗІ

*Буковинський державний медичний університет**olena.olar@bsmu.edu.ua*

Нанофармацевтичні препарати складаються з фармакологічно активної молекули або речовини, адсорбованої, кон'югованої або інкапсульованої в нанорозмірний матеріал, співрозмірний з внутрішньо- та позаклітинними біологічними структурами. Основна мета нанофармації – створення нових препаратів із покращеною терапевтичною ефективністю з використанням нанонауки.

Цього можна досягти або шляхом використання нових терапевтичних молекул (малі молекули, білки, пептиди, нуклеїнові кислоти), або шляхом видозміни існуючих (тобто, погано розчинних ліків, антитіл). У більшості випадків ширшою метою є підвищення концентрації біодоступного препарату в цільовому місці з одночасним мінімізацією токсичних реакцій шляхом зменшення нецільових ефектів. Нанофармацевтичні препарати були розроблені для лікування станів, при яких традиційне фармакологічне лікування виявилось неефективним (наприклад, антибактеріальна резистентність), захворювань, терапія яких доступна, але має бути більш пристосована до потреб пацієнта (серцево-судинні захворювання, рак), і хвороб, для яких терапевтичні втручання не застосовуються (наприклад, інсульт і хвороба Альцгеймера).

Наночастинки становлять величезний науковий інтерес, оскільки їхні властивості відрізняються від властивостей масивного матеріалу або ізольованих атомів і молекул, які використовуються для їх виготовлення чи збирання. Наприклад, наночастинки золота мають оптичні властивості, відмінні від атомарного золота, оскільки вони дуже ефективно поглинають і розсіюють світло. Розмір наночастинок золота також, зазвичай, впливає на спричинене світлом колективне коливання електронів на металевій поверхні (поверхневий плазмонний резонанс). Зі збільшенням розміру наночастинок золота довжина хвилі поверхневого плазмонного резонансу зсувається до більшої довжини хвилі. Ця унікальна властивість є лише одним із прикладів, який використовувався в дослідженнях раку для розробки різноманітних візуалізаційних, діагностичних і терапевтичних цілей.

Нанофармація вимагає міждисциплінарного внеску галузей, починаючи від хімічних наук до біології та від фізики до фармакології. Це є ознакою розвитку.

Генна терапія – ще один приклад дослідницької галузі, яка чекає свого розвитку в клінічну дисципліну, де різні дисципліни повинні об'єднатися для досягнення однієї мети:

ефективної доставки біологічно активних послідовностей нуклеїнових кислот для генетичного лікування або полегшення різних патологічних станів.

Конструкція систем доставки значною мірою залежить від ряду чинників, які тісно пов'язані з кожним конкретним терапевтичним або діагностичним застосуванням. Здатність точного налаштування фармакологічних властивостей (біорозподіл, поглинання тканинами та фармакокінетика) біологічно активних молекул шляхом їх переформулювання за допомогою наноматеріалів вважається надзвичайно важливою. Існують різні технології та підходи, які дозволяють тонке налаштування та оптимізацію. По-перше, шлях введення впливає на біорозподіл наночастинок і забезпечує початковий рівень націлювання. По-друге, поверхнева функціональність наночастинок зі специфічними фрагментами змінює їхній фармакокінетичний профіль. Поглинання тканинами та інтерналізацію наночастинок у клітини також можна контролювати шляхом декорування зовнішньої поверхні наночастинок націлюючими фрагментами. Це може відбуватися через модифікацію молекулярної поверхні або у формі хімічно кон'югованих цільових лігандів або білків, адсорбованих із місцевого середовища, які мають здатність різко змінювати характер клітинних взаємодій. Нарешті, розробка наночастинок, призначених для вивільнення свого корисного навантаження у відповідь на різні подразники, також може забезпечити альтернативний метод націлювання на певні тканини. Потенціал нанофармації надзвичайний через високі очікування, пов'язані з новими відкриттями, швидким прогресом нанотехнологій і потребою в короткострокових результатах. Сенсаційність також є ще одним викликом. Компоненти, представлені як «нано», зазвичай набувають відтінку «чарівної» технології, повної обіцянок революційної терапії або, навпаки, як безпрецедентну загрозу безпеці. Попри це все деякі з найсуворіших вимог до терапевтичної ефективності та безпеки вже керують схваленням нових нанофармацевтичних препаратів, яке може тривати десятиліттями. Клінічна видозміна багатокomпонентних, складних нанопрепаратів із хімічними та біологічними функціоналізаціями, такими як націлювання на компоненти, залишається складною та вимагає використання вже існуючих інструментів оцінки безпеки, ефективності та якості, а також розробки нових стратегій тестування.

Отже, нанофармація — це нова мультидисциплінарна галузь із великим потенціалом і очікуваннями, які, однак, будуть потребуватиме часу та наполегливих інвестицій, щоб забезпечити клінічну реальність. На даний час проводиться безліч досліджень на доклінічному та клінічному рівнях для нових нанофармацевтичних препаратів, деякі з яких можуть мати інший механізм дії через складні механізми, що включають взаємодію між механічними, хімічними, фармакологічними та імунологічними компонентами.

Чалий О.В., Марголич І.Ф., Шепетько В.А.,

КВАНТОВІ СЕНСОРИ В МЕДИЦИНІ

*Національний медичний університет імені О.О.Богомольця, м. Київ**avchalyi7@gmail.com , iryna.margolych@gmail.com , nika.shepetko@gmail.com*

На сучасному етапі розвитку медичної науки дуже важливим і актуальним є використання новітніх досягнень природничих дисциплін. Дослідження в галузі квантової механіки, як частини фізики про мікросвіт, надають все більші можливості для діагностичних і лікувальних цілей у медицині.

Важливу роль у застосуванні квантової фізики в медицині відіграють нові дослідження, а саме, квантових сенсорів [1-6]. Ця технологія почала активно вивчатись впродовж останніх років. Такі сенсори працюють на основі квантових ефектів і дають змогу здійснювати точний аналіз певних молекулярних структур. Активне дослідження квантових сенсорів розпочалось в останні роки під час пандемії Covid-19 для діагностики SARS-CoV-2. Метод базується на використанні дефектів у невеликих кількостях алмазу завдяки чутливим до малих збурень квантовим дефектам у кристалічній ґратці алмазу. Наноалмази покривають магнітно спорідненим матеріалом, обробленим для з'єднання з певною РНК вірусу [1-3]. Це порушує магнітний зв'язок, який можна зафіксувати детекторами. Метод є дуже швидким, недороговартісним і з невеликою похибкою.

Квантовий сенсор може бути в перспективі використаний і для діагностики інших вірусних захворювань.

Цікавим є і застосування таких сенсорів у магнітоенцефалографії. Цей метод дозволяє отримувати магнітний сигнал ділянки мозку без змін, яких зазнає електричний сигнал при проходженні через тканини і череп при електроенцефалографії [5].

Завдяки високій чутливості квантові сенсори можуть бути застосовані також для виявлення різних захворювань на ранніх стадіях, що є важливим для успішності лікування.

Перспективним виглядає використання цих сенсорів при діагностиці і терапії онкологічних захворювань [5]. Тоді використовуються мікрокапсули, наповнені лікарським препаратом, які кровоносною системою доставляють речовини. Магнітні нанокapsули можуть бути виявлені квантовими сенсорами в певних тканинах організму. Так можна не тільки діагностувати, але і лікувати онкозахворювання. Це дасть змогу уникнути негативних наслідків інших методів, зокрема, опромінення та хіміотерапії.

Квантові сенсори надають можливості проводити моніторинг біологічних процесів і всередині клітини [5]. Це стало можливим завдяки мікроскопічним розмірам таких

детекторів.

Найновіші дослідження використання квантових сенсорів присвячені нанотермометрії і діагностиці хвороби Паркінсона [6]. Правда, ці розробки поки що перебувають лише на стадії вивчення.

Надзвичайно цікаві застосування фізичних методів у медицині, зокрема, і методів квантової механіки містяться в главі «Майбутнє медицини» книги Мічіо Кайку «Фізика майбутнього» [7].

Отже, наше дослідження дає змогу зробити висновки про необхідність ширшого висвітлення новітніх досліджень при формуванні фахових знань майбутніх лікарів. Було би дуже перспективним і актуальним ширше висвітлення застосувань квантової механіки в різних галузях медицини для студентів-медиків.

Список використаних джерел

1. Li C., Soleyman R., Kohandel M. Et al. SARS-CoV-2 quantum sensor based on nitrogen-vacancy centers in diamond. *Nano Letters*. 2022. 22,1. P.43-49.
2. Li C., Soleyman R., Kohandel M. Et al. SARS-CoV-2 quantum sensor based on nitrogen-vacancy centers in diamond. URL : <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.1c02868>.
3. Wang G., Li C., Cappellaro P. Observation of Symmetry-Protected Selection Rules in Periodically Driven Quantum Systems. *Phys. Rev. Lett.* 127, 140604. Published 29 September 2021. URL: <https://doi:10.1103/PhysRevLett.127.140604>.
4. Савельєва-Кулик Н.О. Квантовий сенсор в діагностиці SARS-CoV-2. Редакція журналу «Український медичний часопис».29.12.2021. URL :<https://www.umj.com.ua/article/223958/kvantovij-sensor-v-diaagnostitsi-sars-cov-2>.
5. Острась М. Чувствительный квант: как квантовые сенсоры применяют в медицине. 2023/ URL :<https://high-tech.fm/2023/03/10quantum-sensor/>.
6. Liu G.-Q., Liu R.-B., Li G. Nanothermometry with Enhanced Sensitivity and Enlarged Working Range Using Diamond Sensors. *Accounts of Chemical Research*. 2023, 56 (2). P. 95-105. URL :<https://doi.org/10.1021/acs.accounts.2c00576>.
7. Мічіо Кайку. Фізика майбутнього / Наукові редактори: Іван Вакарчук, Віктор Федоренко. Переклала з англ. Анжела Кам'янець. - Львів: Літопис, 2013.- 432 с.

Янішен І.В., Кричка Н. В.

УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ БАЗИСІВ ЗНІМНИХ ПЛАСТИНКОВИХ ПРОТЕЗІВ

Харківський національний медичний університет, м. Харків

krichka15@ukr.net

Потреба в повному знімному протезуванні серед пацієнтів старше 44 років становить від 15 до 46% [1,3]. Медична і соціальна реабілітація пацієнтів з беззубими щелепами є остаточно невирішеним питанням ортопедичної стоматології [5]. Для підвищення

ефективності ортопедичного лікування пацієнтів ряд авторів [2,4,] йдуть шляхом вдосконалення клініко-лабораторних етапів виготовлення повних знімних протезів.

Метою роботи стало підвищення якості протезування пацієнтів з беззубими щелепами шляхом удосконалення клініко-технологічних етапів виготовлення повних знімних протезів.

Матеріал і методи. Нами запропоновані пристрій для виготовлення зубних протезів із акрилових пластмас і кювета для його здійснення. Пристрій містить корпус 1 з кришкою 2, електронагрівач 3, який розміщений корпусі 1, елементи вводу 4, виводу 5 та контролю 6 тиску стиснутого повітря і двох камер 7 і 8, які розділені перфорованою перегородкою 9, оснащеною щільною перегородкою 10 і фіксаторами 11 для закріплення зуботехнічної кювети 12 (рис. 1.).

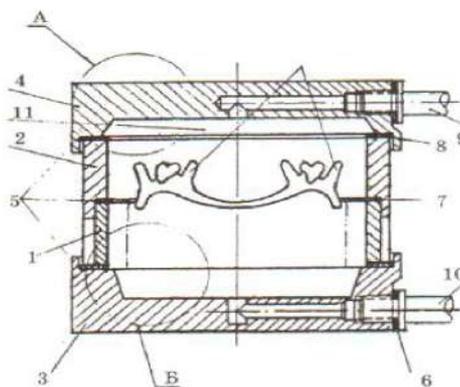


Рис. 1. Пристрій для виготовлення зубних протезів із акрилових пластмас.

Спосіб здійснюється наступним чином: після виплавки воскової репродукції прес-форму покривали ізоляційним лаком, заповнювали її полімер-мономерною композицією та пресували. Потім кювету без кришок закріплювали на перфорованій перегородці, корпус герметично закривали кришкою. Через елементи вводу подавали в камеру стиснуте повітря 4 атм. Термічний режим полімеризації встановлювали відповідно інструкції пластмаси, що застосовували (етакрил-02). Після полімеризації та повного охолодження кювети готовий протез піддавали звичайній обробці. Таким чином, на цілому періоді полімеризації пластмаси протилежна поверхня базису протезу одночасно контактує з підвищеним і пониженим тиском стиснутого повітря, при цьому поверхня базису, що прилягає до мікро- і макрорельєфу протезного ложа знаходиться у зоні пониженого тиску, а його протилежна поверхня контактує з підвищеним тиском.

Результати. Аналіз результатів фізико-механічних і хімічних властивостей поліметилметакрилату, свідчить про те, що зразки полімеризовані за запропонованою технологією перевершують за якістю зразки, що полімеризовані за загальноприйнятою

методикою: питома в'язкість вища на 8,13 %, руйнуюча напруга при статичному вигині на 9%, мікротвердість на 24,6 %, водопоглинання знизилось на 14,3 %, кількість залишкового мономеру зменшилась у 2,8 рази. Таким чином, можна побачити покращення фізико-механічних і хімічних властивостей пов'язаних з відсутністю контакту полімер-мономерної композиції з парами води, ущільненням та впорядкуванням структури в процесі полімеризації під тиском стиснутого повітря до 4 атм. впродовж всієї термічної обробки. Отже, здійснюється пролонгована пневмоформовка, яка забезпечує цілеспрямовану полімеризаційну об'ємну усадку.

Висновок. Розроблений спосіб полімеризації поліметилметакрилату дає змогу виготовляти повні знімні пластинкові протези з високим ступенем відповідності на базисі протезу мікро- і макрорельєфу протезного ложа, покращити біологічну індиферентність, підвищити міцність базисів. Даний спосіб може служити хорошим початком для подальшого удосконалення існуючих розробок нових методів ортопедичного лікування за допомогою яких буде вирішена проблема стабілізації протезів на беззубих щелепах.

Список використаних джерел

1. Ватаманюк М.М., Беліков О.Б., Максимів О.О. Повна втрата зубів. Поширеність. Потреба в ортопедичному лікуванні. Буковинський медичний вісник № 4(64). 2012. С. 191-195.
2. Леонтович Ю., Король Д.М., Оджубейська О.Д. Профілактичні заходи при користуванні знімними пластинковими протезами. Український стоматологічний альманах № 2. 2013. С. 90-93.
3. Мартиненко І.М. Клінічне розв'язання проблеми фіксації повних знімних протезів. Український стоматологічний альманах № 1. 2013. С. 65-67.
4. Сарапук В.І. Аналіз адаптаційних можливостей до початку ортопедичного лікування: науково-практична конференція. Івано-Франківськ. 2014. С. 75-76.
5. Сарапук В.І. Вивчення рівня адаптаційних можливостей у пацієнтів із повною відсутністю зубів: науково-практична конференція. Івано-Франківськ. 2013. С. 53-54.

СЕКЦІЯ 3. ВПЛИВ ТЕХНОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ. НАНОТОКСИКОЛОГІЯ

UDC 577.175.1/615.851

Davydova N.V.

FACTORS OF DESYNCHRONOSIS: METABOLIC DISORDERS CAUSED BY MELATONIN IMBALANCE

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

davydova.nataliia@bsmu.edu.ua

Abstract. Desynchronosis refers to a condition characterized by disturbances in circadian rhythms, commonly caused by melatonin imbalance. The article aims to explore the factors contributing to desynchronosis and its associated metabolic disorders.

Key words: melatonin, circadian rhythms, desynchronosis, metabolic disorders.

Introduction. Melatonin, a hormone produced by the pineal gland, plays a crucial role in regulating circadian rhythms and sleep-wake cycles. Circadian rhythms are daily cycles of biological processes that are regulated by the molecular clock, which consists of clock genes that generate circadian rhythms through transcriptional-translational feedback loops [2].

Desynchronosis is a disruption of the body's internal clock, including the rhythm of melatonin secretion leading to a misalignment between the endogenous circadian rhythms and external environmental cues. Several factors can contribute to desynchronosis, including shift work, jet lag, exposure to artificial light at night, and irregular sleep patterns. Disruption of the molecular clock can lead to desynchronosis and metabolic disorders [3].

Circadian rhythms regulate various aspects of glucose metabolism, including insulin secretion, glucose uptake, and hepatic glucose production. Desynchronosis can disrupt these rhythms, leading to impaired glucose homeostasis and insulin resistance. For example, shift work has been shown to increase the risk of type 2 diabetes due to circadian misalignment, which can impair insulin sensitivity and glucose tolerance [8]. Furthermore, desynchronosis can affect the expression of clock genes in pancreatic β -cells, which can impair insulin secretion and contribute to the development of insulin resistance [10]. Disrupted circadian rhythms can alter the expression and activity of key insulin signaling components, such as insulin receptors and downstream signaling

molecules. These changes can impair insulin-mediated glucose uptake, utilization, and storage in target tissues, including skeletal muscle, adipose tissue, and the liver.

Circadian misalignment can also disrupt the secretion of hormones such as cortisol, which can contribute to insulin resistance and impaired glucose homeostasis [4]. Desynchronization, can modulate the expression and activity of enzymes involved in gluconeogenesis, such as phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) and glucose-6-phosphatase (G6Pase) [9].

Circadian rhythms also regulate lipid metabolism, including lipogenesis, lipolysis, and cholesterol synthesis. Circadian misalignment has been associated with increased triglyceride levels and altered cholesterol metabolism [9]. Additionally, desynchronization can affect the expression of clock genes in the liver, which can impair the regulation of lipogenic and lipolytic enzymes, leading to dyslipidemia [1].

Circadian misalignment can disrupt the secretion of hormones such as leptin and ghrelin, which can affect appetite regulation and lipid metabolism, contributing to dyslipidemia [5]. Dyslipidemia associated with desynchronization often manifests as elevated levels of triglycerides, low-density lipoprotein cholesterol, and decreased levels of high-density lipoprotein cholesterol. Circadian disruption affects the expression and activity of lipid transporters, such as ATP-binding cassette transporters and lipoprotein lipase. These alterations in lipid transport mechanisms can result in impaired clearance of lipids from circulation and their deposition in peripheral tissues. These lipid abnormalities contribute to the development of atherosclerosis, cardiovascular diseases, and other metabolic disorders [11].

Desynchronization can impair the process of lipolysis, which is the breakdown of triglycerides stored in adipose tissue to release fatty acids into circulation for energy utilization. Altered expression and activity of lipolytic enzymes, such as hormone-sensitive lipase and adipose triglyceride lipase, leading to reduced lipolytic capacity which contributes to increased adiposity, elevated circulating triglyceride levels, and the accumulation of ectopic lipids in non-adipose tissues, promoting metabolic dysfunction [1].

Mitochondria play a crucial role in cellular energy production through oxidative phosphorylation. Disrupted circadian rhythms can influence the expression and activity of mitochondrial enzymes, respiratory chain complexes, and transcriptional regulators involved in mitochondrial function. Mitochondrial dysfunction contributes to compromised ATP production, increased reactive oxygen species (ROS) generation, and impaired metabolic flexibility. These alterations can further exacerbate metabolic disorders and contribute to cellular damage and dysfunction [12].

Desynchronosis can lead to alterations in energy expenditure, substrate utilization, and mitochondrial biogenesis, which can contribute to the development of metabolic disorders such as obesity and insulin resistance [5]. For example, circadian disruption can impair the expression of clock genes in skeletal muscle, which can affect mitochondrial function and energy metabolism [4].

Desynchronosis can impair thermogenesis, the process by which the body generates heat to maintain body temperature and regulate energy expenditure. Disrupted circadian rhythms can affect the expression and activity of thermogenic proteins, such as uncoupling protein 1 (UCP1) in brown adipose tissue. Impaired thermogenesis contributes to reduced energy expenditure and metabolic efficiency, which can promote weight gain and metabolic dysregulation [6].

Circadian rhythms regulate key metabolic pathways involved in energy metabolism. Desynchronosis disrupts the circadian regulation of metabolic processes such as glycolysis, gluconeogenesis, lipid metabolism, and mitochondrial function. Disrupted circadian rhythms can affect the expression and activity of clock genes and transcription factors that control these metabolic pathways. Altered circadian regulation of metabolic pathways contributes to energy metabolism dysregulation and metabolic disorders associated with desynchronosis [6].

Circadian rhythm disorder can lead to imbalances in neurotransmitter levels, which can affect various physiological processes, including sleep, mood, and metabolism. Circadian disruption can alter the release of neurotransmitters such as serotonin, dopamine, and norepinephrine, which can contribute to sleep disturbances, mood disorders, and metabolic dysregulation [14].

For example, desynchronosis can impair the release of serotonin and dopamine, which can affect mood disorders such as depression, addiction anxiety, appetite regulation and energy expenditure, leading to weight gain and obesity [7]. Disrupted circadian rhythms can affect the expression and activity of enzymes involved in serotonin and dopamine synthesis, such as tryptophan hydroxylase and tyrosine hydroxylase, as well as their receptors and transporters [14].

Sleep restriction, another consequence of desynchronosis, can impair the release of neurotransmitters such as norepinephrine, which can affect alertness, mood, and cognitive function, attention, and stress response [14].

GABA is an inhibitory neurotransmitter that helps regulate neuronal excitability and anxiety levels. Altered GABA function is associated with anxiety disorders and sleep disturbances. Disrupted circadian rhythms can affect the expression and activity of GABA synthesizing enzymes, such as glutamic acid decarboxylase, and GABA receptors [14].

Melatonin is a hormone primarily synthesized and released by the pineal gland during darkness. It acts as a potent antioxidant and plays a crucial role in regulating oxidative stress in the body. Melatonin scavenges free radicals, reduces the production of reactive oxygen species (ROS),

and protects against oxidative damage to cells and tissues [11]. Oxidative stress, resulting from melatonin disruption and increased ROS production, can have detrimental effects on cellular components, including lipids, proteins, and DNA. It can lead to cellular dysfunction, tissue damage, and contribute to the development of various diseases, including metabolic disorders, cardiovascular diseases, neurodegenerative disorders, and cancer [12].

Understanding the biochemical abnormalities associated with desynchronization provides insights into potential therapeutic interventions. Chronotherapy, melatonin supplementation, lifestyle modifications, and targeting specific biochemical pathways hold promise for managing metabolic disorders linked to desynchronization [12]. Various therapeutic approaches have been proposed to address melatonin imbalance and its associated metabolic disorders. These include melatonin supplementation, light therapy, and lifestyle modifications such as maintaining regular sleep patterns and reducing exposure to artificial light at night [2].

Conclusion. Desynchronization, characterized by melatonin imbalance and disturbances in circadian rhythms, leads to a range of biochemical metabolic disorders with significant clinical implications. Understanding the factors contributing to desynchronization and the role of melatonin in metabolic regulation can help develop effective therapeutic strategies to prevent and treat these disorders.

References

1. Adamovich Y., Rousso-Noori L., Zwihaft Z., Neufeld-Cohen A., Golik M., Kraut-Cohen J., ... Asher G. Circadian clocks and feeding time regulate the oscillations and levels of hepatic triglycerides // *Cell Metabolism*. – 2014. – Vol. 19, № 2. – P. 319-330.
2. Cardinali D. P., Hardeland R., Brown G. M. Melatonin and healthy aging // *Experimental Gerontology*. – 2017. – Vol. 100. – P. 89-97.
3. Cipolla-Neto J., Amaral F. G. Melatonin as a Hormone: New Physiological and Clinical Insights // *Endocrine Reviews*. – 2018. – Vol. 39, № 6. – P. 990-1028.
4. Dyar K. A., Ciciliot S., Wright L. E., Biensø R. S., Tagliazucchi G. M., Patel V. R., ... Schiaffino S. Muscle insulin sensitivity and glucose metabolism are controlled by the intrinsic muscle clock // *Molecular Metabolism*. – 2014. – Vol. 3, № 1. – P. 29-41.
5. Eckel-Mahan K. L., Patel V. R., de Mateo S., Orozco-Solis R., Ceglia N. J., Sahar S., ... Baldi P. Reprogramming of the circadian clock by nutritional challenge // *Cell*. – 2013. – Vol. 155, № 7. – P. 1464-1478.
6. Erren T. C., Reiter R. J. Defining chronodisruption // *Journal of Pineal Research*. – 2019. – Vol. 66, № 4. – C. e12577.
7. Fernstrom J. D. Large neutral amino acids: dietary effects on brain neurochemistry and function // *Amino Acids*. – 2013. – Vol. 45, № 3. – P. 419-430.
8. Morris C. J., Yang J. N., Scheer F. A. The impact of the circadian timing system on cardiovascular and metabolic function // *Progress in Brain Research*. – 2015. – Vol. 223. – P. 281-320.
9. Pan A., Schernhammer E. S., Sun Q., Hu F. B. Rotating night shift work and risk type 2 diabetes: two prospective cohort studies in women // *PLoS Medicine*. – 2011. – Vol. 8, № 12. – P. e1001141.
10. Perelis M., Marcheiva B., Ramsey K. M., Schipma M. J., Hutchison A. L., Taguchi A., ... Bass J. Pancreatic β cell enhancers regulate rhythmic transcription of genes controlling insulin secretion // *Science*. – 2015. – Vol. 350, № 6261. – P. aac4250.
11. Puttonen S., Härmä M., Hublin C. Shift work and cardiovascular disease - pathways from circadian stress to morbidity // *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. – 2010. – Vol. 36, № 2. – P. 96-108.

12. Reiter R. J., Mayo J. C., Tan D. X., Sainz R. M., Alatorre-Jimenez M., Qin L. Melatonin as an antioxidant: under promises but over delivers // Journal of Pineal Research. – 2016. – Vol. 61, № 3. – P. 253-278.
13. Touitou Y., Reinberg A., Touitou D. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: Health impacts and mechanisms of circadian disruption // Life Sciences. – 2017. – Vol. 173. – P. 94-106.
14. Wulff K., Gatti S., Wettstein J. G., Foster R. G. Sleep and circadian rhythm disruption in psychiatric and neurodegenerative disease // Nature Reviews Neuroscience. – 2010. – Vol. 11, № 8. – P. 589-599.

УДК: 613.168:612.014.426

Бірюкова Т.В.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

tanokbir@ukr.net

Анотація. За останні десятиліття вплив штучних радіочастотних електромагнітних полів значно зріс. Тому існує зростаючий науковий і соціальний інтерес до його впливу на здоров'я, навіть якщо рівень впливу значно нижчий від відповідних стандартів. Інтенсивність електромагнітного випромінювання в оточенні людини зростає і в даний час досягає таких рівнів, яких ніколи раніше не було на нашій планеті. Найбільш вагомим процесом впливу електромагнітного поля на живі організми є його безпосереднє проникнення в тканини. В статті розглянуто вплив електромагнітного поля на організм людини.

Ключові слова: електромагнітне поле, частота, здоров'я, людина.

З початку 20-го століття людство переважно зростаючими джерелами електромагнітного поля (ЕМП), яке надходить від телекомунікацій, електрики, приладів, медичного обладнання та багатьох інших приладів, якими ми користуємося в повсякденному житті. Досягнення технологій призвели до їх використання в повсякденному житті, але електромагнітні поля, які вони створюють, можуть спричинити ризики для здоров'я та безпеки людини.

Деякі дослідження [1-4] показують зв'язок між впливом електромагнітних полів і збільшенням рівня лейкемії, раку, пухлин головного мозку та інших проблем зі здоров'ям. Крім того, залишається певна невизначеність до того, який тип полів, магнітних чи електричних, чи обох, має більший вплив на організм людини і це викликає занепокоєння.

Мета статті полягає в розкритті чинників та ефектів впливу електромагнітного поля на організм людини.

Найбільш впливовим процесом впливу електромагнітного поля на живі організми є

його безпосереднє проникнення в тканини. Слабке ЕМП може спричинити різноманітні нетеплові ефекти в клітинах, тканинах і органах тіла. Симптоми, що спостерігаються, навряд чи можна віднести до інших факторів навколишнього середовища, які одночасно виникають в організмі людини. Незважаючи на те, що все ще тривають дискусії щодо нетеплових ефектів впливу ЕМП, 31 травня 2011 р. Міжнародне агентство з дослідження раку (IARC) — Порядок денний Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) класифікувало радіоелектромагнітні поля як категорія 2В – потенційно канцерогенний. Електромагнітні поля можуть бути небезпечними не тільки через ризик розвитку раку, але й через інші проблеми зі здоров'ям, включаючи електромагнітну гіперчутливість. Електромагнітна гіперчутливість — це явище, що характеризується появою симптомів після впливу на людей електромагнітних полів, яке характеризується як синдром із широким спектром неспецифічних багатоорганих симптомів, включаючи як гострі, так і хронічні запальні процеси, що протікають переважно у шкірі та нервовій системі, а також у дихальній, серцево-судинній системах та опорно-руховому апараті. ВООЗ не розглядає електромагнітну гіперчутливість як захворювання, що визначається на основі медичного діагнозу та симптомів, пов'язаних з будь-яким відомим синдромом. Симптоми можуть бути пов'язані з одним джерелом ЕМП або походити від комбінації багатьох джерел. Симптоми, пов'язані з електромагнітними полями, демонструють широкий спектр клінічних проявів, пов'язаних із впливом одного або кількох джерел ЕМП. Феномен електромагнітної гіперчутливості у формі дерматологічного захворювання пов'язаний з мастоцитозом. Біопсії, взяті з уражень шкіри у пацієнтів з електромагнітною гіперчутливістю, вказували на інфільтрацію шарів шкіри епідермісу мастоцитами та їх дегрануляцію, а також на вивільнення медіаторів анафілактичної реакції, таких як гістамін, хімаза та триптаза. У світі зростає кількість людей, які страждають від цієї хвороби. Вона визиває серйозну дисфункцію, демонструючи багатооргани неспецифічні симптоми під час впливу низьких доз електромагнітного випромінювання, що часто пов'язано з підвищеною чутливістю до багатьох хімічних речовин та /або іншої непереносимості навколишнього середовища.

Кожна людина піддається впливу складної суміші слабких електричних і магнітних полів як вдома, так і на роботі, від виробництва та передачі електроенергії, побутових приладів і промислового обладнання до телекомунікацій і радіомовлення. За відсутності зовнішніх електричних полів в організмі людини існують невеликі електричні струми, навіть. Наприклад, нерви передають сигнали, передаючи електричні імпульси; серцеву електричну активність показує електрокардіограма. Більшість біохімічних реакцій, від травлення до діяльності мозку, відбуваються разом із перегрупуванням заряджених частинок.

Однією з основних характеристик електромагнітного поля є його частота або відповідна довжина хвилі. Поля різної частоти взаємодіють з тілом по-різному. Низькочастотні електричні поля впливають на організм людини так само, як вони впливають на будь-який інший матеріал, що складається із заряджених частинок. Коли електричні поля діють на провідні матеріали, вони впливають на розподіл електричних зарядів на їх поверхні. Вони викликають течію струму через тіло до землі. Низькочастотні магнітні поля викликають циркулюючі струми в тілі людини. Сила цих струмів залежить від інтенсивності зовнішнього магнітного поля. Якщо ці струми достатньо великі, вони можуть викликати стимуляцію нервів і м'язів або впливати на інші біологічні процеси. Електричні та магнітні поля індукують струми та напругу в тілі. Дія електромагнітного випромінювання на людину вивчена недостатньо. Однак, відомо, що зі збільшенням довжини хвилі знижується негативна дія ЕМП.

Вплив електромагнітних хвиль призводять до загибелі нейронів головного мозку. Мелатонін, який виробляється в мозку, забезпечує імунітет до багатьох хвороб, наприклад, таких як хвороба Альцгеймера. Вплив електромагнітного поля низької частоти призводить до зниження рівня мелатоніну і таким чином втрачається імунітет проти таких захворювань. При цьому в мозкових нервах утворюються токсини та знижується рівень кисню, що може призвести до закупорки та смерті людини.

Найбільш чутливі до електромагнітного поля нейродинамічні процеси, які прямо чи побічно перемикають хронобіологічні процеси організму на патологічний або стресовий режим функціонування. Серед людей, які працюють у зоні промислових частот ЕМП, або живуть поблизу ліній високовольтних електропередач, поширені депресивні стани. Серед осіб, що проживають у місцях, де інтенсивність електромагнітного поля з частотою 50 Гц перевищує 0,15 мкТл, збільшується число самогубств.

Кількість користувачів мобільного зв'язку постійно зростає. Вже не перший рік ведуться розмови про шкідливість мобільних телефонів. Це питання хвилює всіх користувачів мобільного зв'язку (2% з них не чули про небезпеку, а 52% вважають використання телефонів небезпечним). Мозок людини - органічний комп'ютер, всередині якого є рухомі електричні заряди, на які діють електричні та магнітні поля.

При використанні мобільного телефону виникають теплова і нетеплова (специфічна) дії ЕМП, які залежать від потужності випромінювання, виду тканин, часу взаємодії з випромінюванням та його частоти. Відомо, що електромагнітне випромінювання частотою $\nu > > 1\text{МГц}$ розігріває тканини організму. Перегрівання тканин призводить до руйнування білків у клітинах, що викликає відмирання клітин, виникнення пухлин та ін. Всі ці процеси носять

ймовірнісний характер (потенціал терморегуляції захищає тканини).

Нетермічний вплив електромагнітного поля проявляється зміною біоелектричної активності головного мозку, порушеннями проникності клітинних мембран для іонів кальцію та ін.

Перевищення електромагнітного навантаження від нормативного на 50% призводить до збільшення захворюваності населення на 17 %, а при збільшенні на 150% - на 37% (найчастіше це захворювання органів дихання, алергічні захворювання, хвороби нервової системи). Електромагнітне опромінення впливає на репродуктивну функцію людини (спостерігається порушення дозрівання сперматозоїдів та яйцеклітин, що призводить до безпліддя). Серед населення, яке проживає в умовах дії електромагнітного випромінювання, у 1,5-2 рази вища захворюваність на хронічну патологію в порівнянні з населенням, яке живе на «чистій» території. Так, напруженість поля 1000 В/м і вище спричинює хронічний головний біль, порушення пам'яті, запаморочення, сильну втому, більші значення зумовлюють розвиток тривожних станів, неврозів, депресій, порушення сну та ін. Це лише неповний перелік симптомів які є результатом впливу ЕМП. Спостерігається також тісна кореляція дії ЕМП з таким спектром захворювань: аутизм, синдром дефіциту уваги і гіперактивність, гіпертензія, діабет, фіброміалгія та ін.

З'ясовано, що мобільний телефон під час роботи генерує електромагнітне поле не лише на робочих частотах. Крім основного сигналу (0,3 - 3 ГГц), мобільний телефон при дзвінках та розмовах генерує змінне електричне поле з частотою (5 – 2000) Гц і змінне магнітне поле – (5 – 500) Гц.

Зрозуміло, що люди не перестануть користуватися мобільним зв'язком. Однак, слід застерегти від надмірної тривалості розмов мобільними телефонами. Особливо це стосується людей з ослабленою імунною системою, дітей, нервова система у них знаходяться у процесі формування і вагітних жінок. Отримані за останні десятиліття епідеміологічні дані вказують на те, що існує підвищений ризик пухлини головного мозку через використання мобільних телефонів. Оскільки мобільні телефони використовуються близько до тканини мозку, то вплив електромагнітних хвиль на неї найбільший.

Таким чином, хоча розвиток технологій та комунікацій полегшує життя, це може мати негативні наслідки. Тому вивчення впливу ЕМП на людський організм залишається актуальним напрямком досліджень.

Список використаних джерел

1. Kurtulus Ongel. Effects of electromagnetic field on human body. URL: https://www.researchgate.net/publication/348563155_EFFECTS_OF_ELECTROMAGNETIC_FIELD_ON_HUMAN

BODY.

2. Kaszuba-Zwońska J, Gremba J, Gałdzińska-Calik B, Wójcik-Piotrowicz K, Thor PJ. Electromagnetic field induced biological effects in humans. *Przegl Lek.* 2015;72(11):636-41. PMID: 27012122.
3. Feyyaz Ozdemir, Ayswgul Kargi/ *Electromagnetic Waves and Human Health.* DOI: 10.5772/16343/
4. Shbanah, M., Kovács, TA (2022). Вплив електромагнітних хвиль на здоров'я людини. У: Kovács, TA, Nyikes, Z., Fürstner, I. (eds) *Передові технології, пов'язані з безпекою, у захисті критичної інфраструктури. Наука НАТО заради миру та безпеки Серія С: Екологічна безпека.* Спрінгер, Дордрехт. https://doi.org/10.1007/978-94-024-2174-3_14.

УДК: 613.63:620.3-026.86

Микитюк О.Ю.

ПЕРЕДОВІ МАТЕРІАЛИ: ОЦІНКА ЇХ ТОКСИЧНОСТІ І НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я*Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці**mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua*

Передовий матеріал - це будь-який новий або значно вдосконалений матеріал, який має низку виняткових (фізичних - механічних, електричних, оптичних, магнітних тощо або функціональних - самовідновлення, зміна форми, знезараження, перетворення енергії тощо) характеристик порівняно зі звичайними матеріалами. Передові матеріали - це ті, що використовуються у високотехнологічних додатках, а саме: напівпровідники, біоматеріали, розумні матеріали та наноінженерні матеріали. Передові матеріали створюються, щоб отримати нові матеріали для різних застосувань, починаючи від продуктів харчування до медицини та електроніки. Вони становлять інтерес завдяки своїм особливим властивостям, які потенційно дозволяють застосувати такі програми, як цифрові інновації для покращення здоров'я, допомагають у збільшенні ефективності перетворення та зберігання енергії, а також є потенціалом відновлення навколишнього середовища. На основі передових матеріалів та нанотехнологій розробляються медичні пристрої і діагностичні інструменти, які є меншими за розмірами, чутливішими, точнішими і ефективнішими, ніж їх попередники.

Враховуючи прогрес, досягнутий у розробці та застосуванні передових матеріалів, їхній негативний вплив досі майже невідомий, хоча це критично важливо для оцінки їхнього ризику для навколишнього середовища та здоров'я людини. Зараз на часі розробити диференціацію між прогресивними і звичайними матеріалами, запропонувати функціональну номенклатуру для наукового застосування та корисності для майбутнього визначення пріоритетів оцінки ризиків. Оцінка потенційних ризиків, пов'язаних із використанням різних типів передових матеріалів, є надзвичайно важливою. Впровадження на ринок нових технологій вимагає збалансування ризиків і вигод для людини та навколишнього середовища.

Взаємозв'язки між фізико-хімічними властивостями та корисним впливом, так і небезпекою були широко вивчені для наноматеріалів (НМ). НМ визначаються на основі їх розміру (1–100 нм) (Комісія ЄС, 2011), де залежні від розміру унікальні властивості відрізняють їх від масових аналогів. НМ можна розглядати як передові матеріали, але не всі передові матеріали є НМ. Наприклад, деякі передові матеріали мають розмір, більший за розмір, запропонований Європейською комісією (ЄК) для визначення НМ, наприклад, штучний бактеріальний джгутик (200 нм) і дворукий наноплавець (200 нм). Різноманітні дослідження оцінювали ризики НМ для здоров'я людини та навколишнього середовища. Тепер подібне занепокоєння виникає щодо передових матеріалів. Зазначають, що деякі з цих матеріалів уже використовуються в продуктах біомедичного, косметичного та електронного застосування [5].

Важливо зрозуміти, чи можна оцінити передові матеріали на основі відомої небезпеки їхніх складових, чи потрібний більш комплексний розгляд їх можливих токсичних ефектів в результаті нової або покращеної функції, чи розглядати можливість взаємодії різних компонентів і посилення токсикологічної реакції. Токсикологічні дані можна використати для раннього попередження про ризик, тоді як їх відсутність може призвести до відставання керування ризиками від інновацій. Оцінка небезпеки може зіткнутися з проблемами через невизначеність щодо адекватності поточних методів тестування.

Організація економічного співробітництва та розвитку провела аналіз ряду керівних документів і методичних рекомендацій щодо їх відповідності для адекватної оцінки токсичності наноматеріалів [3]. Ці міркування можна прийняти і для деяких прогресивних матеріалів. Вони мають включати складність матеріалів, їхні властивості та динамічні функції, що може ускладнити порівняння між прогресивними матеріалами та іншими речовинами. Невизначеності можуть призвести до відсутності ясності щодо їх розгляду в законодавчих рамках, наприклад, що це таке - наноматеріал, речовина чи виріб. Тому зараз доречно розробити критерії на застосовність існуючих структур для оцінки небезпеки прогресивних матеріалів, щоб побачити де можуть знадобитися модифікації або нові підходи.

Німецьке агентство з охорони навколишнього середовища визначило вісім кластерів передових матеріалів на основі їхніх структур, які демонструють широту їх фізико-хімічних властивостей та застосувань. Ось деякі конкретні приклади передових матеріалів, які демонструють їх різноманіття та їхню корисність. Перший приклад - це багат шарові нікель-кобальтові органічні каркасні нанолісти, які можна класифікувати як композит, розроблений як електродний матеріал для зберігання енергії. Деякими з цих матеріалів можна керувати дистанційно, що визначає їх як розумні передові матеріали [6]. Інший

приклад - нанорозмірні чутливі до вигину та оптично прозорі датчики тиску, які були виготовлені з використанням композитних нановолокон. Багато інших НМ, напр. іонні полімерно-металічні композити, композити з вуглецевих нанотрубок, системи на основі полімерів, що деформуються і біологічні молекулярні двигуни були виготовлені таким чином, щоб їх можна було активувати за допомогою певного стимулу, такого як рН, світло або температура[2]. Цікавими прикладами є НМ що складається з еластичної полімерної мережі та молекулярного перемикача, який може змінювати свою структуру зі стрічки на щільну котушку, а потім знову на стрічку, коли активується світлом і нанороботів, які зараз інтенсивно досліджуються та розробляються для медичних застосувань. Використання сучасних полімерів чи гібридних сучасних матеріалів передбачає, що у майбутньому ми також можемо зустрітися з сучасними пластиками, які можуть вивільняти розумні мікропластики та нанопластики в навколишнє середовище.

Ця класифікація не розрізняє активну та пасивну форму передових матеріалів, або те, як фізико-хімічні властивості пов'язані з небезпекою. З позиції можливої потенційної небезпеки передових матеріалів, спосіб дії, через який вони викликають токсичність, ще не зрозумілий. Крім того, не можна припустити, що ризики передових матеріалів у різних кластерах або в кожному кластері будуть однаковими. Таким чином, кластеризація на основі небезпеки може виглядати інакше, ніж запропонована. Ця перспектива коротко описує можливі проблеми, пов'язані з дослідженням небезпек передових матеріалів.

Небезпеки, пов'язані з різними передовими матеріалами, будуть різними, і навіть для окремого матеріалу вони можуть відрізнятися протягом життєвого циклу, наприклад, від фази розробки до виробництва, використання, переробки та утилізації.

Хімічний склад - не єдиний впливовий фактор для оцінки токсичності матеріалу. Однією з головних переваг передових матеріалів загалом є можливість створювати їх з різними фізико-хімічними властивостями, такими як розмір, форма, співвідношення сторін, гідрофобність тощо. Раніше були проведені систематичні дослідження для перевірки впливу фізико-хімічних властивостей НМ на їхню токсичність. Результати підтвердили, що хімічний склад не є єдиним фактором, який впливає на токсичність НМ, але інші фізико-хімічні властивості також можуть відігравати важливу роль. Це, швидше за все, вірно і для інших передових матеріалів, де існує додаткова складність, наприклад, через багатоеlementні та функціональні властивості, які можуть змінити шляхи їх поглинання, взаємодію з клітинами та, згодом, їх токсичність для організмів. Тому всебічна характеристика НМ була потрібна як для дослідницьких публікацій, так і для законодавчої бази. Така характеристика включає розподіл розмірів, поверхневий заряд, форму, площу поверхні, домішки тощо. Такі вимоги

будуть потрібні і для передових матеріалів. Хоча кількість досліджень зростає, багато токсикологічних досліджень все ще не повідомляють про детальну характеристику досліджуваного матеріалу, навіть для одноелементних НМ, частково через обмеження аналітичних можливостей і доступності. Без цієї інформації точні порівняння між наборами даних різних токсикологічних досліджень, лабораторій або навіть порівняння між видами, які зазнали впливу однакових матеріалів, були б неможливі.

Важливою є динамічна поведінка передових матеріалів, Слід розглянути застосування передових матеріалів у споживчих товарах, таких як харчові продукти, напої, фармацевтичні препарати, косметика та корми, де вони можуть потрапити в організми та рухатися через харчові мережі. Перетворення матеріалів в організмі та середовищі добре задокументовані. Наприклад, дослідження показали, що деякі НМ, такі як Ag і Cu [1], можуть відносно швидко розчинятися при попаданні в навколишнє середовище або в організм людини, тоді як інші, такі як TiO_2 і вуглецеві нанотрубки, можуть зберігатися довше. Було докладено значних зусиль, щоб зрозуміти токсичність НМ, що повільно та швидко розчиняються, і розрізнити токсичність дисперсних та іонних або молекулярних форм НМ. Швидкість розчинення НМ визначає, чи впливають на біологічні клітини інтактні НМ, розчинені іони/молекули або їх комбінація. Наприклад, токсичність квантових точок (КТ) CdTe/CdS у водоростях значною мірою пояснюється розчиненням кадмієм, тоді як КТ також поглинаються клітинами та індукують унікальний вплив на клітини порівняно з Cd.

Для передових матеріалів, що складаються з компонентів, які швидко та повільно розчиняються, зв'язок біологічних та екологічних ефектів із фізичною формою під час впливу або поглинання є складним. Досліджували токсичність наноструктури, що складається з ZnO з НМ Ag на її поверхні [28]. Було перевірено токсичність НМ ZnO та Ag як окремих компонентів разом із їх наноструктурою (ZnO/Ag). Автори прийшли до висновку, що ані токсичність приготовленої суміші ZnO та Ag, ані наноструктури ZnO/Ag не можна передбачити, виходячи лише з токсичності їх компонентів. Токсичність наноструктури показала вищу токсичність, ніж прогнозувалося на основі токсичності окремих НМ. Тому очікується, що стабільність непошкодженого передового матеріалу та його схильність до руйнування викличуть проблему для оцінки небезпеки. Щоб краще зрозуміти, які компоненти передового матеріалу викликають небезпеку, дослідники використовували наноматеріал Ag, вкритий графеновими листами, що містять КТ, як існуючий приклад багатоелементного передового матеріалу, котрий має антибактеріальні властивості [4], тобто цей матеріал складався зі стабільних НМ (графен), а також швидкорозчинних (Ag) і повільно розчинних (КТ) фракцій. З токсикологічної точки зору завдання полягало в тому, щоб

максимально використати існуючу інформацію про окремі компоненти та доповнити її додатковими питаннями, наприклад, пов'язаними з багатокomпонентною природою або новими чи розширеними функціями.

Однак широка характеристика передових матеріалів у продуктах або на різних стадіях життєвого циклу не завжди є практично здійсненою для багатьох лабораторій через велику кількість приладів і навичок, необхідних для виконання комплексної характеристики. Будь-яку характеристику слід намагатися проводити в середовищі, яке найкраще представляє біологічний або екологічний компартмент, відповідний стадії життєвого циклу, що розглядається. Існують деякі обмеження, які можуть ще більше заперечити характеристику передового матеріалу (включаючи розумні НМ). Наприклад, характеристика багатоелементного передового матеріалу, що складається з неорганічних і органічних компонентів, потребує комбінацій методів, придатних для характеристики кожного компонента.

Розумність ще більше ускладнює тестування на токсичність. Деякі передові матеріали розроблені таким чином, щоб їх фізико-хімічні властивості змінювалися у відповідь на певний стимул. Більшість із них мають розмір більше 100 нм, напр. світлові молекулярні двигуни та розумні нанопестициди. Вони були розроблені для застосування в медицині та для відновлення навколишнього середовища. Незалежно від термінології наномашини, нанобіопристрої, приводи, наномотори та наноструктури з токсикологічної точки зору є передовими матеріалами, що взаємодіють з клітинами та біомолекулами в організмах. Питання полягає в тому, що рухає ці взаємодії та які наслідки для оцінки ризику. Існує кілька токсикологічних досліджень, у яких досліджувався вплив активованих інтелектуальних НМ. Важливо знати, чи і в якій мірі розумні або посилені властивості повинні враховуватися в токсикологічних дослідженнях.

Оцінка небезпеки на основі пасивної форми інтелектуальних НМ навряд чи буде достатньою для оцінки їхнього ризику. Тому контрольована функціональність розумних НМ додає ще один рівень складності токсикологічним дослідженням. Тестування різних форм матеріалу – пасивного та активного – можна розглядати, але це реально важко створити. Також буде важко оцінити та змодельювати місце біодоступності активних форм в організмі або в клітинах. Крім того, оцінка небезпеки різних форм призведе до збільшення витрат на тестування токсичності, а також до більшого використання тварин. Незважаючи на те, що існують рекомендації та протоколи для оцінки небезпеки розчинених хімічних речовин, а в деяких випадках і для НМ, буде потрібна додаткова робота, щоб визначити їх придатність для оцінки токсичності, спричиненої інтелектуальним передовими матеріалами.

Через велике розмаїття передових матеріалів корисно спростити оцінку потенційних наслідків для фізико-хімічних випробувань та (еко)токсичності шляхом їх класифікації у різні групи. Ці групи повинні базуватися на їхніх фізико-хімічних властивостях, які можуть включати подібний спосіб дії токсичності, наприклад, спосіб дії може включати вивільнення іонів і частинок різних типів, площу поверхні тощо. Запропоновані Німецьким агентством з навколишнього середовища сучасні сплави та КТ класифікуються у два різні кластери. З токсикологічної точки зору, сучасні сплави та КТ можуть бути частинками, що складаються з більш ніж одного металу, де кожен метал в одній частинці може викликати токсичність подібними шляхами, наприклад, генеруючи окислювальний стрес або апоптоз клітин. Переваги класифікації полягають у тому, що вона: дозволяє диференціювати передові матеріали на основі їхніх властивостей, які можуть викликати конкретні небезпеки; забезпечує вимірювані критерії, які можна інтегрувати в токсикологічні концепції; забезпечує більш чітке розуміння того, що необхідно для розгляду у правових рамках і сприяє швидшому шляху визначення небезпек.

Отже, виявлені проблеми в оцінці токсичності та ризику передових матеріалів можуть вийти за рамки проблем, визнаних для НМ. Технології, засновані на передових матеріалах, виграють від виявлення потенційних ризиків і проблем на ранніх етапах інновацій для підтримки розробки стратегії безпечного та стійкого проектування, а також виробництва, використання та обробки матеріалів після закінчення терміну експлуатації. Зараз важливо підтримувати (еко)токсикологічні дослідження і розвивати токсикологію для вирішення проблем, пов'язаних із розробкою інноваційних передових матеріалів.

Список використаної літератури.

1. Dissolution and aggregation kinetics of zero valent copper nanoparticles in (simulated) natural surface waters: Simultaneous effects of pH, NOM and ionic strength / D.Arenas-Lago, F. Abdolahpur Monikh, M. Vijver, J. Peijnenburg. // *Chemosphere*. – 2019. – №226. – С. 841–850.
2. Foliage adhesion and interactions with particulate delivery systems for plant nanobionics and intelligent agriculture / [R. Grillo, B. Mattos, D. Antunes та ін.]. // *Nano Today*. – 2021. – №37.
3. Review of achievements of the OECD Working Party on Manufactured Nanomaterials' Testing and Assessment Programme. From exploratory testing to test guidelines / [K. Rasmussen, M. González, P. Kearns та ін.]. // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. – 2016. – №74. – С. 147–160.
4. Silver nanoparticles coated by green graphene quantum dots for accelerating the healing of MRSA-infected wounds / [X. Zhong, C. Tong, T. Liu та ін.]. // *Biomaterials Science*. – 2020. – №23.
5. Towards safe and sustainable innovation in nanotechnology: State-of-play for smart nanomaterials / [S. Gottardo, A. Mech, J. Drbohlavová та ін.]. // *NanoImpact*. – 2021. – №21.

УДК: 613.644

Олар О.І.

РИЗИКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ СПРИЧИНЕНІ ШУМОВИМ ЗАБРУДНЕННЯМ

*Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці**olena.olar@bsmu.edu.ua*

Анотація. Розглянуто проблеми шумового забруднення довкілля. Проаналізовано категорії наслідків для здоров'я людини, спричинених шумовим забрудненням та вплив шумів на функції систем організму.

Ключові слова: шум, шумове забруднення, розлади сну, стрес, серцево-судинні захворювання.

Шумове забруднення – це складна проблема, яку неможливо однозначно вирішити, але й не можна ігнорувати. Воно є однією з найпоширеніших проблем у містах, поряд із забрудненням повітря та води. Це пов'язано з надмірною кількістю транспортних засобів та інших чинників, таких як будівництво, повітряний рух, робота сирен (при надзвичайних та військових станах), гучні звуки під час проведення масових заходів (концерти та ін.). Шумове забруднення, як контрольоване, так і неконтрольоване, щодня впливає на мільйони людей у всьому світі. Найпоширенішою проблемою зі здоров'ям, яку воно викликає, є втрата слуху. Вплив шуму також може спричинити серцево-судинні захворювання, порушення сну та метаболізму, стрес, когнітивні порушення у дітей та ін. Звичайно, смертність від хвороб, пов'язаних із забрудненням повітря вища, ніж із впливом шумів. Проте шум, має більший вплив на показники, пов'язані з якістю життя та психічним здоров'ям. Згідно з висновками ВООЗ, шум є другою за величиною екологічною причиною проблем зі здоров'ям після впливу забруднення повітря (тверді частинки) і приблизно 10% населення світу піддається впливу рівня звукового тиску, який потенційно може спричинити спричинену шумом втрату слуху [1]. Епідеміологічні дослідження показали наявність зв'язку між багатьма медичними проблемами та шумами, однак кореляція між частотними характеристиками шуму нечітка [2]. Саме тому необхідно визначати джерела шумового забруднення та намагатися створити здорове середовище для людини, дотримання гігієнічних норм рівня шумів.

Вираженість наслідків шумового забруднення для здоров'я людини по відношенню до кількості постраждалих людей представлено у [3].



Мета роботи - дослідження спричинених шумовим забрудненням наслідків для здоров'я людини.

Рекомендації ВООЗ щодо шуму – менше 30 А-зважених децибел (дБ(А)) у спальнях впродовж ночі для якісного сну, поза кімнатами для сну середньорічне значення, щоб запобігти негативному впливу нічного шуму на здоров'я менше 40 дБ(А), у класах та аудиторіях, для забезпечення умов для викладання та навчання менше 35 дБ(А).

Але сьогодні близько 40% населення в країнах ЄС піддається впливу шуму дорожнього руху, рівень якого перевищує 55 дБ(А), 20% піддається впливу рівнів, що перевищують 65 дБ(А) впродовж дня, більше 30% піддається впливу рівнів, що перевищують 55 дБ(А) вночі.

У 2018 році були опубліковані Рекомендації ВООЗ щодо шуму в навколишньому середовищі для Європейського регіону, де наведено переконливі докази того, що шум є однією з головних екологічних небезпек для фізичного та психічного здоров'я та благополуччя в Європейському регіоні [4]. У 2019 нові Рекомендації пропонують суворіші заходи боротьби із шумами [5].

У 2020 році повідомлялося, що кожен п'ятий європеєць піддається шкідливому рівню шумового забруднення, і ця цифра, як очікується, зросте в наступне десятиліття, причому найбільшою причиною цього стане дорожній рух. За даними Європейського агентства з

навколишнього середовища, щороку в Європі шумове забруднення спричиняє близько 12 000 передчасних смертей [6].

У [7,8] визначено чотири категорії наслідків, спричинених шумовим забрудненням і вираженим впливом на здоров'я та самопочуття людини:

- a) фізичні наслідки, до яких відносять, наприклад, дефекти слуху;
- b) психологічні наслідки, до яких відносяться наступні розлади: безсоння або пізній відхід до сну, роздратування та стрес, які можуть проявлятися в різних станах, наприклад, головний біль, дратівливість, порушення сну, розлади травлення та психологічні розлади;
- c) фізіологічні наслідки, які проявляються у підвищенні артеріального тиску, порушеннях серцевого ритму та появою виразки;
- d) соціальні наслідки, такі як зниження продуктивності праці та непорозуміння у спілкуванні.

Постійний вплив шуму понад 75 дБ(А) може спричинити метаболічні зміни в сенсорних волоскових клітинах у вушній раковині, екстремальний вплив може спричинити пряме механічне пошкодження (акустичну травму) кохлеарних волоскових клітин, що, в свою чергу, призводить до втрати слуху [9].

Спостереження та експериментальні дослідження показали, що вплив шуму викликає порушення сну і викликає сонливість вдень [10]. Шуми впливають на сон з точки зору періоду часу (короткий, середній або тривалий). Деякі з його негайних (короткочасних) ефектів – це реакції на вдих, зміни фаз сну, пробудження, рухи тіла, загальний час неспанья та вегетативні реакції. Наслідки: середньострокові — сонливість, порушення режиму дня, погіршення інтелектуальних функцій, довготермінові – хронічне порушення сну. Крім того, шум може послабити терапевтичний вплив сну за рахунок його періодичного порушення. Гостре та хронічне обмеження або дезінтеграція сну впливають, серед іншого, на психомоторні показники під час неспанья, консолідацію пам'яті, креативність, схильність до ризику, поведінку, ефективність виявлення сигналів, ризику нещасних випадків та серцеві захворювання.

Оскільки ВООЗ визначає здоров'я як стан повного фізичного, психічного та соціального благополуччя, а не просто відсутність хвороби чи вади, роздратування, спричинене шумом, теж можна вважати несприятливим впливом на здоров'я.

Дослідження, в яких вивчався вплив шуму навколишнього середовища на роздратування людей та стрес [11] вказують, що люди, яких дратує шум, можуть відчувати різноманітні негативні реакції, такі як гнів, розчарування, незадоволення, замкнутість, безпорадність, депресія, тривога, неможливість зосередитися, збудження або виснаження. В

осіб, чутливих до шуму, роздратування підвищує симпатичний тонус, провокуючи подальший стрес. Психосоціальні симптоми, пов'язані зі стресом, такі як втома, дискомфорт у шлунку напряду пов'язані з експозицією й інтенсивністю подразнення шумами.

Дослідження показали, що шум високої інтенсивності викликає проблеми серцево-судинної системи [12], оскільки порушує регулярний кровоток. Гіпертензія та ішемічна хвороба серця, показали прямий зв'язок із впливом шумів. Наприклад, дослідження впливу нічного шуму залізниці на реакцію серцево-судинної системи у дорослих молодих та середнього віку осіб під час сну показали, що вантажні потяги викликали найвищу серцеву реакцію (збільшення частоти серцевих скорочень, амплітуди серцевої реакції та затримки серцевої реакції) порівняно з пасажирськими та автомобільними транспортними засобами; підлітки продемонстрували збільшення частоти серцевих скорочень і амплітуди серцевих реакцій порівняно зі старшими, рівень шуму викликав дозозалежний вплив на всі серцево-судинні показники та ін.

Впливом шуму на когнітивні здібності [13] людини та діяльність мозку часто нехтують, попри те, що це серйозна проблема. Попередні дослідження показали, що лімбічна система в мозку бере участь в емоційній діяльності. Мигдалеподібне тіло та гіпокамп є двома основними частинами лімбічної системи, які отримують сенсорну інформацію прямо чи опосередковано від центральної слухової системи. Сама слухова стимуляція може прямо чи опосередковано впливати на ці ділянки. Отже шум впливатиме на когнітивність.

Результати впливу шуму навколишнього середовища на розумову, психо- та соціоемоційну складову розвитку дітей показали негативну динаміку [14]. Діти в шумному середовищі мають низьку успішність у навчанні, що призводить до стресу та поганої поведінки, у них погіршується розуміння прочитаного, розуміння на слух, проблеми з читанням та письмом, дефіцит концентрації, погіршення короткочасної пам'яті, зниження самооцінки. Необхідні подальші дослідження для виявлення можливості порушення спілкування та логічного мислення при впливі високоінтенсивних шумів.

Крім того, проблема шуму навколишнього середовища має вплив на екологічні системи та їх мешканців: птахів, амфібій, риб, ссавців та ін. Інтенсивні звуки від штучних джерел можуть маскувати та перешкоджати природним звукам, які створюють тварини, що впливає на спосіб їх життя, розмноження та поведінки. Особливої уваги також потребують домашні та свійські птахи та тварини. Через шумове забруднення у тварин підвищився рівень агресії, що може бути результатом травм для людини.

Цілком зрозуміло, що шумове забруднення є серйозною проблемою для здоров'я людини та важливою проблемою громадського здоров'я. З часом, шумове забруднення лише

погіршуватиметься. Стає очевидним, що для зменшення навантаження на системи охорони здоров'я потрібно звернути увагу на джерела шумового забруднення та вжити заходів для зменшення шумів.

Список використаних джерел

1. Basner M., Babisch W., Davis A., Brink M., Clark C. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*. 383 (9925), 2014. 1325-1332.
2. Geravandi S, Takdastan A, Zallaghi E, Vousoghi Niri M, Mohammadi M J, et al. Noise Pollution and Health Effects. *Jundishapur J Health Sci*. 7(1), 2015. e60312
3. de Hollander A.E., et al. An aggregate public health indicator to represent the impact of multiple environmental exposures. *Epidemiology*. 10, 1999. 606-617.
4. New WHO noise guidelines for Europe released URL: <https://www.who.int/europe/news/item/10-10-2018-new-who-noise-guidelines-for-europe-released>.
5. Environmental noise guidelines for the European Region URL: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>
6. Environmental noise in Europe — 2020. URL: https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe/at_download/file.
7. Marius A., Tijnelis M.D., Fitzsullivan B.A., Sean O., Henderson M.D., Noise in the. *Am. J. Emerg. Med*. 23 (3), 2005. 332-335.
8. Quis D., Annoyance from road traffic noise: a review. *J. Environ. Psychol*. 21, 2001. 101-120.
9. Mohamed A.-M. O., Paleologos E. K., & Howari F. M. Noise pollution and its impact on human health and the environment. *Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering*, 2021. 975–1026.
10. Basner M., Babisch W., Davis A., Brink M., Clark C., Janssen S., Stansfeld S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 383(9925), 2014. 1325-1332.
11. Barbaresco G.Q., Reis A.V.P., Lopes G.D.R., Boaventura L.P., Castro A.F., Vilanova T.C.F., Pereira B.B. Effects of environmental noise pollution on perceived stress and cortisol levels in street vendors. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 2019 Part A. 1–7.
12. Münzel T., Schmidt F. P., Steven S., Herzog J., Daiber A., & Sørensen M. Environmental Noise and the Cardiovascular System. *Journal of the American College of Cardiology*. 71(6), 2018. 688–697.
13. Jafari M.J., Khosrowabadi R., Khodakarim S., Mohammadian F. The Effect of Noise Exposure on Cognitive Performance and Brain Activity Patterns. *Open Access Maced J Med Sci*. 7(17), 2019. 2924-2931.
14. Viet S.M., Dellarco M., Dearborn D.G., Neitzel R. Assessment of Noise Exposure to Children: Considerations for the National Children's Study. *J Pregnancy Child Health*. 1(1), 2014. 105.

УДК: 611.126.3.018:004.921

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

МЕТОД ТРИВИМІРНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ

ПЕРЕДСЕРДНО-ШЛУНОЧКОВИХ КЛАПАНІВ СЕРЦЯ ЛЮДИНИ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

semeniuk.tetiana@bsmu.edu.ua , malyk.yuliia@bsmu.edu.ua ,

pentelejchuk.nataliia@bsmu.edu.ua

Анотація. У роботі представлена характеристика двостулкового та тристулкового клапанів серця людини, що отримана завдяки використанню методу тривимірної комп'ютерної

реконструкції. Із використанням комплексу програм створені тривимірні моделі з відтворенням сухожилкових струн (СС) та стулок клапанів у ділянках їх контакту між собою. Виявлено, що СС має щільну центральну частину – стрижень, периферійний шар та кровоносні судини (КС) у кількості від двох до п'яти артеріальних судин. КС у межах СС не галузяться. Розгалуження КС з утворенням сітки капілярів виявляється у ділянках проникнення СС у стулку. Здійснено математичні розрахунки площі колагенового стрижня, що складає центральну частину СС, периферійного шару та КС. Отримані дані сприятиме удосконаленню галузям кардіології та кардіохірургії з метою покращення лікування захворювань серця.

Ключові слова: тривимірна комп'ютерна реконструкція, передсердно-шлуночкові клапани.

Дані статистичного аналізу свідчать про те, що захворювання серцево-судинної системи займають лідерські позиції серед хвороб, які вражають людей молодого віку; хвороб, що призводять до інвалідності; а також хвороб, що є причинами смерті людей. В Україні смертність від серцево-судинних захворювань складає 64,3% [2]. Такі дані є викликом для медицини сьогодення. Практична медицина, зокрема кардіологія та кардіохірургія, мають бути спроможними надавати кваліфіковану медичну допомогу на високому рівні. Від результатів лікування, в принципі, залежить майбутнє кожного хворого. З метою покращення ефективності лікування хворих із серцево-судинною патологією результати морфологічних досліджень, що складають вагоме підґрунтя для практичної медицини, мають бути інформативними та якісними. Це, у свою чергу, зобов'язує морфологів використовувати у своїх дослідженнях сучасні методи та технології, завдяки яким результати морфологічних досліджень набувають достовірності та цінності. Метод тривимірної комп'ютерної реконструкції є одним з них [1, 3, 4, 5]. Удосконалення вже відомих даних морфологічних досліджень та отримання нових тільки підвищить якість медичної допомоги.

Метою роботи було з'ясувати особливості будови передсердно-шлуночкових клапанів у ділянках контакту СС та стулок клапанів. Дослідження проведено на 8 серцях дітей віком до одного року із використанням методу тривимірної комп'ютерної реконструкції. Створено по дві моделі для двостулкового та тристулкового клапанів серця, серед яких – одна модель демонструє ділянку, де СС є на відстані 3-4 мм від стулки; інша модель відповідає ділянці проникнення СС у стулку. Із використанням програм Microsoft Office Picture Manager, Amira 5.0 та 3ds max 8.0 здійснено відтворення СС, стулок клапанів та КС у їх складі. Зроблено розрахунок досліджуваних параметрів: площі стрижня СС, периферійного шару СС та площі КС.

У результаті дослідження виявлено, що у складі СС двостулкового клапану (ДК) у напрямку від соскоподібного м'язу до стулки прямує від трьох до п'яти КС. Вони розташовуються у периферійному шарі пухкої волокнистої неоформленої сполучної тканини, що прилягає до стрижня СС. Стрижень локалізується у центрі СС та утворений щільною оформленою сполучною тканиною (рис. 1).

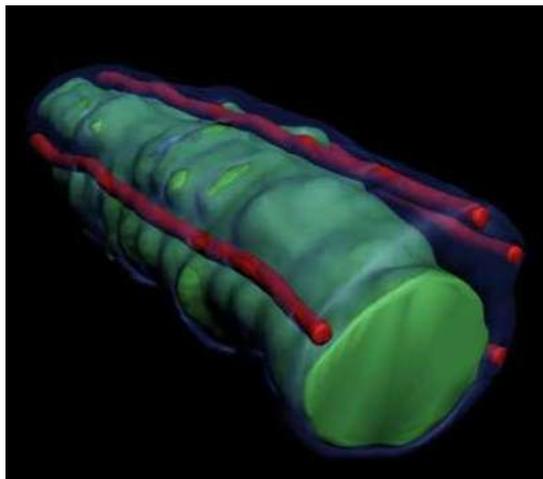


Рис. 1. Тривимірна модель сухожилкової струни двостулкового клапану на відстані 3-4 мм від стулки клапана. Зелений колір – колагеновий стрижень; червоний – кровоносні судини; світло-блакитний – пухкий периферійний шар.

Аналіз відносних площ структурних складових СС ДК довів, що на відстані 3-4 мм від стулочок площа стрижня у струні, в середньому, становить – $63,57 \pm 4,01$ %; площа периферійного шару пухкої волокнистої неоформленої сполучної тканини становить – $30,83 \pm 3,82$ % ($p < 0,05$); площа КС струни не змінюється та складає від 5,33% до 5,91% із середнім показником – $5,62 \pm 0,21$ %. У складі СС тристулкового клапану (ТК) кількість артеріальних КС не перевищує дві. КС у напрямку до стулки не розгалужуються (рис. 2).

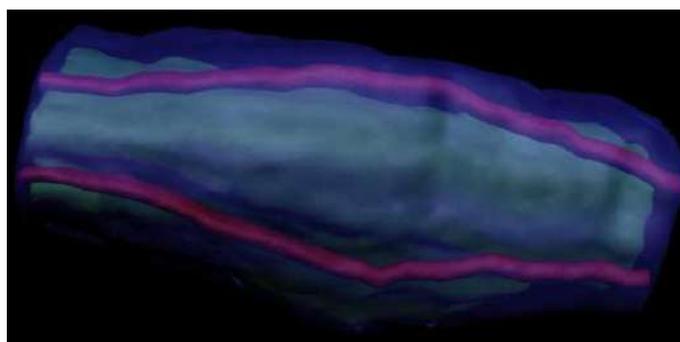


Рис. 2. Тривимірна модель сухожилкової струни тристулкового клапану на відстані 3-4 мм від стулки клапана. Зелений колір – колагеновий стрижень; червоний – кровоносні судини; світло-блакитний – пухкий периферійний шар.

Аналіз відносних площ складових структур СС ТК показав, що на відстані 3-4 мм від стулок площа центрального стрижня струни, в середньому становить – $69,28 \pm 4,44\%$ ($p < 0,05$); площа периферійного шару пухкої волокнистої неоформленої сполучної тканини струни має середнє значення – $27,65 \pm 4,37\%$ ($p < 0,05$); площа КС струни не змінюється і становить від 2,8% до 3,3% та, в середньому, складає – $3,07 \pm 0,15\%$ ($p < 0,05$). У моделі СС встановлено, що безпосередньо навколо артеріальних КС наявні своєрідні пухкі сполучно-тканинні «чохли», у складі яких відсутні клітини сполучної тканини. У ділянках контакту СС із стулками ДК або ТК, КС розгалужуються на капіляри, що, безпосередньо, у товщі стулок утворюють сітки. Аналіз відносних площ структурних складових СС у місцях їх проникнення у стулку ДК довів, що площа центрального стрижня СС у стулці має середнє значення – $55,47 \pm 0,71\%$ ($p < 0,05$); площа периферійного шару пухкої волокнистої неоформленої сполучної тканини СС у стулці, в середньому, становить – $35,37 \pm 2,87\%$ ($p < 0,05$); площа КС СС у стулці збільшується в 2 рази і становить від 6,4% до 15,2% та середнім значенням – $9,18 \pm 3,27\%$. Аналіз відносних площ структур СС у місцях їх проникнення у стулку ТК встановив, що площа центрального стрижня СС у стулці має середнє значення – $57,71 \pm 2,21\%$ ($p < 0,05$); площа периферійного шару пухкої волокнистої неоформленої сполучної тканини СС у стулці – $38,98 \pm 0,61\%$ ($p < 0,05$); площа КС СС у стулці збільшується в 4 рази і становить від 1,5% до 6,2% та середнім значенням – $3,32 \pm 1,62\%$ ($p < 0,05$).

Таким чином, можна відзначити, що у складі СС розрізняють центральну частину, що представлена стрижнем, який утворений пучками щільно розташованих колагенових волокон та периферійний шар пухкої волокнистої неоформленої сполучної тканини. Також по СС у напрямку до стулок передсердно-шлуночкових клапанів прямують від двох до п'яти артеріальних судин. КС у межах СС не галузяться. Розгалуження КС з утворенням сітки капілярів виявляється у ділянках проникнення СС у стулку. При цьому відзначається збільшення площі КС у ДК у межах з 5,2% до 5,9%, а у ТК – у межах з 2,7% до 3,4%. Планується провести подальші дослідження клапанів серця людей різних вікових груп та порівняти отримані дані.

Список використаної літератури

1. Романюк О. Н., Коробейнікова Т. І., Захарчук М. Д. Використання тривимірної графіки у медичній галузі. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021) : матеріали конференції, Вінниця. ВНТУ, 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/viewFile/13105/11012>
2. Серцево-судинні захворювання — головна причина смерті українців. Висновки з дослідження глобального тягаря хвороб у 2019 році. [Цитовано 2021 січень 04]. URL: <https://phc.org.ua/news/sercevo-sudinni-zakhvoryuvannya-golovna-prichina-smerti-ukrainciv-visnovki-z-doslidzhennya>

3. Хмара Т. В., Ризничук М. О., Комшук Т. С. Використання методу 3d реконструювання для вивчення пренатального морфогенезу шлуночкової системи головного мозку. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2017. №4(6). С.40-45. URL: <https://jmbs.com.ua/archive/2/4/40>
4. Цигикало О. В., Паліс С. Ю. Особливості морфогенезу нижньої щелепи в ранньому періоді онтогенезу людини. *Вісник проблем біології і медицини*. 2018. Т. 2, №1(143). С.320-323. URL: http://repository.pdmu.edu.ua/bitstream/123456789/15991/1/Peculiarities_of_the_mandibular_morphogenesis.pdf
5. Цигикало О.В., Андрушак Л.А., Владиченко К.А., Галиш І.В. Особливості джерел закладки та морфогенезу чашечко-мискової системи нирки у ранньому періоді пренатального онтогенезу людини. *Клінічна та експериментальна патологія*. 2022. Т. 21, №3(81). С.26-32. URL: https://www.researchgate.net/publication/364969713_Originalni_doslidzenna_OSOLIVOSTI_DZEREL_ZAKLADKI_TA_MORFOGENEZU_CASECKO-MISKOVOI_SISTEMI_NIRKI_U_RANNOMU_PERIODI_PRENATALNOGO_ONTOGENEZU_LUDINI_PECULIARITIES_OF_SOURCES_OF_RUDIMENTS_AND_MORPHOGENESI

УДК: 613.645:504.6

Микитюк О.П.¹, Микитюк О.Ю.¹, Слипаник О.В.²

ВПЛИВ СВІТЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

¹Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

²Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м.Івано-Франківськ

oksanamp@gmail.com, mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua, olga.slipanyuk@pnu.edu.ua

Видиме світло є дуже важливим для життєдіяльності людини, оскільки найбільше інформації про оточуючий світ людина отримує завдяки зору. Від кольору світла, тобто від довжини світлової хвилі, залежить реакція організму на світло, вплив на психоемоційні і фізіологічні процеси. Проте надмірна кількість світла шкідлива. Занадто велика кількість світла змінює погляд на Всесвіт, збільшує споживання енергії, заважає астрономічним дослідженням, порушує екосистеми та впливає на здоров'я та безпеку людей та дикої природи. Забруднення світлом може мати настільки ж сильний вплив на планету, як і рівні оксиду вуглецю та інших забруднюючих речовин [2]. У розуміння більшості людей забруднення світлом - це всі випадки, коли техногенне світло змінює природне освітлення навколишнього середовища. Вогні міста змінюють поняття світлого і темного часу доби. Якщо немає більше ночі, то у рослини чи тварини, які залежать від нічного освітлення, виникають порушення біологічних ритмів.

Існують ще й інші причини, чому природна освітленість є важливою. Відомо, що зміна природного світла будь - якого середовища може мати руйнівний вплив на рослини, тварин та природне життя. В деяких випадках це навіть може вплинути на погоду. Природний світ має реагувати на промені Сонця. Пори року є наслідком відстані Сонця до Землі.

Оскільки більшість живих організмів є фоточутливими, то для них існують сезони активності та сезони «сплячки». Тип світла попереджає про настання певного сезону і може викликати природний захист у біологічних системах, такий як поворот листя та уповільнення метаболічних процесів. Що відбувається з природними процесами в умовах забруднення світлом? Коли занадто багато світла, занадто мало світла або світло «неправильне», воно може порушити природні гармонії та метаболічні цикли форм життя на Землі.

Метаболічні процеси в організмі людини також залежать від часу доби і від пори року. Внаслідок різкого зменшення впливу природного світла виникає сезонний афективний розлад.

Існує багато різних типів і джерел світлового забруднення. Світлове забруднення може означати перебої у видимому освітленні через надмірну кількість штучного світла (як, наприклад, міських вогнів); це також може означати брак природного світла через те, що вуличні ліхтарі позбавляють нас природного освітлення та замінюють його штучним; і це також може означати зміни освітленості, які неможливо побачити оком. Випромінювання, яке ми не бачимо, знаходиться в спектрі радіохвиль.

Розглянемо типи, причини і вплив світлового забруднення.

Якщо йде мова про світлове забруднення, то мають на увазі один із п'яти конкретних типів:

1. Надмірне освітлення. Це відбувається через неправильне використання світла. Залишені ввімкненими ліхтарі чи вуличні ліхтарі, які не налаштовані на літній час, можуть спричинити великі економічні втрати. Це може призвести не тільки до підвищення витрат на комунальні послуги, а також до порушення природного режиму сну.

2. Відблиски. Відблиски є подвійною проблемою. Коли світло відбивається від оточуючих поверхонь так, що відбувається розсіювання світла, то виникають проблеми із зором. Це не заважає нічному баченню, але ускладнює ідентифікацію та розташування об'єктів.

3. Легкий безлад. Світлові перешкоди – це унікальна проблема, створена людиною, і виникає через поганий дизайн розміщення. Кластер ділових або вуличних ліхтарів може створювати контрастне освітлення, яке заважає нічному баченню та освітленню. Він також може бути достатньо сильним, щоб вивести з ладу природні нічні системи тварин.

4. Небесне світіння. Цей термін використовується для позначення майже куполоподібного освітлення міських районів. Світло, яке виходить від вуличних ліхтарів, вивісок, будинків і підприємств, піднімається вгору, змінюючи якість світла в атмосфері і

повертається з атмосфери назад у місто. Це може вплинути на природні моделі росту та здатність літаків орієнтуватися вночі.

5. Світлове вторгнення. Це не тільки вид забруднення, але й злочин у багатьох областях. Вторгнення світла означає потрапляння небажаного світла на чийсь власність. Це може бути світло від дорожнього знаку, чи світлофора, що надходить у житловий район, або будь-яких інших подібних обставин.

Розглянемо причини світлового забруднення. Світлове забруднення унікальне, оскільки воно спричинене лише людиною. Охарактеризуємо основні причини світлового забруднення. 1. Погане планування. Розташування вивісок і вуличних ліхтарів планується інженерами, і якщо вони не враховують вплив розміщення світлових джерел на навколишнє середовище, то вони можуть створювати відблиски, надмірне освітлення та світлові перешкоди. 2. Безвідповідальне використання. Залишати рідвяні вогні увімкненими на всю ніч є формою забруднення, як і залишити кімнату з увімкненим світлом або встановити таймери на вуличних ліхтарях і не налаштувати таймер на сезон. Відмова від мінімізації енергозатрат є величезним джерелом світлового забруднення. 3. Перенаселення Це дійсно питання зонування. Занадто багато підприємств або надто багато житлових приміщень, згрупованих в одній зоні, може спричинити різні види світлового забруднення. 4. Однією з важливих причин світлового забруднення є надмірне використання електричного світла. Через доступність електроенергії не всі люди піклуються про економію електроенергії. Це призводить до надмірного споживання електроенергії, а також до надмірного використання світла, особливо вночі. 5. Смог і хмари можуть відбивати світло, що випромінюється містами і таким чином зробити навколишнє середовище набагато яскравішим, спричиняючи світлове забруднення. 6. Світло від автомобілів та інших транспортних засобів Автомобілі та інші транспортні засоби створюють проблему світлового забруднення, особливо вночі. Ліхтарі транспортних засобів світять досить яскраво в місцях, де немає багатьох інших джерел світла. Там, де люди живуть поблизу вулиць з високою інтенсивністю руху, світло автомобілів може негативно впливати на сон людей. 7. Вуличні ліхтарі, світло будинків і гаражні ліхтарі, які встановлені надто близько до будинків, також можуть спричиняти світлове забруднення та впливати на людей. Через погане планування вулиці це може негативно вплинути на сон людей. Світлове забруднення також може виникати через те, що люди просто залишають світло в будинку навіть пізно ввечері. Додатковим джерелом світлового забруднення можуть бути гаражні світильники, світло від яких потрапляє на сусідні будинки та впливає на людей, при увімкненні світла в гаражі вночі. 8. Нічне освітлення. Усі види нічного освітлення можуть несприятливо впливати на людей і, отже, спричиняти світлове забруднення. Хорошим

прикладом можуть бути освітлені рекламні місця вночі, які можуть спричиняти світлове забруднення навколишніх будинків. 9. Центр міста. Оскільки центри міста зазвичай добре освітлені, вони випромінюють величезну кількість світла. Оскільки багато ліхтарів залишатимуться ввімкненими 24 години на добу, без вихідних, зокрема для комерційних цілей, вони значною мірою сприяють світловому забрудненню.

То який же вплив світлового забруднення? Хоча багато людей відкидають світлове забруднення як ціну сучасного життя, воно серйозно впливає на все навколо.

1. Вплив на людей. Доведено, що неправильне освітлення або занадто багато освітлення негативно впливає на здоров'я та погіршує якість життя. Люди, що живуть на Землі, мають особливий циркадний ритм, запрограмований у їхній ДНК, що вимагає регулярного світла вдень і темряви вночі. Коли ці природні циркадні ритми порушуються, це може мати негативний вплив на здоров'я та викликати рак, серцево-судинні захворювання, депресію та безсоння [1].

2. Вплив на тварин. Світло може приваблювати або відлякувати тварин і комах. Більшість тварин живуть за денною або нічною системою, яка виводиться з ладу через світлове забруднення. Це може поставити під загрозу цілі види. Вплив світлового забруднення сильно впливає на регіони, які раніше були недоторкані людиною. Тварини в цих районах можуть досить чутливо реагувати на зміни в їх природному середовищі. Вони можуть переселитися в інші місця з меншим освітленням, або небажані види зацікавляться людськими територіями.

3. Вплив на Землю та екосистему. Екосистема Землі залежить від циклів природного освітлення. Оскільки ці екосистеми зазвичай досить чутливі до змін у навколишньому середовищі, вони можуть бути не в змозі пристосуватися до нових штучних умов, створених внаслідок світлового забруднення, спричиненого людиною. Саме по собі небесне світіння може спричинити втрату захисних функцій, оскільки відбите світло від атмосфери перешкоджає природному УФ-випромінюванню досягати Землі. Це порушує цикли росту та розвитку, від яких залежить наша їжа, повітря та вода.

4. Проблеми зі сном. Зазвичай люди вважають за краще спати в темряві, а достатній сон життєво важливий для нашого фізичного та психічного здоров'я. Багатьом людям під час сну неприємно відволікатися на світло. Коли навколишнє середовище стає яскравішим, люди можуть страждати від проблем зі сном, що може призвести до серйозних захворювань.

5. Вплив на дорожній рух. Занадто сильне освітлення або коли світло падає під неправильним кутом, спричиненим світловим забрудненням, то це може мати негативний вплив на дорожній рух, оскільки це може призвести до тимчасової сліпоты. Це може бути

небезпечно, коли мова заходить про водіння автомобіля. Якщо на зір водія негативно впливають надмірні кластери світла на певних вулицях, ймовірність аварій може зрости. Світлове забруднення навіть збільшує небезпеку для людей, оскільки може заважати критично важливим навігаційним системам поїздів, літаків і навіть автомобілів.

6. Забруднення повітря. Світлове забруднення також призводить до забруднення повітря, що впливає на атмосферу. Оскільки для освітлення вночі витрачається величезна кількість електроенергії, це призводить до високого рівня викидів CO₂ та інших шкідливих газів.

7. Марнотратство ресурсів. Надмірне використання світла означає використання багатьох викопних видів палива на зростаючому рівні. Наприклад, освітлення потребує електроенергії, а для виробництва електроенергії в промислових процесах використовується величезна кількість вугілля. Це означає, що ми також опосередковано сприяємо виснаженню природних ресурсів, таких як вугілля.

Як зменшити світлове забруднення? Існує два основні підходи до вирішення проблеми світлового забруднення – планування та навчання. Планування означає більше уваги до зонування і розміщення світильників. Це також означає заміну типів освітлення, що використовується вдома, вивісок і вуличних ліхтарів, на більш ефективні лампи з світловипромінюванням, які зменшують руйнівну дію.

Перелічимо ефективні заходи для зменшення світлового забруднення.

1. Екранування. Світлові екрани запобігають поширенню світла на прилеглі області та концентрують світло в певних точках. Це допомагає вирішити проблему світлового забруднення та його негативні наслідки для прилеглих будинків та їх мешканців.
2. Тепле освітлення. Використання теплого світла замість холодного також може допомогти вирішити проблему світлового забруднення. Світло коротких довжин хвиль є набагато яскравішим, ніж світло жовтогарячих кольорів, оскільки синьо-фіолетові кванти хвиль мають максимальну енергію у видимій області спектру, тому слід звести до мінімуму використання такого світла. Холодне світло з короткою довжиною хвилі погіршує нічний зір і сприяє світловому забрудненню, а тепле світло, як відомо, певною мірою запобігає цьому.
3. Використовуйте сертифіковане освітлення. Іншим ефективним способом є використання сертифікованого освітлення, яке може значною мірою зменшити відблиски, світіння неба та розсіювання світла, тим самим зменшуючи світлове забруднення до мінімуму.
4. Датчики руху. Датчики руху – чудовий спосіб знизити світлове забруднення. У цьому випадку світло вмикається лише тоді, коли спрацьовує датчик руху, і, отже, це може

допомогти заощадити багато електроенергії. Крім того, оскільки світло вмикається лише в дуже рідкісних випадках, світлове забруднення значно зменшується.

5. Відключити світло. Ще один вихід - відключити світло. Внаслідок зменшення кількості світла можна визначити кут, під яким поширюється світло. Прилеглі будинки можуть бути звільнені від світлового забруднення, оскільки світло буде концентруватися в певних місцях, де це необхідно, не впливаючи на навколишнє середовище.

6. Вимкніть світло. Чим більше людей зрозуміють важливість якнайчастішого вимикання світла для економії енергії та зменшення світлового забруднення, тим швидше будуть помітні зміни. Це один із найпростіших, а також один із найефективніших способів запобігти несприятливому впливу світлового забруднення. Крім того, це може заощадити багато енергії, що, у свою чергу, означає менше забруднення повітря. Це також уповільнює проблему глобального потепління.

7. Навчайте інших. Освіта також має вирішальне значення для боротьби зі світловим забрудненням. Спілкування з друзями, переконування їх, написання блогу можуть вплинути на багатьох людей. Усе це матиме великий вплив на зменшення проблеми світлового забруднення, а також вирішить багато інших глобальних проблем.

Чому рішення не впроваджуються швидше? Важко змінити звички людей, а переробити та замінити існуючу систему освітлення дорого. Поступово люди та уряди все більше визнають тривалий вплив світлового забруднення та бачать, що профілактичні витрати забезпечують економію в довгостроковій перспективі. Сьогодні проблема світлового забруднення привертає все більше уваги, тому з покращенням освіти та обізнаності зростатимуть і зусилля щодо зменшення світлового забруднення.

Останнім часом активізувалися дослідження впливу світлового забруднення на здоров'я людини. Оцінюють ризики, спричинені світловим забрудненням. Дію світла характеризують в залежності від його спектрального складу та інтенсивності. Метою досліджень є краще регулювання штучного освітлення, а отже, створення здорового освітлення. Огляд [3] базується на ретельному зібранні останніх статей з 2018 по 2022 роки про загрози світлового забруднення здоров'ю, як епідеміологічні, так і експериментальні. На додаток до підсумовування нових зв'язків світлового забруднення з ожирінням, психічними розладами, раком тощо, висвітлюється токсикологічний механізм світлового забруднення через циркадні порушення, оскільки світлове забруднення безпосередньо втручається в природні цикли світло-темрява та пошкоджує циркадне фотозахоплення організмів. Переглядаючи зміни генного годинника та порушення гомеостазу мелатоніну, спричинені

штучним освітленням, аналізують глибокі наслідки світлового забруднення на основі накопичених досліджень, таким чином забезпечуючи перспективи для майбутніх досліджень.

Список використаної літератури.

1. Bozejko M. Outdoor artificial light at night and human health: A review of epidemiological studies / M. Bozejko, I. Tarski, M. Małodobra-Mazur. // Environmental Research. – 2023. – №218, 115049.
2. Chepesiuk R. Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution / Chepesiuk. // Environ Health Perspect. – 2009. – №117. – С. 20–27.
3. Miao C. Understanding light pollution: Recent advances on its health threats and regulations / C. Miao, X. Ting, Y. Daqiang. // Journal of Environmental Sciences. – 2023. – №127. – С. 589–602.

Брухно Р.П.¹, Яворовський О.П.¹, Скалецький Ю.М.²

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ У ВІТЧИЗНЯНІЙ ОХОРОНІ ЗДОРОВ'Я

¹Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м.Київ

²ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

bruhnroman@ukr.net

Культура є невід'ємною складовою буття і забезпечує розвиток людського суспільства, несучи в собі крім інших, захисний (безпековий) потенціал. Сьогодні, коли традиційні (організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та інші) методи забезпечення безпеки значною мірою вичерпали свій захисний потенціал, культура безпеки вважається головним інструментом подальшого зниження ризику небезпек практично у всіх сферах людської діяльності. Як наслідок, оцінка культури безпеки у вітчизняній охороні здоров'я з використанням змішаного підходу стає вкрай актуальною.

Оцінка культури безпеки в охороні здоров'я України здійснювалась загалом за методологією МАГАТЕ, тобто за триангуляційним підходом (з використанням анкетного опитування, аналізу документів, а також аналізу стану безпеки пацієнтів та медичного персоналу). В якості матеріалу використовувались дані попередніх наших публікацій, присвячених аналізу і оцінці нормативного підґрунтя забезпечення безпеки в лікарняному середовищі у період з 1994 по 2020 роки; стану безпеки пацієнтів з 2003 по 2020 рік та медичного персоналу з 2002 по 2018 рік, а також оцінки культури безпеки за результатами анкетного опитування 199 медичних працівників із різних закладів охорони здоров'я (ЗОЗ). Із отриманих даних виокремлювалися ознаки низки характеристик культури безпеки в охороні здоров'я. Зокрема, це були характеристики лідерства з культури безпеки, культури інформованості, культури звітності, культури справедливості та культури навчання.

У ході дослідження вдалося встановити, що культура безпеки у вітчизняних ЗОЗ знаходиться на початковому рівні її формування і потребує системного подальшого удосконалення.

Опрацювання більш досконалої методології оцінки культури безпеки у медичній галузі є актуальним і перспективним напрямом наукового дослідження.

Результати проведених нами досліджень підтвердили доцільність використання для оцінки рівня досконалості культури безпеки в ЗОЗ триангуляційного підходу. Посилення ідентифікованих слабких сторін культури безпеки у вітчизняній медичній галузі може стати метою і основою майбутньої стратегії формування безпечного лікарняного середовища на засадах вдосконалення і підвищення культури безпеки.

Список використаних джерел

1. Hospital Survey on Patient Safety Culture: 2018 User Database Report / Famolaro T., Yount N., Hare R. et al. ; Agency for Healthcare Research and Quality. Rockville, 2018. AHRQ Publ. No. 18-0025-EF. VI, 56 p. URL: <https://www.ahrq.gov/sites/default/files/wysiwyg/sops/quality-patient-safety/patientsafetyculture/2018hospitalsopsreport.pdf>
2. Про організацію профілактики інфекцій та інфекційного контролю в закладах охорони здоров'я та установах/ закладах надання соціальних послуг/ соціального захисту населення : наказ від 03.08.2021 № 1614 / МОЗ України. Законодавство України / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1318-21#Text>
3. Patient Safety Culture in European Hospitals: A Comparative Mixed Methods Study / N. Granel-Giménez et al. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. Vol. 19, is. 2. 939. DOI: 10.3390/ijerph19020939.
4. Тенденції стаціонарної та післяопераційної летальності як показників безпеки пацієнтів в Україні / Ю. М. Скалецький та ін. Український медичний часопис. 2020. № 3 (137), т. 2 – V/VI. С. 38–41. DOI: 10.32471/umj.1680-3051.137.182411.
5. Тенденції стаціонарної та післяопераційної летальності як показників безпеки пацієнтів на рівні окремих закладів охорони здоров'я (повідомлення 2) / Ю. М. Скалецький та ін. Український медичний часопис. 2020. № 6 (140), т. 2 – XI/XII. С. 36–39. DOI: 10.32471/umj.1680-3051.140.196368.
6. Науменко О. М., Скалецький Ю. М., Риган М. М., Дідковський В. Л. Масштаби стаціонарної летальності пацієнтів через інциденти безпеки у вітчизняних лікарняних закладах. Світ медицини та біології. 2020. № 3 (73). С. 74–77. DOI: 10.26724/2079-8334-2020-3-73-74-77.
7. Система забезпечення безпеки персоналу і пацієнтів у лікарняних закладах: стратегія удосконалення / О. П. Яворовський та ін. Український журнал військової медицини. 2021. № 2, т. 2. С. 23–33. DOI: 10.46847/ujmm.2021.2(2)-023.
8. Культура безпеки пацієнтів у закладах охорони здоров'я України (повідомлення 1) / О. П. Яворовський та ін. Медичні перспективи. 2021. Т. XXVI, № 3. С. 179–187. DOI: 10.26641/2307-0404.2021.3.242257
9. Порівняльний аналіз культури безпеки у вітчизняних та зарубіжних лікарняних закладах і підприємствах інших сфер діяльності (повідомлення 2) / О. П. Яворовський та ін. Медичні перспективи. 2021. Т. XXVI. № 4. С. 153–160. DOI: 10.26641/2307-0404.2021.4.248210.

Волошин В. Л.

ВПЛИВ ТЕХНОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА СТАН ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Буковинський державний медичний університет м. Чернівці

Volodimir.Voloshin@bsmu.edu.ua

Життя і здоров'я людини тісно пов'язані із навколишнім природним середовищем. Стан навколишнього середовища значною мірою визначатиме стан здоров'я його мешканців.

Впродовж свого існування, людина використовує навколишнє природне середовище як джерело ресурсів, необхідних для задоволення її власних потреб. Незважаючи на те, що великий відсоток взятих нею ресурсів повертається назад у природу у зміненому вигляді в переважній більшості як відходи від виробництва або у вигляді побутового сміття. Виробництво певної продукції передбачає використання різних технологічних процесів та відповідних технічних засобів, як для самого виробництва так і для його переміщення до кінцевого споживача або для утилізації. У виробничому ланцюгу, на його окремих етапах постійно здійснюється вплив на різні складові навколишнього природного середовища (грунт, вода, повітря).

Із забрудненим атмосферним повітрям через органи дихання в організм можуть потрапити пил, сажа, сполуки азоту, вуглецю, та ряд інших шкідливих речовин які при постійному впливі можуть викликати у людини алергію або спровокувати важкі хвороби дихальної системи. На сьогоднішній день основними джерелами забруднення повітря є підприємства паливно-енергетичного комплексу, промислові підприємства та транспорт (автомобілі, локомотиви, кораблі, літаки).

У забрудненій воді можуть бути хвороботворні мікроорганізми, збудники різних інвазій та небезпечні для здоров'я людини сполуки. Забруднення водного середовища відбувається шляхом потрапляння у водойми рідин з оброблених хімікатами сільськогосподарських угідь та при скиданні у водойми відходів підприємств. Все це впливає на санітарно-гігієнічні показники якості води. При вживанні якої людина може захворіти, що може привести до тимчасової непрацездатності та тривалого лікування або до втрати нею працездатності та набуття інвалідності.

Через забруднений ґрунт разом із ґрунтовими водами здійснюється транспорт шкідливих речовин до рослин та їх накопичення у сільськогосподарській продукції (в рослинах), та їх подальшій міграції у ланцюгах живлення (до тварин та людини), що вплине на кінцеву якість продуктів харчування. Серед основних забруднювачів ґрунтів є метали та їх сполуки, добрива, гербіциди, фунгіциди і пестициди (хімічні препарати, які людина

використовує для підвищення врожайності рослин, їх захисту від шкідників та для боротьби з бур'янами).

Постійне погіршення умов навколишнього середовища сприятиме зниженню протидії імунної системи організму людини та її захисту від хвороб, що зрештою негативно вплине на її здоров'я. На сьогоднішній день світова спільнота робить кроки по зменшенню шкідливих викидів із промислових об'єктів у навколишнє природне середовище, все більше виробників переходять на відновлювальні джерела енергії, все більш популярними стають електроавтомобілі але на жаль у межах цілої планети цього недостатньо.

Кожна людина нашої планети повинна піклуватися про стан довкілля і своє здоров'я. Ця турбота має починатися з власного прикладу для своїх дітей, їх виховання в бережному ставленні до природи, брати участь в озелененні свого двору, прибудинкової території, парку чи скверу, оскільки маленький вклад кожного з нас є вагомим внеском у спільну справу.

Малкович Н.М.

ГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕТИОТИПІВ С ТА Р У ПАЦІЄНТІВ З ХРОНІЧНИМ ОБСТРУКТИВНИМ ЗАХВОРЮВАННЯМ ЛЕГЕНЬ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

malkovich@bsmu.edu.ua

У новій версії GOLD 2023 був уточнений та розширений перелік етіологічних факторів, що призводять до розвитку хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ). Виділено шість етіотипів, зокрема, два з них пов'язані з впливом чинників навколишнього середовища: С – вплив активного та пасивного паління, вплив паління на плід при палінні під час вагітності, паління вейпів або електронних цигарок, канабісу; Р – вплив домашніх та промислових поллютантів та поллютантів навколишнього середовища, вдихання диму під час лісових пожеж.

До недавнього часу був недостатньо зрозумілий механізм індукції хронічного запалення при контакті слизових оболонок дихальних шляхів із вищеперерахованими етіотипами ХОЗЛ. Описано кілька локусів у різних хромосомах, мутації яких можуть призводити до різних патофізіологічних процесів, типових для ХОЗЛ. Наприклад, це локус, ідентифікований у хромосомі 19q13, CYP2A6 (цитохром P450 сімейства 2 підсімейства А

член б). Даний ген кодує один із ферментів сімейства цитохрому 450, що відіграє важливу роль у метаболізмі нікотину і є надзвичайно значимим для популяції курців.

На сьогоднішній день описано два зворотніх процеси, що можуть призводити до поліморфізму генів, відповідальних за розвиток набутих форм ХОЗЛ. Перший з них це метилювання дезоксірибонуклеїнової кислоти (ДНК), зокрема цитозіну. Описаний тип модифікації ДНК, на думку дослідників, відіграє критичну роль у розвитку ХОЗЛ, оскільки може бути індукований палінням цигарок. Було доведено, що здатність легеневих макрофагів розпізнавати та елімінувати бактеріальні клітини кодується кількома локусами, що детермінують локальні запальні та імунологічні процеси і метилювання даних локусів призводить до зниження локальної адаптивної імунної відповіді у хворих на ХОЗЛ з етіотипом С.

Ще одним прикладом значення метилювання ДНК є значне зниження мітохондріального фактору транскрипції А (mtTFA) у скелетній мускулатурі хворих на ХОЗЛ, схильних до паління цигарок. Описаний феномен має позитивну кореляцію з початком розвитку та прогресуванням ХОЗЛ.

Метилювання ДНК може бути також індуковано такими забруднювачами повітря як тверді частки, озон, оксиди азоту, поліароматичні гідрокарбони. Зокрема, тривала інгаляція твердих часток менших за 10 мікрометрів (PM10) та діоксиду азоту може індукувати метилювання двадцяти семи генів. Результатом цього може бути дизрегуляція активності паренхімальних фібробластів у хворих на ХОЗЛ внаслідок модифікації таких генів як трансмембранний протеїн 44 (TMEM44), великий комплекс гістосумісності клас II DP beta 1 та DR beta 5 тощо.

Другим механізмом є ацетилювання гістонов, пов'язане з підвищенням схильності до транскрипції генів. У процесах деацетилювання та ацетилювання гістонов приймають участь два сімейства ферментів - гістонові ацетилтрансферази та гістонові деацетилази і відіграють важливу роль у виникненні запалення при ХОЗЛ. Дослідження доказали мінливість балансу ацетилювання / деацетилювання в бік ацетилювання у пацієнтів з ХОЗЛ та наступного запалення. Цікавим є те, що у активних курців виявлене збільшення ацетилюваного гістону 4, а у курців в минулому, що страждають на ХОЗЛ, було виявлене збільшення гістону 3.

Гени, пов'язані з прогресуванням ХОЗЛ, відрізняються від генів здорових осіб внаслідок складності транскрипції локусів генів, які можуть продукувати до 2,65 транскриптов на ген — це набагато більше очікуваної кількості транскриптів. Це явище пояснюють схильністю цих генів до альтернативного сплайсингу. Цікаво, що гени, в

основному пов'язані з розвитком ХОЗЛ, наприклад, SERPINA1 та AGER, демонстрували сильно регульовану експресію варіантів сплайсингу в легеневій тканині, а варіанти сплайсингу були замінені продуктами альтернативного сплайсингу. Цей зв'язок генів, асоційованих з ХОЗЛ, може бути однією з можливих причин розвитку та прогресування захворювання.

Описані взаємні впливи таких зовнішніх чинників як паління та поллютанти зовнішнього середовища на генетичні механізми регуляції локальної імунної відповіді, інтенсивності запалення, фіброзування або деструкції легеневої тканини тощо допомагають зрозуміти глибокі патогенетичні процеси, що лежать в основі ХОЗЛ. Перспективним напрямком лікування з огляду на вищевикладене може бути поява препаратів, здатних впливати на стан метилювання та ацетилювання гістонів у осіб, схильних до розвитку даного захворювання. Окрім цього, генотипування може бути корисним для прогнозування впливу інгаляційних поллютантів, зокрема, компонентів цигарок, сучасних пристроїв для паління, часток та газів, що містять у повітрі на структуру та функціонування легеневої тканини та дихальної мускулатури.

Сорокман Т.В.

ЙМОВІРНИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОСМОГУ НА СТАН ЗДОРОВ'Я ДІТЕЙ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

t.sorokman@gmail.com

Вступ. Відомо, що стан здоров'я дітей погіршується на тлі прогресуючого впровадження технічних засобів (комп'ютерів, ноутбуків, мобільних телефонів, роутерів, ретрансляторів), які стають невід'ємними компонентами життя, змінюють фізіологічні умови існування дітей та можуть сприяти розвитку захворювань [1, 2]. Електросмог є на сьогодні загальноживаним терміном, який означає наслідки випромінювання від різних пристроїв, що створюють навколо себе електромагнітні поля [3, 4]. Довготривала незахищеність від технічного електромагнітного випромінювання змінює клітинні механізми та призводить до функціонального дисбалансу та врешті до хвороби [5, 6].

Мета: оцінити стан здоров'я дітей залежно від терміну використання пристроїв, що створюють електромагнітне випромінювання

Методи. Під спостереженням знаходилися 305 дітей віком 10-18 років. Проводилося анкетування за спеціально розробленою анкетною. Стан здоров'я вивчався за результатами медичної амбулаторної карти (форма 025/о).

Результати. За результатами анкетування виявлено, що плеєри (mp3, mp4) слухають 66 із 305 респондентів (21,6%), електронну книгу читають 86 (28,2%), працюють із ноутбуком 289 (94,7%), мобільний телефон використовують 100%, 39 (12,7%) мають два мобільних телефони, 12 3,9% - три та більше). Середня тривалість використання гаджетів становить $7,8 \pm 1,2$ роки, зокрема тривалість використання до 5 років – 7,5%, до 7 років - 28,2%, більше 8 років – 64,3%. Погане самопочуття після тривалого використання мобільних телефонів відзначали 102 респонденти (33,4%), зокрема слабкість, головний біль, відчуття тепла в місці прикладення телефону). Варто зазначити, що кожна десята проанкетована дитина відчувала труднощі та дискомфорт у спілкування, якщо відсутній телефон, відключений інтернет, а у 7,2% є номофобія (страх залишитися без мобільного телефону) та у 11,5% - синдром фантомного дзвінка, що проявляється як слухові та моторні галюцинації. Самопочуття у 21,2% проанкетованих власників мобільних телефонів було краще при розмові вдома звичайним телефоном. Лише 17 осіб (5,5%) почувалися краще при розмові по мобільному телефоні, решті 94,5% важко відповісти. Звертає увагу те, що при опитуванні виявлено 2,6% дітей із «кіберхворобою».

Основні патологічні стани, виокремлені із форми 025/о в обстежених дітей наведені в таблиці. Більш ніж у половини дітей різного віку траплялися поєднані патологічні стани. Головний біль турбував переважну більшість опитаних дітей, часто відзначалися такі стани як дратівливість та депресія, звертає увагу порушення соматичного здоров'я (розлади органів травлення, порушення постави, часті респіраторні захворювання тощо).

Зорове стомлення відзначено у кожного третього респондента: зниження гостроти зору, його затуманення, труднощі при переводі погляду з ближніх предметів на дальні і назад, відчуття змін забарвлення предметів, двоїння.

Таблиця

Частота патологічних станів у дітей

Патологічні стани	Вік (роки)			
	10-12 n=65	13-14 n=75	15-16 n=92	17-18 n=73
Порушення сну	32,3	60,0	67,3	57,9
Синдром сухого ока	21,5	32,0	34,9	53,4

Синдром мерехтливого зору	13,8	22,6	22,8	39,7
Шум у вухах	15,3	26,6	53,2	53,4
Дратівливість	18,4	26,6	40,2	45,2
Депресія	13,8	22,6	22,8	25,1
Головний біль	53,8	55,9	53,2	76,7
Часті ГРВІ	69,2	32,0	40,2	45,2
Порушення постави	39,2	60,0	67,3	69,8
Розлади поведінки	15,3	22,6	22,8	39,7
Порушення пам'яті	21,5	26,6	34,9	39,7
Хронічні розлади травлення	18,4	44,0	34,9	45,2

Висновок. Діти, які зазнають впливу електромагнітного випромінювання від технічних пристроїв мають підвищений ризик розвитку захворювань у період активного росту, становлення ендокринної, нервової, серцево-судинної та інших систем організму.

Список використаних джерел

1. Єщенко А.В. Вплив інформаційних технологій на здоров'я підлітків. Здоров'я дитини. 2013;3 (46):123–127.
2. Головачова І.В. Вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я дітей у сучасному суспільстві. Експериментальна і клінічна медицина. 2020;74(1):65-70.
3. Поникла І.І. Вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я людини Проблеми і перспективи розвитку сучасної економіки, 26-27 квітня 2013 р. : збірник тез доповідей III Міжнародної студентської науково-практичної конференції, Севастополь, 2013; С. 479-481.
4. Дія на організм людини електромагнітних випромінювань [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.if.ua/book/9/965.html>
5. Дослідження впливу мобільних телефонів на імунний статус їх користувачів та перевірка можливості його захисту за допомогою пристрою "Spinor". Звіт за результати науково-пошукової роботи. – К.: Відкритий міжнародний університет розвитку людини (ВМУРЛ) "Україна". – 2008.
6. Бірдус Л.В. Негативний вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я та працездатність людини: Матер. V науково-практичної конференції, 17 грудня 2013 р., Київ, 2013. С. 34-37.

Федорук О.С., Владиченко К.А., Юзько В.О.

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ СПЕРМОГРАМ МЕДИЧНОГО ЦЕНТРУ ЛІКУВАННЯ БЕЗПЛІДДЯ ЗА
2020 Р.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

Медичний центр лікування безпліддя, м. Чернівці

vladychenko75@gmail.com

Вступ. В останні роки помітна стійка тенденція до збільшення кількості безплідних чоловіків. Тому дослідження етіології, патогенезу, діагностики і лікування чоловічого безпліддя вважається пріоритетним напрямом сучасної андрології та репродуктології.

Мета дослідження. Провести аналіз показників спермограм у чоловіків, які звернулися для обстеження в Центр лікування безпліддя в 2020р.

Матеріал і методи. Проаналізовано результати обстеження 728 чоловіків, яким проведено дослідження спермограми, згідно з рекомендаціями ВООЗ 2000 р., за допомогою інвертованого мікроскопа Olympus CKX41 у камері Makler.

Результати дослідження та їх обговорення. Середній вік чоловіків, які звернулися для обстеження, становив $31,62 \pm 7,85$ року. Виявлено тенденції залежності показників спермограм від віку пацієнтів. Зміни лінії тренда при регресійному аналізі між віком та кількістю сперматозоїдів в 1 мл еякуляту в пацієнтів, яких було обстежено в 2020 р., демонструють тенденцію до зменшення кількості сперматозоїдів у пацієнтів молодшого віку (рис. 1)

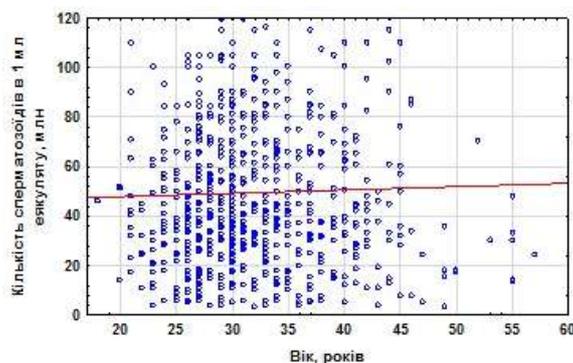


Рис. 1. Регресійний аналіз між віком та кількістю сперматозоїдів в 1 мл еякуляту в пацієнтів, яких було обстежено в 2020 р. (n=728)

Ці дані підтверджують світову тенденцію до кількісних змін параметрів еякуляту, що пов'язують із цілою низкою чинників, які ушкоджують гермінативний епітелій у різні періоди розвитку чоловіка. Якщо порівняти нормативи сперміологічного дослідження за

рекомендаціями ВОЗ різних років, можна відстежити тенденцію зниження нижньої межі показників спермограми.

Однією з вагомих ланок впливу на репродуктивну систему чоловіків, є ксеноестрогени, або як їх ще називають – «гормональні деструктори». У результаті постійного контакту з різноманітними ксеноестрогенами відбувається зниження вироблення власного тестостерону. Це призводить до «фемінізації» ендокринної системи: зміни рівня гонадотропіну (безпосереднім наслідком якого є зміни сперматогенезу), порушення утворення тестостерону та розвитку андрогенного дефіциту, різкого зростання синтезу пролактину та естрадіолу, виникнення порушень сперматогенезу, розвитку ожиріння, гінекомастії, порушення розвитку статевої системи (крипторхізм, зменшення розмірів сім'яників), виникнення супутніх ендокринологічних та органічних порушень.

Незважаючи на спроби стандартизації проведення сперміологічного дослідження, які вживаються ВОЗ (1980, 1987, 1992, 1999), в цілому, оцінка параметрів еякуляту має суб'єктивний характер та відрізняється значною варіабельністю результатів, що може бути джерелом діагностичних помилок. На цей час не існує жодного тесту *in vivo* або *in vitro*, який би повністю передбачав фертильний потенціал еякуляту, за винятком випадків значних порушень, зокрема азооспермії. Клінічні дослідження пацієнтів з безпліддям дозволили встановити умовний критерій, який визначає ймовірність настання вагітності, ніж якого шанси настання вагітності знижені. Однак цей критерій не є абсолютним, оскільки клінічна практика має багато прикладів зачаття від пацієнтів з субфертильними показниками спермограми. І навпаки, чоловіки, які звернулися щодо безпліддя, при обстеженні можуть мати нормальні показники, оскільки загальноприйняті методи не дозволяють оцінити ультраструктурний стан сперматозоїдів. Слід підкреслити, що нормативним значенням кожного з показників спермограми вважаються таке, при якому можна надати позитивний прогноз фертильності, при цьому нормативні показники не визначають межі норми фертильності, оскільки чоловіки з нижчими показниками спермограми також можуть бути фертильними. Це створює певні труднощі як при оцінці ступеня важкості патозооспермії, так і при порівнянні результатів лікування.

Висновки.

1. Регресійний аналіз між віком та кількістю сперматозоїдів в 1 мл еякуляту в пацієнтів, демонструє тенденцію до зменшення кількості сперматозоїдів у пацієнтів молодшого віку.
2. Потрібні подальші дослідження для пошуку етіологічних факторів прогресуючої тенденції зниження фертильного потенціалу чоловіків.

СЕКЦІЯ 4. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ У МЕДИЦИНІ

UDC 612.8:616.853.44:577.175

Pervak M.P., Godlevsky L.S.

FUNCTIONAL LINKS IN THE BRAIN CORTEX OF KINDLED RATS EVALUATED AT DIFFERENT STAGES OF KINDLING SEIZURES PRECIPITATION

Odesa National Medical University, Ukraine

lashelgo@gmail.com , *godlevskyleonid@yahoo.com*

Annotation: The work investigated the relationships between brain structures established in different periods of pentylenetetrazol (PTZ)-induced kindled seizure precipitation. As structures for investigations, the cortical ones of both hemispheres and the paleocerebellar cortex (VI-VII lobules) were chosen. Usage of these structures was explained by the well-known role of cortical neuronal population in spike-wave rhythm generation as well as the ‘antiepileptic’ properties of paleocerebellum.

Key-words: brain cortex, kindling, seizures, mathematical model

To 2-months old Wistar rats (6 animals) under Nembutal anesthesia (40,0 mg/kg), electrodes were implanted into frontal (AP=3,2; L=1,8) [Paxinos, Watson, 1982], occipital (AP=-7,8; L=2,5), and temporal (AP=- 7,8; L=7,0) zones of the cortex of both hemispheres. Experimental observations started in 7 days from the moment of operation. Bipolar registration was performed with a time constant of 0,3- 1,0 sec. The next leads were used for registration in the left hemisphere: front-temporal (marked in Fig 1 with N1), temporal-occipital (N2), and front-occipital (N3). A similar system of leads was explored for the cortex of the right hemisphere, which is marked with N4, N5, and N6 in Fig. 1 correspondently). With N7, the paleocerebellar lead is marked. Early and fully developed stages of EEG-kindling manifestations were registered in 3-6 and 17-21 administrations of PTZ (35,0 mg/kg, i.p.) correspondently. EcoG registration was performed with a frequency of discretization of 256 samples/sec in free-moving rats.

For mathematical model creation, the self-prepared software was explored. The average amplitude of the EcoG signal determined for 10 sec period of registration was used. Altogether 30 such periods were used for the final calculation. The formation of a mathematical model was performed employing multiple linear regression and correlation. With the aim of creating mathematical models of each of the amplitude indices under investigation, we obtained the Y-plotted characteristic marked later on in equations (1.1.-1.7.) with YA1k, YA2k, YA3k, YA4k, YA5k, YA6k and YA7k - figures that were in good correspondence to above-mentioned number order of bipolar leads. Y-data was calculated based on other variable amplitudes in the other six leads (X-plotted ones, marked as ax1, bx2, cx3, dx4, ex5, fx6, and gx7). The resultant data permit us to identify the direction and type of proper influence and to depict it with the corresponding arrow on the multigraph.

As a result of such a process, equations pertinent to multiple linear regression and which were used regularly (based on false-rotation) in our analysis received a typical form:

$$YA1k=Bo+bx2+cx3+dx4+ex5+fx6+gx7 \quad (1.1)$$

$$YA2k=Bo+axI+cx3+dx4+ex5+fx6+gx7 \quad (1.2)$$

$$YA3k=Bo+axI+bx2+dx4+ex5+fx6+gx7 \quad (1.3)$$

$$YA4k=Bo+axI+bx2+cx3+ex5+fx6+gx7 \quad (1.4)$$

$$YA5k=Bo+axI+bx2+cx3+dx4+fx6+gx7 \quad (1.5)$$

$$YA6k=Bo+axI+bx2+cx3+dx4+ex5+gx7 \quad (1.6)$$

$$YA7k=Bo+axI+bx2+cx3+dx4+ex5+fx6 \quad (1.7)$$

Where Bo is a constant factor, coefficients "a," "b," "c," "d," "e," "f," and "g" reflect the level of the influence upon the index, which is under the analysis of the rest of the members of equation (xi; x2; x3; x4, x5, x6, x7). The regression coefficients indicate the amount of influence of a particular electrode on each of the other electrodes. The significance of regression coefficients was determined by the standard deviations of coefficients of regression, and the efficacy of regression as a whole (positive and negative links) was estimated by calculating the square coefficient of multiple correlations. In this way, positive and negative links were identified between leads (structures), as well as their direction. The level of statistical significance was accepted at 0,05 (when one-way directed influence was determined) and 0,1 (when two-way directed influences were determined).

Geometrical presentation of the equations of MLR was performed in the form of polycyclic multigraphs containing directed positive and negative influences marked with arrows when they were significant. The error calculation was connected with the evaluation of the "power" of corresponding relations. The multigraph analysis consisted of the following steps: A. Creation of polycyclic multigraphs on the basis of the relationship of average amplitudes of signals registered in every lead, with the consequent determination of a) Number of mutually positive (a) and negative (b) intrahemispheric links; b) Number and character of links between hemispheric structures and the cerebellar paleocortex.

The comparison of this multigraph with the EcoG registered in control Wistar rats administered with 0,9% NaCl solution showed that in Wistar rats, structures of each hemisphere are far from being encompassed in the whole entity: between structures, one-side less numerous influences were identified. The intensive mutual negative influences were present between hemispheres. The absence of influences from the cerebellar cortex on hemispheres also was characteristic of control Wistar rats (**Fig. 1**).

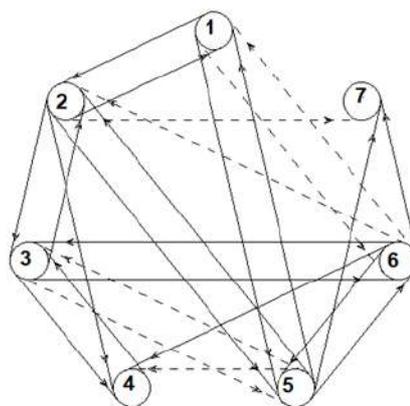


Fig.1. Control rats

Basal activity in the brain cortex of rats at the early stage of kindling was characterized by spike- waves development with a frequency of discharges from 7 to 10 per sec and amplitude from 100 to 450 mcV. The average duration of complexes was 5 seconds (from 1 to 10 seconds). The frequency of appearance of such complexes was from 15 to 20 per hour. The specific behavior of animals during such bursts of precipitation was confined to vibrissa tremor, stereotyped subtle nodding of the head. Besides, animals did not respond to tactile stimuli of skin and vibrissa.

The multigraph, which represents the interaction between brain structures that were under investigation, was characterized by the presence of a number of connections and by the prevalence of positive mutual influences between structures and hemispheres as well (**Fig. 2**). Mutual positive

connections encompassed all structures of left hemisphere while between structures of the right hemisphere, few connections were present.

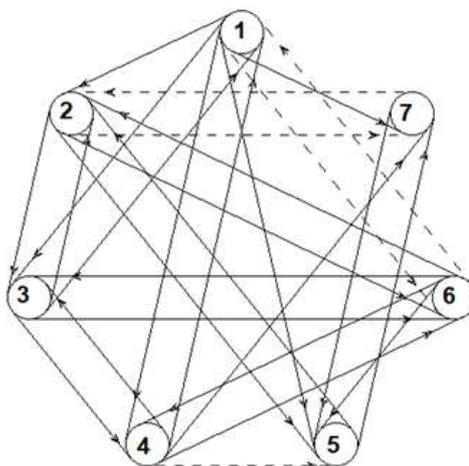


Fig.2 Early stage of PTZ- induced kindling

At the stage of developed generalized seizures, synchronous high amplitude (up to 1,5 mV) spikes generation was observed with a frequency of 11-20 per second. At the period of cessation (suppression) of ictal discharges, the marked reduction of positive influences between structures interhemispherically was observed. (Fig. 3). During this period, the sign of interaction of the cerebellar cortex with a fronto-temporal zone of the left hemisphere and frontal-occipital zone of the right hemisphere was changed from positive to negative ones. Simultaneously the negative relations with the frontal-occipital zone of the left hemisphere were established. Altogether, this dynamic might be characterized as a process of substituting interhemispheric relationships from positive to negative.

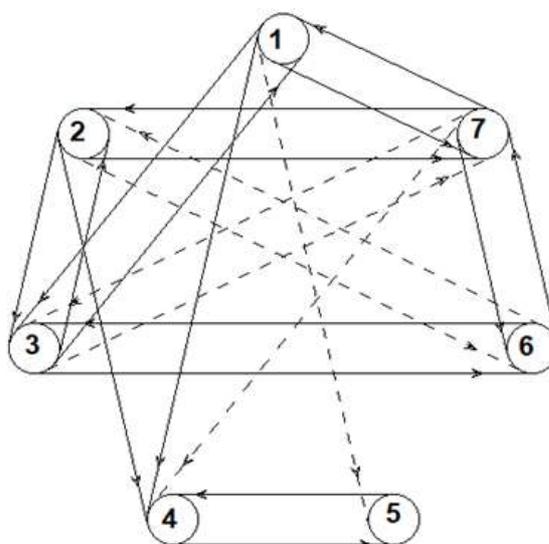


Fig.3. Fully developed generalized clonic-tonic PTZ-kindled seizures

Hence, gained data revealed that the early stage of seizure development is characterized by the strengthening of mutually positive links between brain structures with the reduction of negative ones. Generalized seizure cessation observed at the stage of fully developed kindling is characterized by a reduction of positive links between cortical structures while negative links were preserved. The marked involvement of paleocerebellum was observed at the period of ictal discharge formation and their suppression. Gained results are in correspondence with the neurophysiological mechanisms of PTZ-kindled seizure development [1].

References:

1. Zaporozhan V.N., Godlevsky L.S., Vostrov G.N., Kobolev E.V., Desyatsky V.V., Kolker I.A., Gilles van Lujtelaar, Coenen A.R.M.L., Functional Relationships between Brain and Cerebellar Cortex during Absence and Clonic Seizures// Functional Neurology, Rehabilitation, and Ergonomics.- 2011.- Vol. 1, Issue 1.- P.39-52.

UDC 615.843.2

Shevtsova O.N.

Retention of radiotracers as a Falling-Flow Phenomenon

National University of «Kyiv-Mohyla Academy», Kyiv,

o.shevtsova@ukma.edu.ua

Abstract

The proposed a four-compartmental model describes transport kinetics of ^{99m}Tc -technetium radiotracers with considering radiopharmaceutical accumulation, elimination and radioactive decay and retention of radiotracers at lymph nodes.

Key words

Radiotracers, circulatory system, lymphatic system, sentinel lymph node, ^{99m}Tc -radiotracers, transport kinetics of radiotracers, mathematical model.

Introduction

The dynamics of radiotracers in lymph nodes can be studied using various imaging techniques, such as lymphoscintigraphy, positron emission tomography (PET), or single-photon emission computed tomography (SPECT). These techniques allow for the visualization and quantification of radiotracer distribution within the lymphatic system and lymph nodes. When a radiotracer is injected or administered, it enters the lymphatic system and is transported through lymphatic vessels. The radiotracer may encounter several processes and dynamics within the lymph nodes, including lymphatic uptake, lymphatic transport, lymph node filtration, retention and clearance.

By using imaging techniques, the dynamics of radiotracers within lymph nodes can be visualized and quantified. This allows researchers and clinicians to study parameters such as tracer uptake, distribution patterns, retention times, and clearance rates. Such information can be valuable for understanding lymphatic function, evaluating lymph node involvement in diseases, optimizing lymphatic imaging protocols, and developing targeted therapies that utilize lymphatic pathways.

It's important to note that the dynamics of radiotracers in lymph nodes can be influenced by various factors, including the specific radiotracer used, the injection or administration method, the lymphatic system's physiological state, and any underlying diseases affecting lymphatic function.

The tracer-kinetic model

The tracer-kinetic model is based on compartmental assumptions; that means, tracer is assumed to move between discrete "compartments", within each of which tracer is assumed to distribute instantaneously upon arrival. Thus, in a compartmental model, gradients of concentration are assumed to be zero (i.e., their spatial profiles flat) within each compartment at all times. The ideal radiotracer for lymphoscintigraphy would be one that demonstrates rapid uptake into the lymph nodes with prolonged retention.

Size is the major factor determining the behaviour of particulate materials. Particles that are smaller than a few nanometres will mostly penetrate the blood capillary membrane, whereas larger particles (up to about 100 nm) can enter the lymphatic capillaries and be transported to lymph nodes. Larger particles will be trapped in the interstitial space for a long time.

Different authors have different opinions about distribution of radiotracers after an injection. Small-sized molecules (typically of size <5 nm diameter) diffuse rapidly in the interstitium and can permeate to both blood and lymphatic capillaries [3]. 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. However, even large particles were detected in venous blood immediately after subcutaneous injection, probably as a result of direct capillary disruption by the needle [4].

The optimal colloidal size for lymphoscintigraphy is believed to be approximately 50–70 nm. Individual estimates vary from 1 to 70 nm [1], [2]. Larger particles (100 nm) are believed to be trapped in the interstitial compartment for a relatively long period. One study has demonstrated that transport of perfluorocarbon emulsions of 0,08–0,36 μm exhibits an inverse correlation to colloid particle size. Lymph node uptake of colloids of similar size can vary substantially. Differences in surface characteristics of the colloids may account for these observations [2]. Early studies with liposomes have shown that specific surface properties, such as charge, hydrophobicity, and the

presence of targeting ligands, can influence both the rate of particle drainage from a subcutaneous injection site and the distribution within the lymphatic system.

An opposite effect found for lymph node exposure, indicating a retention of the larger-sized molecules at the injection site and thus their reduced transport to the lymph nodes. The exact choice of the tracer size depends on the application. For example, tracers for lymphatic flow imaging should in principle be smaller (5–10 nm) to allow for rapid lymphatic uptake and visualization. On the other hand, the tracers for lymph node imaging should have an intermediate size (10–100 nm) in order to accumulate in this organ and thus provide strong signal. Above 100 nm, the diffusion of the entities in the interstitium and thus entry into the lymphatic system is thought to be limited by the size of the conduits in the extracellular matrix.

The exact choice of the tracer size depends on the application. For example, tracers for lymphatic flow imaging should be smaller (5–10 nm) to allow for rapid lymphatic uptake and visualization. On the other hand, the tracers for lymph node imaging should have an intermediate size (10–100 nm) in order to accumulate in the organ and thus provide strong signal.

The optimal colloidal size for lymphoscintigraphy is believed to be approximately 50–70 nm [1], but the range 10–100 nm has also been proposed [5]. The results of recent studies correlating the particle profile of ^{99m}Tc labelled inorganic colloids with lymph node uptake suggest that colloids with nanometric dimensions are the best suited for a high node uptake [6]. As a general rule, it can be assumed that very small nanoparticles (<10 nm) are best suited for lymphoscintigraphy, whereas large particles (>100 nm) display a longer retention in the first encountered lymph node.

2. Simulation of radiopharmaceutical transport kinetics

Radiotracer kinetic simulation was studied by many authors [9], [10], [11]. In a typical PET study, PET data are sequentially obtained after the radioactive tracer is introduced (usually administrated intravenously) over time. The interpretation of the observed PET data over time is fulfilled in the frame of the “compartments model”, where “compartments” mean physiologically separate pools of a tracer substance. Usually authors consider four/three tissue compartments models. The first compartment is the blood. From the blood, the radiotracers pass into the second compartment, known as the free compartment. The third compartment is the region of specific binding which we are usually interested to observe. The fourth compartment is a nonspecific-binding compartment that exchanges with the free compartment. The transport and binding rates of the tracer are assumed to be linearly related to the concentration differences between two compartments. Data obtained by PET detectors are obtained as the sum of these compartments. The parameters can be estimated by fitting the model to measured PET data with arterial radioactivity concentration as the input

function. However, this method requires the frequent manual sampling of the arterial blood or continuous radioactivity monitoring by external radiation detectors.

In the second case the general elimination rate is higher. After intravenous bolus injection the radiotracer moves from one compartment to the next one. Radiotracer kinetics is described by the system of differential equations. The solution of such system is determination of the effective rate of accumulation/elimination. The next stage is to find all the points and use the approximation method (the smallest square, for example). Standard approach is to apply the functional of the residual function.

Mathematical model of radiotracer transport kinetics

Dynamic of radiotracers is a rather complicated problem. To build a correct mathematical model of radiotracer dynamics we have 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. The main problem is to determine the space trajectory of radiotracer movement.

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 radiotracers decay. Bolus is a certain amount of medicine, injected into the body intravenously. The injected bolus quite quickly causes a response reaction in the body.

The part of radiopharmaceuticals which is absorbed by cells is immediately metabolized, and metabolic products quickly returned to the general blood circulation. The processes considered in this model are the following ones:

1) radioactive decay of radiotracers; 2) accumulation of radiotracers in the interstitium; 3) accumulation of radiotracers in the lymphatic system; 4) transport of radiotracers from the blood vessels; 5) transport of radiotracers and metabolites from the interstitium in the blood vessels, 6) transport of radiotracers 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 like 4-compartmental models, where the number of radiotracers in each compartment is proportional to the radiotracer concentration:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = -\lambda x(t) - \beta_{xw}x(t) + \beta_{zx}z(t) \\ \frac{dz}{dt} = -\lambda z(t) - (\beta_{zx} + \beta_{zu})z(t) + \beta_{wz}w(t) \\ \frac{dw}{dt} = -\lambda w(t) - \beta_{wz}w(t) + \beta_{xw}x(t) \\ \frac{dw_{lr}}{dt} = -\lambda w_{lr}(t) - \beta_{wz}w_{lr}(t) + \beta_{xw}x(t) \\ \frac{du}{dt} = -\lambda u(t) + \beta_{zu}z(t) \end{array} \right. \quad (1)$$

The next denotations were used in (1): 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, $w_{lr}(t)$ is the radiotracer concentration in the lymph nodes, $u(t)$ 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 describe the kinetics of radiotracers. The initial conditions are the following ones:

$$x(0) = 0, z(0) = 1, w(0) = 0, w_{lr}(0) = 0, u(0) = 0$$

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). Half-decay period of ^{99m}Tc -radiotracers is equal to $T_{1/2} = 6$ hours.

Results

Radiotracer simulation is one of the main methods of interpretation of radionuclide research results. Quantitative data of radiotracer transport kinetics in the body are presented in the form of “activity-time” or “concentration-time”, which reflect the spatial and temporal processes of change in the concentration of radioactive indicator in the “regions of interest” and characterize the rate of ^{99m}Tc -radiotracers retention and washout in the organ or tissue. The aim of the paper is to describe radiotracer transport in the frame of a four-compartment models: the circulatory system, the lymphatic system, the lymph nodes, the interstitium, and the urinary system. The case of intravenous administration of radiotracers was considered in the paper.

The “time-activity” curves of radiotracer transport kinetic $n(t)$ in the frame of a four-compartmental model can be conditionally divided into four processes $n(t) = z(t) + x(t) + w(t) + w_{ir}(t) + u(t)$.

The simulation results are presented in a form of the “concentration-time” curves in Figure.

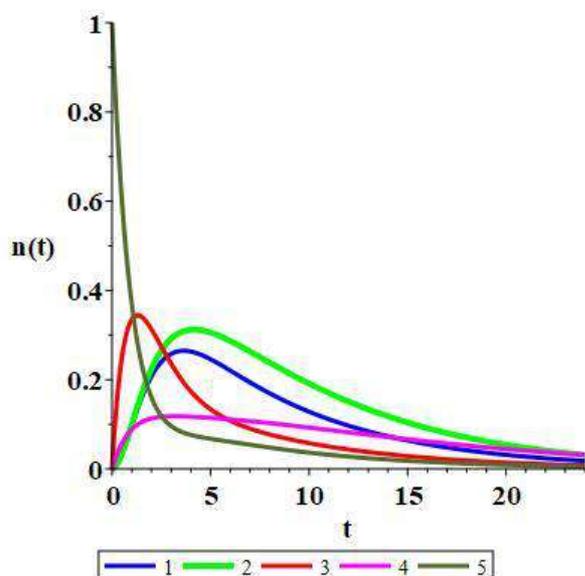


Figure. Concentration-time

dependence, $\beta_{wu} = 0,15$,

$\beta_{zu} = 0,15$

$\beta_{zx} = 0,75; \beta_{xw} = 0,5; \beta_{xw_{ir}} = 0,5$.

1. The lymphatic system.
2. The lymphatic nodes.
3. The interstitial.
4. The urinary system.
5. The circulatory system.

Discussions

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 4th compartment models: the circulatory system, the lymphatic system, the lymph nodes, the interstitium, and the urinary system.

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.

Conclusions

The proposed four-compartment mathematical model describes transport kinetics of 99m-technetium radiotracers at intravenous administration process with taking into account radiotracer accumulation, elimination, retention and radioactive decay.

References

- [1]. Bergqvist L., Strand S.E., Persson B.R.. Particle sizing and biokinetics of interstitial lymphoscintigraphic agents, *Semin. Nucl. Med.*, Vol. 13:9–19 (1983).
- [2]. S.E. Strand, B.R. Persson, Quantitative lymphoscintigraphy I: basic concepts for optimal uptake of radiocolloids in the parasternal lymph nodes of rabbits, *J Nucl Med*, Vol. 20, pp.1038–1046, 1979.

- [3]. Y. Niki, M. Ogawa, R. Makiura, Y. Magata, C. Kojima, Optimization of dendrimer structure for sentinel lymph node imaging: effects of generation and terminal group, *Nanomed-Nanotechnol.*, Vol. 11, 2119–2127 (2015).
- [4]. A.A. Fokin, F. Robicsek, T.N. Masters, G.W. Schmid-Schonbein, S. H.Jenkins, Propagation of viral-size particles in lymph and blood after subcutaneous inoculation, *Microcirculation*, Vol. 7, 193–200 (2000).
- [5]. Wilhelm A.J., Mijnhout G.S., Franssen E.J., Radiopharmaceuticals in sentinel lymph-node detection: an overview, *Eur. J. Nucl. Med.*, Vol. 26, pp. S36–S42, 1999.
- [6]. Nunez E.G., et al., Influence of colloid particle profile on sentinel lymph node uptake, *Nucl. Med. Biol.*, Vol. 36, pp. 741–747, 2009.
- [7]. Pasqualini R., Janevik-Ivanovska E., “Basic Description of the Lymphatic system. From the perspective of SNL uptake of radioactive tracers, IAEA Radioisotopes and Radiopharmaceuticals”, Series # 6, pp. 7-32, Radiopharmaceuticals For Sentinel Lymph Node Detection: Status and Trends, IAEA, Vienna, 2015.
- [8]. Keshthgar M.R.S., Ell P.J., Sentinel lymph node detection and imaging, *Eur. J. Nucl. Med.*, Vol. 26, pp. 57–67, 1999.
- [9]. Hiroshi Watabe, Yoko Ikoma, Yuichi Kimura, Mika Naganawa, and Miho Shidahara, PET kinetic analysis—compartmental model, *Annals of Nuclear Medicine*, **20**, # 9, pp. 583–588, 2006.
- [10]. Shevtsova O.N., A Mathematical Model of Transport Kinetics of ^{99m}Tc Radiotracers, #Biomedical Engineering and Electronics, № 2, - 2021, 45-66, DOI: 10.6084/m9.figshare.16969876, URL: biofbe.esrae.ru/223-1225.
- [11]. Shevtsova O.N., A Mathematical Model of Transport kinetic of ^{99m}Tc Radiotracers. An Intravenous Administration. Materials of the II scientific and practical internet conference «Development of Natural Sciences as the Basis of the Latest New Achievements in Medicine», 22 of June, 2022, Chernivtsi, p. 195-200.

УДК: 616.71-001.5-089.2-036

Дудко О. Г. ¹, Шайко-Шайковський О. Г. ², Кривоносов В. Є. ³

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЦНІСТІ ФІКСАЦІЇ МЕТАЛЕВОГО ГВИНТА В КОРТИКАЛЬНОМУ ШАРІ ДІАФІЗУ ДОВГИХ ТРУБЧАСТИХ КІСТОК

¹Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

²Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці

³Національний університет «Біоресурсів і природокористування», м. Київ

dudko.oleksii@gmail.com

Анотація. Проведено комп'ютерне моделювання біомеханічних взаємодій, що виникають при фіксації гвинтів з нержавіючої сталі в діафізарній частині довгих трубчастих кісток для гвинтів АО з діаметром 3,5 мм. Визначалися зміщення та напруження, що виникають в ділянці різьбової частини гвинта та навколишньої кісткової тканині в діапазоні сил від 100N до 1000N, що прикладалися вздовж осі гвинта. При збільшенні зусилля прогресуючи збільшувалися напруження та тиск гвинта на навколишню ділянку кісткової тканини, що при максимальних значеннях може призводити до нестабільності фіксації. При цьому різниця напружень в різних ділянках гвинта коливалася в межах 25-30 %. Дані результати слід враховувати при проведенні оперативних втручань з застосуванням гвинтів та подальших біомеханічних досліджень.

Ключові слова: гвинт, остеосинтез, комп'ютерне моделювання.

Abstract. The computer modeling was performed for biomechanical interactions between stainless steel screw and diaphyseal part of long tubular bones for 3.5 mm AO screw. The displacement and strains were revealed in different parts of the screw thread and surrounding bone tissue for the force applied along the screw axis in the range from 100N to 1000N. The increase of the force resulted in the stress and strains in the screw and surrounding bone tissue, and the maximum force values can lead to unstable fixation. Stress difference in different parts of screw varied significantly in the range of 25-30 %/. The obtained results can be taken into account during orthopedics surgeries when screws are used for fixation, as well as further biomechanical studies.

Key words: screw, osteosynthesis, computer modeling.

Вступ. Остеосинтез переломів кінцівок з застосуванням гвинтів є одним з основних методів лікування в травматології та ортопедії, що постійно розвивається і вдосконалюється [1]. На сучасному етапі математичне і комп'ютерне моделювання широко застосовується для проведення досліджень пов'язаних як з консервативним так і оперативним лікуванням переломів, зокрема біомеханічним процесам в ділянці кісткових фрагментів перелому та фіксаторів [2, 3]. Гвинти АО з діаметром 3,5 мм є найбільш часто застосовуються або ізольовано, або в поєднанні з іншими конструкціями, зокрема пластинами, інтрамедулярними цвяхами, спицями, дротяним серкляжем, тощо. Міцність фіксації гвинта в значній мірі впливає на стабільність фіксації ділянці перелому і сам процес його зрощення [4, 5]. Комп'ютерне моделювання є одним з сучасних методів дослідження біомеханічних взаємовідносин в ділянці перелому після остеосинтезу [6].

Мета дослідження. Визначити біомеханічні взаємодії, що виникають між гвинтом та кістковою тканиною при різному навантаженні з застосуванням методів комп'ютерного моделювання.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводилося в програмному середовищі Autodesk Fusion 360, в якому було змодельовано гвинт стандарту АО діаметром 3,5 мм виготовлений з нержавіючої сталі. Кортикальний шар був змодельований у вигляді сегмента товщиною 5 мм, з властивостями матеріалу які за своїми механічними параметрами максимально наближається до властивостей кісткової тканини.

В ділянці контакту різьбової частини гвинта та навколишньої кісткової тканини визначалися тиск, напруження в фіксаторі та кістковій тканині та зміщення. Навантаження проводилося в діапазоні сил від 100N до 1000N, що прикладалися до торцевої частини гвинта вздовж його осі.

Результати дослідження. В процесі моделювання визначалися ділянки з максимальними (критичними) параметрами тиску та напружень в матеріалі гвинта та оточуючому середовищі, а також максимальні зміщення, що виникали про кожному з навантажень. Перша серія вимірювань проводилася в найбільш поверхнево розташованому витку різьби, друга в найбільш глибокому. При силі навантаження в 100N, тиск на поверхневій частині різьби складав 24,08 МПа, а на глибокій частині 1,65 МПа. В свою чергу тиск на кісткову тканину в цих ділянках складав від 3,098 МПа до 0,359 МПа відповідно. При цьому зміщення у всіх зазначених ділянках складало 0,012 мм. Напруження у поверхневих та глибоких частинах різьби гвинта складали 0,00017 та 0,00012, а в кістці 0,00074 та 0,00062 відповідно (рис. 1).

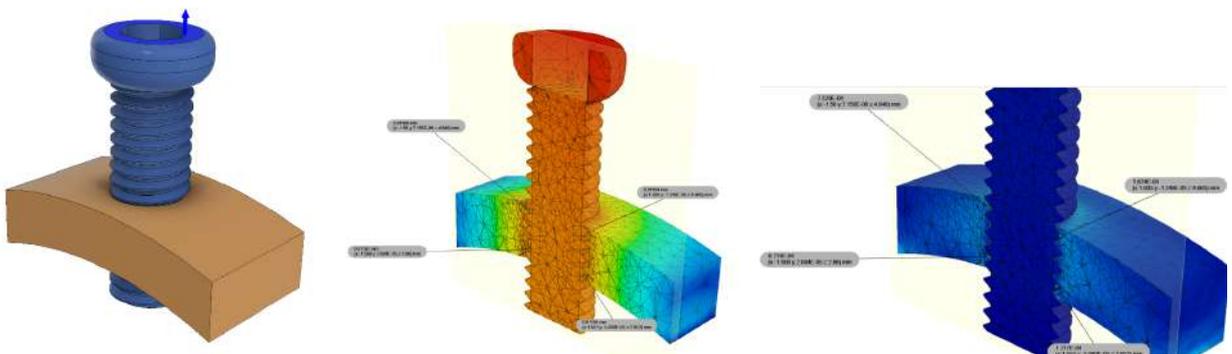


Рис. 1. Модель з'єднання гвинт-кістка, напрямок навантаження, зміщення та розподіл напружень в різних ділянках при навантаженні 100N

При силі навантаження в 1000N, тиск на поверхневій частині різьби складав 184,3 МПа, а на глибокій частині 147,1 МПа. В свою чергу тиск на кісткову тканину в цих ділянках складав від 19,38 МПа до 36,27 МПа відповідно. При цьому зміщення гвинта складало 0,119 мм, а в прилеглих ділянках кістки 0,118 мм та 0,098 мм. Напруження у поверхневих та глибоких частинах різьби гвинта складали 0,0015 та 0,0012, а в кістці 0,018 та 0,014 відповідно (рис. 2).

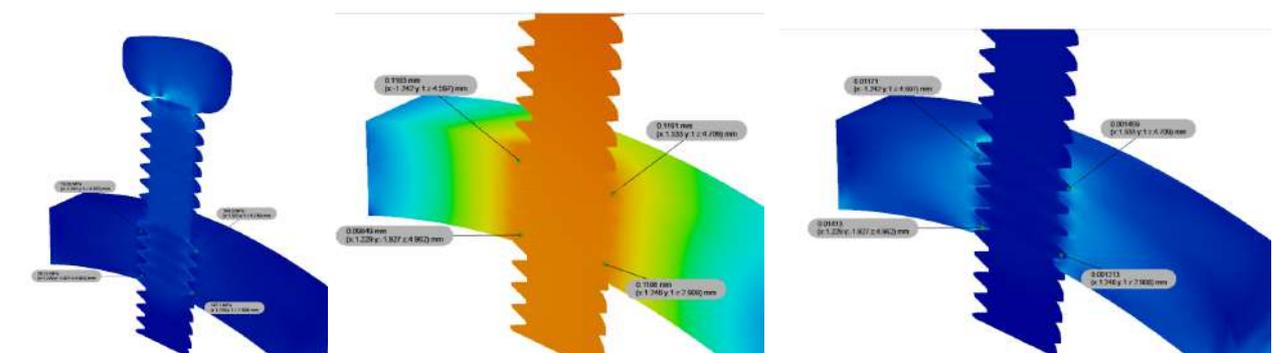


Рис. 2. Розподіл навантажень, зміщення та напружень в різних ділянках гвинта та кістки при навантаженні 1000N

Висновки. При збільшенні зусилля на гвинт, прогресуючи збільшувалися напруження та тиск гвинта на навколишню ділянку кісткової тканини, що при максимальних значеннях може призводити до нестабільності фіксації. При цьому різниця напружень в різних ділянках гвинта коливалася в межах 25-30 %. Дані результати слід враховувати при проведенні оперативних втручань з застосуванням гвинтів та подальших біомеханічних досліджень.

Список використаних джерел

1. Murray Christopher J.L. (2013). The State of US Health, 1990-2010. Burden of diseases, injuries, and risk factors. JAMA, 310 (6), 591–608.
2. Шайко-Шайковський О.Г. Моделювання та оцінка параметрів напружено-деформованого стану накісткових конструкцій для остеосинтезу/О.Г. Шайко-Шайковський, М.Є. Білов, І.С.Олексюк, О.Г.Дудко// Літопис травматології та ортопедії, - № 1-2, - 2014, -С.226.
3. Белов М.Е. Методика автоматизированного моделирования и оптимизация размещения фиксирующих элементов на корпусе пластины при накостном остеосинтезе/М.Е.Белов, В.М.Василов, А.Г.Дудко, И.С.Олексюк, А.Г.Шайко-Шайковский//Травма, -т.15,-№3,- -2014, - С.23-26.
4. Олексюк І.С. Методика визначення оптимальних варіантів фіксації накісткових пластин при остеосинтезі поперечних діафізарних переломів / І.С. Олексюк, С.В. Білик, О.Г. Дудко, О.Г. Шайко-Шайковський //Клінічна та експериментальна патологія. – 2017. – Т.16, № 2 (60), ч. 2. – С. 50–51.
5. Дудко О.Г. Вплив механічних факторів при накістковій фіксації ділянки перелому на процес його консолидації /О.Г. Дудко, О.М. Сорочан, О.Г. Шайко-Шайковський // Наука та виробництво: міжвуз. тем. зб. наук пр. Вип. 20/ ДВНЗ “ПДТУ”. - Маріуполь, ПДТУ. - 2019. - С. 144-148.
6. Inzana J. A. Implicit modeling of screw threads for efficient finite element analysis of complex bone-Implant systems / J. A. Inzana, P.Varga, M. Windolf // Journal of Biomechanics, 2016. – Vol. 49(9). – P. 1836–1844.

УДК 519.87:616-006.6

Іванчук М.А., Іванчук П.Р.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА В МЕДИЦИНІ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua , ivanchuk.pavlo@bsmu.edu.ua

Анотація. Ланцюг Маркова - це математична модель, що дозволяє передбачати майбутні стани системи на основі її попередніх станів. Ця модель використовується в багатьох галузях науки та техніки, таких як фізика, хімія, економіка, фінанси, біологія, медицина та інші. В роботі розглядається можливість застосування ЛМ в медицині, зокрема для передбачення ризиків захворювання, прогнозування результатів лікування, прогнозування поширеності захворювання.

Ключові слова. ланцюг Маркова, прогнозування в медицині, математичне моделювання в медицині

Вступ

Ланцюг Маркова (ЛМ) - це математична модель, яка описує послідовність станів, що змінюються у часі. ЛМ - це процес, в якому стан системи залежить тільки від попереднього стану і має визначену ймовірність переходу в наступний стан.

Принцип роботи ЛМ полягає у тому, що він перебуває в деякому стані на початку процесу, а потім здійснює кроки, щоб перейти до наступного стану з певною ймовірністю. Такий процес можна представити у вигляді графа, де кожен стан є вершиною, а ймовірність переходу до іншого стану є вагою ребра, що з'єднає дві вершини. Одним з ключових понять у теорії ЛМ є матриця переходів, що відображає ймовірності переходу від кожного стану до кожного іншого стану. Ця матриця є найважливішим елементом для аналізу властивостей ЛМ, таких як стаціонарність, ергодичність, періодичність та інші. Одна з найважливіших характеристик ЛМ - це стаціонарний розподіл, який є розподілом станів системи в довгостроковій перспективі. Цей розподіл залежить від матриці переходів та початкового розподілу.

В свою чергу процес Маркова можна визначити як стохастичний процес з дискретним часом, що характеризується властивістю пам'яті, тобто ймовірність переходу від поточного стану до наступного залежить тільки від поточного стану і не залежить від попередніх станів. Ця властивість пам'яті робить процес Маркова особливо корисним для моделювання різних систем та процесів, які можуть бути описані відносно простою стохастичною моделлю. Одним з основних елементів процесу Маркова є стан. Стани можуть бути різними, наприклад, у моделі погоди станами можуть бути "сонячно", "хмарно", "дощ", "сніг" тощо (рис.1).

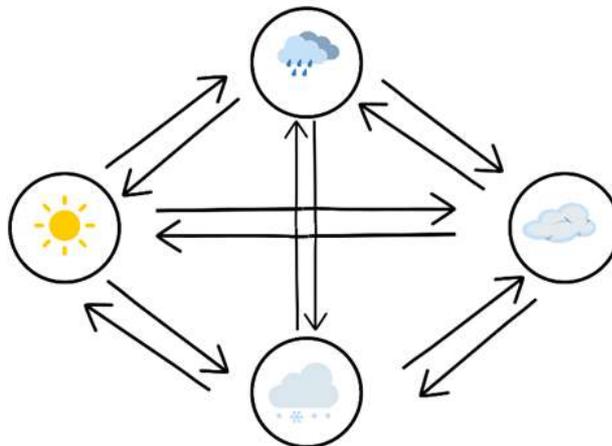


Рис.1

Ланцюг Маркова для моделі погоди

Для кожного стану може бути визначена ймовірність переходу до іншого стану, що називається матрицею переходів. Ця матриця може бути задана заздалегідь або ж може бути визначена експериментально на основі спостережень.

Застосування ЛМ є досить широким і охоплює багато галузей науки та техніки, таких як фізика, хімія, економіка, фінанси, біологія, медицина та інші.

Можливості використання ЛМ в медицині.

ЛМ можуть бути використані в медицині для передбачення майбутніх станів пацієнта на основі їх попередніх станів та інших факторів. Наприклад, можна створити модель, яка буде передбачати ризик захворювання на певну хворобу на основі віку, статі, історії сімейних захворювань та інших факторів ризику. Крім того, ЛМ можуть бути використані для прогнозування ефективності лікування. Наприклад, можна створити модель, яка буде передбачати, як добре пацієнт відреагує на певний тип лікування на основі їх попередньої історії лікування та інших факторів. ЛМ також можуть бути використані для оптимізації процесу прийняття рішень у медицині. Наприклад, можна створити модель, яка буде передбачати, яка із двох можливих процедур лікування буде більш ефективною на основі характеристик пацієнта та інших факторів. Загалом, ЛМ можуть бути корисним інструментом для медичних досліджень та покращення якості медичної допомоги.

Наведемо приклади використання ЛМ в медичних дослідженнях з останніх років. Використання ЛМ для оцінки впливу ризикових факторів на поширеність цукрового діабету 2 типу в Китаї описано в [1]. У [2] дослідники використали ЛМ для передбачення ризику повторного виникнення раку молочної залози у пацієнтів за попередньою історією хвороби. Робота [3] присвячена розробці моделі ЛМ для передбачення прогресу хронічної ниркової недостатності у пацієнтів старше 65 років. Використання ЛМ для прогнозування результатів трансплантації серця та встановлення оптимальної стратегії лікування для пацієнтів розглядається в [4]. У [5] автори використовували ЛМ для аналізу динаміки захворюваності на інфекційні хвороби в Україні та передбачення ризику їх поширення. Робота [6] присвячена використанню ЛМ для оцінки ефективності терапії гострого інфаркту міокарда. Використання ЛМ для оцінки ефективності антигіпертензивної терапії у пацієнтів з гіпертонічною хворобою описано в [7]. У [8] автори розробили модель ЛМ для оцінки ефективності різних методів лікування онкологічних захворювань.

Використання ЛМ для прогнозування поширеності ішемічної хвороби серця

Авторами було розроблено модель ЛМ для прогнозування поширеності ішемічної хвороби серця (ІХС) [9, 10]. При побудові моделі розглядалися можливі наступні стани пацієнта:

Н - здоровий;

S - хворий на ІХС;

В - хворий на ІХС після аорто-коронарного шунтування;

I - хворий на ІХС з інвалідністю;

D - мертвий.

На основі епідеміологічних показників, а саме поширеність ІХС, захворюваність на ІХС, первинна інвалідність, смертність від ІХС, загальна смертність по Україні, кількість аорто-коронарних шунтувань на рік, був побудований ЛМ для хворих на ІХС (рис.2)

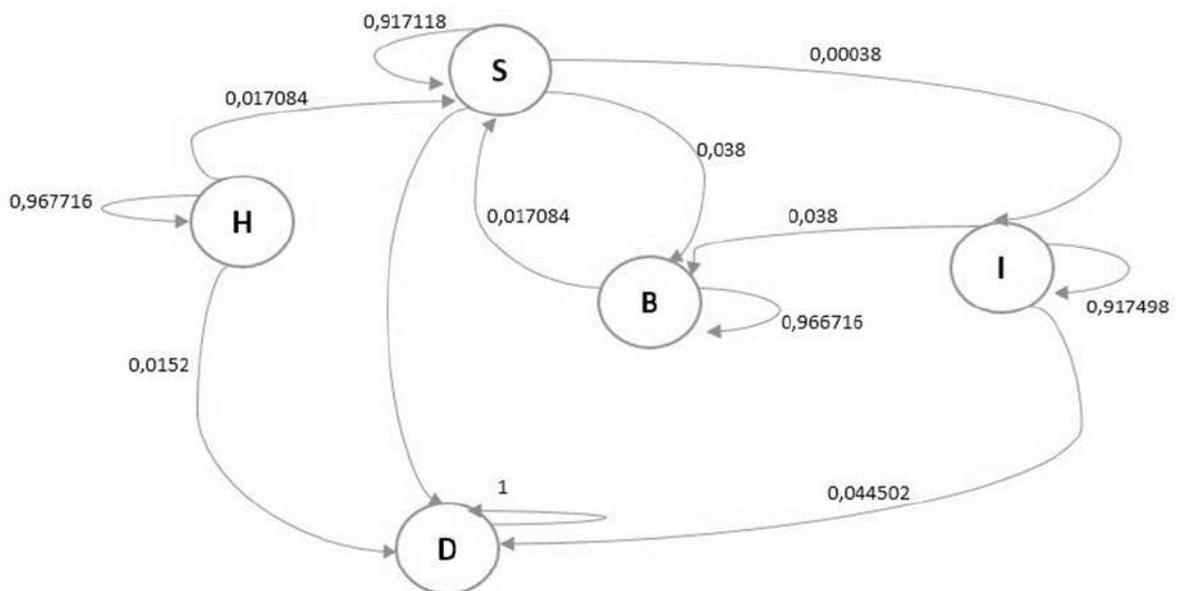


Рис.2

Ланцюг Маркова для хворих на ІХС

На основі побудованої моделі було прогнозовано зростання поширеності ІХС на 63,6% впродовж 10 років.

Висновки. Ланцюги Маркова можуть бути використані в медицині, зокрема для передбачення ризиків захворювання, прогнозування результатів лікування, прогнозування поширеності захворювання.

Список використаних джерел:

1. Wang, W., Liu, J., Liu, X., & He, L. (2018). A Markov Chain Monte Carlo Approach to Estimate the Disease Burden of Type 2 Diabetes in China. *Journal of Diabetes Research*, 2018.

2. Nair, V. J., & Ohadike, C. O. (2019). Predicting Breast Cancer Recurrence Using Markov Chain Monte Carlo and Multilayer Perceptron Models. *Journal of Medical Systems*, 43(3), 53.
3. Li, X., Li, Q., Li, J., Li, Y., Liu, H., & Liang, Y. (2019). A Markov chain model for the progression of chronic kidney disease in the elderly population. *Journal of Medical Systems*, 43(12), 372.
4. Chen, J., Chang, W. H., Wang, Y. C., & Liu, Y. H. (2021). A Markov Chain-Based Model for Predicting Patient Outcomes Following Heart Transplantation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3656.
5. Горбачук, О. В., Лишук, В. І., & Кравчук, С. В. (2018). Аналіз динаміки захворюваності на інфекційні хвороби в Україні на основі моделі Маркова. *Математичні методи та фізико-механічні поля*, 61(2), 90-99.
6. Мельничук, І. І., Хороб, О. М., & Хороб, Н. В. (2018). Оцінка ефективності антигіпертензивної терапії за допомогою математичної моделі. *Математичні методи та фізико-механічні поля*, 59(2), 136-143.
7. Харченко, В. В., Полюга, О. В., & Поворознюк, В. В. (2015). Оцінка ефективності антигіпертензивної терапії за допомогою математичної моделі. *Український кардіологічний журнал*, (4), 67-73.
8. Матвеева, О. О., & Головка, Л. В. (2019). Моделювання ефективності лікування онкологічних захворювань за допомогою ЛМ. *Медична інформатика та інженерія*, (3), 24-32.
9. Іванчук М.А., Іванчук П.Р. Використання методу Монте-Карло для марковських ланцюгів для прогнозування поширеності ішемічної хвороби серця в Україні // *Медична інформатика та інженерія*. 2017, № 4, С. 77-81
10. Ivanchuk P., Ivanchuk M. One Example Of Using Markov Chain Monte Carlo Method For Predicting In Medicine // *Cardiology and Cardiovascular Research*, - Volume 1, Issue 4, October 2017, Pages: 113-116

УДК 611.127.018.28-053.3

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

3D-МОДЕЛЮВАННЯ СУХОЖИЛКОВИХ СТРУН МІТРАЛЬНОГО ТА ТРИСТУЛКОВОГО КЛАПАНІВ СЕРЦЯ НОВОНАРОДЖЕНИХ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

pentelejchuk.nataliia@bsmu.edu.ua , malyk.yuliia@bsmu.edu.ua ,

semeniuk.tetiana@bsmu.edu.ua

Анотація. Макроскопічне дослідження сердець новонароджених показало, що стулки передсердно-шлуночкових клапанів зв'язані з сосочкоподібними м'язами за допомогою сухожилкових струн, що мають вигляд тонких тяжів. Мікроскопічне дослідження встановило, що товща сухожилкових струн утворена щільною оформленою волокнистою сполучною тканиною. Однак у товщі 28% сухожилкових струн, зустрічалися пучки серцевих м'язових клітин. 3D-моделювання сухожилкових струн новонароджених показало, що підендотеліальний шар є пухкою колагеново-еластичною периферією з кровоносними судинами, а центральна частина – колагеновим стрижнем.

Ключові слова. Сухожилкові струни, передсердно-шлуночкові клапани серця, новонароджені, 3D-моделювання.

Вступ. Однією з причин пренатальної, ранньої неонатальної та дитячої захворюваності та смертності є уроджені вади розвитку, серед яких найбільшу питому вагу складають вади клапанного апарату серця [2, 5, 6].

Знання вікових особливостей будови сухожилкових струн (СС) передсердно-шлуночкових клапанів (ПШК) серця, як одного із компонентів клапанного апарату, сприятиме удосконаленню діагностики уроджених вад серця, а також служитиме морфологічною основою для удосконалення існуючих і розробки нових методів оперативних утручань на серці. Однак дослідження, які проведенні багато десятиріч тому [1, 3, 4, 8, 10], хоч і є фундаментальними, однак більшість сучасних морфологічних досліджень неможливі без 3D-моделювання, яке дає можливість вченим візуалізувати структурні компоненти тканин організму людини у трьохвимірному просторі, що допомагає зрозуміти їх тканинну організацію, а також взаємодію з іншими структурами в організмі [7, 9].

Мета дослідження. З'ясувати особливості морфологічної будови сухожилкових струн мітрального та тристулкового клапанів серця новонароджених з використанням макроскопічного, мікроскопічного, статистичного методів дослідження та 3D-моделювання.

Матеріал і методи. Дослідження СС ПШК були виконані на 56 препаратах мітрального (МК) та тристулкового (ТК) клапанів сердець 28 новонароджених, які померли від причин, не пов'язаних із патологією серцево-судинної системи. Матеріал фіксували в 10% розчині нейтрального формаліну. Для виявлення сполучнотканинних і м'язових елементів у складі СС ПШК серця виготовляли серійні зрізи, фарбували їх гематоксиліном та еозином, а також за методами ван-Гізона-Вейгера і Слінченка.

Для створення 3D-моделей СС МК та ТК новонароджених 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.

Статистичний аналіз проводили з використанням обчислювальної техніки за допомогою ліцензійної версії програми "StatPlus2005 Professional 3.5.3" (Analyst Soft).

Результати дослідження та їх обговорення. Результати макроскопічного дослідження сердець новонароджених показали, що стулки ПШК серця зв'язані з сосочкоподібними м'язами за допомогою СС, що мають вигляд тонких тяжів.

Мікроскопічні дослідження СС ПШК серця новонароджених показали, що поверхня СС рівна та вкрита ендотелієм. Під шаром ендотелію, розташовується підендотеліальний шар ендокарду, в якому спостерігаються тонкі еластичні волокна у вигляді сітки (рис. 1)

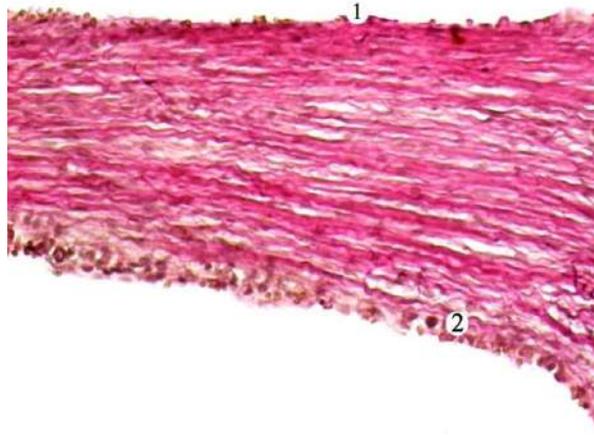


Рис. 1. Поздовжній зріз сухожилкової струни тристулкового клапана серця новонародженого. Забарвлення за методом ван-Гізон-Вейгерт. Мікрофотографія. Зб.: 200^x:
1 – ендотелій; 2 – еластичні волокна у складі підендотеліального шару.

За допомогою метода 3D-моделювання СС ПШК серця новонароджених встановлено, що підендотеліальний шар ендокарду є пухкою колагеново-еластичною периферією з кровоносними судинами (рис. 2).

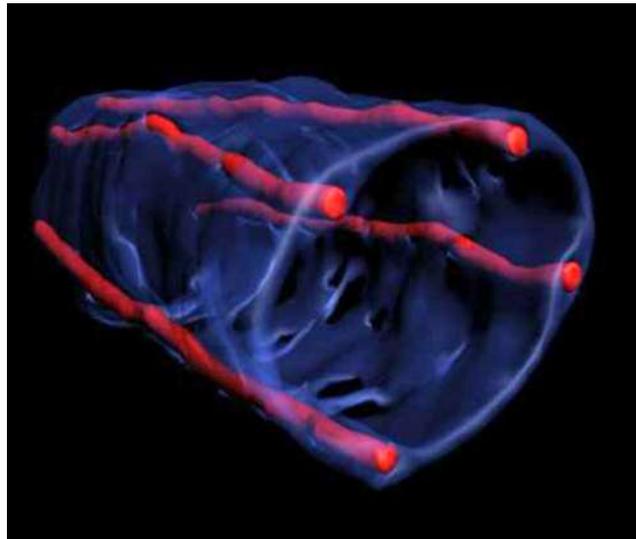


Рис. 2. Тривимірна модель сухожилкової струни мітрального клапана серця новонародженого, 26 день. Світло-блакитний колір – колагеново-еластична периферія; червоний колір – кровоносні судини.

При проведенні аналізу відносних площ структур СС МК та ТК серця новонароджених встановлено, що співвідсоткове співвідношення площі периферійно розташованої пухкої волокнистої сполучної тканини у СС у напрямку до стулок клапанів збільшується від 24,8 % до 32,6 %.

Мікроскопічне дослідження СС МК та ТК серця встановило, що товща 72 % СС

побудована з щільної оформленої волокнистої сполучної тканини, з паралельно та прямолінійно спрямованими пучки колагенових волокон, між якими у аморфній речовині залягають ряди клітин фібробластичного ряду.

Тривимірною комп'ютерною реконструкцією СС ПШК серця встановлено, що товща СС утворена щільним колагеновим стрижнем, співвідсоткове співвідношення площі якого в напрямку до стулок ПШК серця зменшується від 72,7 % до 64,8 %.

Також було встановлено, що у товщі СС проходять кровоносні судини макроциркуляторного русла, не розгалужуючись прямують до стулок клапанів серця (рис. 3). Вони розташовуються у своєрідних «футлярах», в яких не має клітин. Співвідсоткове співвідношення площі кровоносних судин макроциркуляторного русла по ходу в СС практично не змінюється і в середньому становить 2,5% (табл. 1).

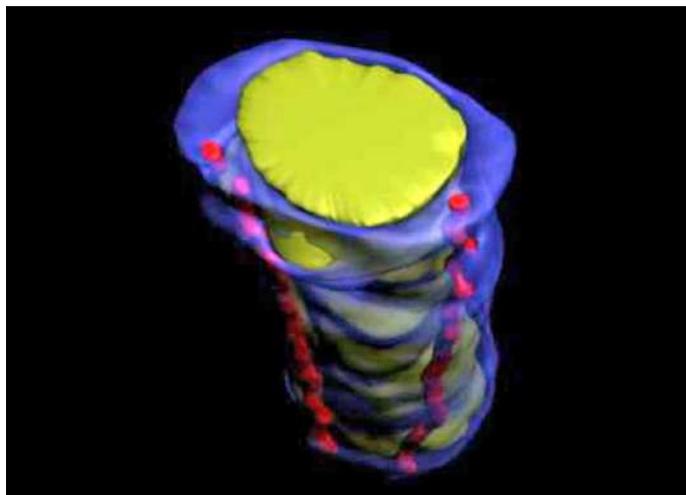


Рис. 3. Тривимірною моделлю сухожилкової струни тристулкового клапана новонародженого, 22 день на відстані 7-8 мм від стулки клапана. Зелений колір – колагеновий стрижень сухожилкової струни; червоний колір – кровоносні судини; світло-блакитний колір – пухка периферія сухожилкової струни.

Таблиця 1

Співвідсоткове співвідношення відносної площі структур сухожилкової струни мітрального клапана серця новонародженого

Порядковий номер зрізу	Відносна площа структури (%)		
	Колагеновий центральний стрижень	Пухка колагеново-еластична периферія	Судини
1.	64,8	32,6	2,6
2.	65,4	32	2,6
3.	65,2	32,3	2,5

4.	65,8	31,7	2,5
5.	66,1	31,4	2,5
6.	66,6	30,9	2,5
7.	66,3	31,1	2,6
8.	66,6	30,8	2,6
9.	66,7	30,8	2,5
10.	67,1	30,3	2,6
11.	67,1	30,4	2,5
12.	67,3	30,3	2,4
13.	67,5	30,1	2,4
14.	68	29,6	2,4
15.	68	29,5	2,5
16.	68,3	29,3	2,4
17.	68,2	29,3	2,5
18.	68,5	29	2,5
19.	69,2	28,4	2,4
20.	68,9	28,7	2,4
21.	69,3	28,3	2,4
22.	69,5	28,2	2,3
23.	69,8	27,8	2,4
24.	70,2	27,3	2,5
25.	70,9	26,6	2,5
26.	71,2	26,2	2,6
27.	71,6	25,8	2,6
28.	72,5	25	2,5
29.	72,8	24,7	2,5
30.	72,7	24,8	2,5

За допомогою світлової мікроскопії встановлено, що у товщі 28% СС серця новонароджених, між пучками колагенових волокон, ідентифікуються пучки серцевих м'язових клітин – кардіоміоцитів, кількість яких зменшується у напрямку до стулок МК та ТК серця.

Висновки. Результати морфологічних досліджень показали, що 72% СС МК та ТК серця новонароджених фіброзного, а 28 % – фіброзно-м'язового типів.

Метод 3D-моделювання СС ПШК серця показав, що співвідсоткове співвідношення площі пухкої колагеново-еластичної периферії у СС у напрямку до стулок ПШК серця збільшується, а співвідсоткове співвідношення площі центрального колагенового стрижня СС у напрямку до стулок зменшується. Співвідсоткове співвідношення площі кровоносних судин макроциркуляторного русла по ходу в СС практично не змінюється.

Список використаної літератури

1. Зозуля О.С. Особливості розвитку стулок передсердно-шлуночкових клапанів. *Морфологія*. 2007. Т. 1, № 2. С. 54–58.
2. Касьянова А.Ю., Лебідь І.Г. Медико-психологічні особливості якості життя молодих дорослих пацієнтів із прооперованими вродженими вадами серця. *Журнал клінічних та експериментальних досліджень*. 2014. 2(3). 365–372.
3. Козлов В.О., Довгаль Г.В., Дзяк В.Г. Залежність будови та розташування сухожилкових хорд від вікових характеристик. *Український медичний альманах*. 2000. №1. С. 29–30.
4. Козлов В., Довгаль Г., Жаріков М. Будова папілярно-трабекулярного апарату та варіанти розташування сухожилкових струн у серці плодів та дітей. *Буковинський медичний вісник*. 200. Т. 5, №3–4. С. 59–60.
5. Майданник В.Г., Хайтович М.В. Діагностика природжених пороків серця: сучасний стан і перспективи. *Педіатрія, акушерство та гінекологія*. 2010. Т. 72, № 1. С. 31–34.
6. Макаров А.В., ПП. Сокур Вроджені вади серця. *Український медичний часопис*. 2003. №5. С. 122–125.
7. Олійник І.Ю., Корнійчук О.В., Лаврів Л.П. Бернік Н.Б. Спосіб тривимірного реконструювання органів та структур. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2011. Т. 10, №1. С.97–100.
8. Симівська Р.Р. Макро-, мікро- та ультраструктурна організація тристулкового та двостулкового клапанів серця. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2018. Т. 17, № 4. С. 24–29.
9. Твердохліб І.В. Просторова реконструкція біологічних об'єктів за допомогою комп'ютерного моделювання. *Морфологія*. 2007. №1. С. 135–139.
10. 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 539.21; 541.182; 548.5; 620.18;681.586

Ткачук І.Г

МОДЕЛЮВАННЯ НОВИХ СТРУКТУР ДЛЯ МЕДИЧНИХ ДАТЧИКІВ НА ОСНОВІ

ПЛІВОК ДЕЛОФАСИДІВ ТА ШАРУВАТИХ КРИСТАЛІВ InSe

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

tkachuk.ivan@bsmu.edu.ua

Анотація Досліджені умови виготовлення фоточутливих анізотипних гетеропереходів $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$ методом низькотемпературного спреї-піролізу тонких плівок CuFeO_2 на кристалічні підкладки $n\text{-InSe}$ для використання їх як сенсорів сприйняття в медичних приладах. На основі аналізу температурних залежностей прямих і зворотних ВАХ встановлена динаміка зміни енергетичних параметрів та з'ясована роль енергетичних станів на межі гетеропереходу при формуванні контактної різниці потенціалів. Досліджено та визначено величину послідовного опору а також вплив опору на енергетичні параметри. Визначені механізми формування прямого та зворотного струмів крізь енергетичний бар'єр $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$. Досліджена спектральна залежність квантової ефективності опроміненої зі сторони плівки CuFeO_2 гетероструктури $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$ в інтервалі енергій фотонів $1.2\div 3.2$ eV.

Вступ. Моноселенід індію InSe володіє шириною забороненої зони $E_g = 1.2$ eV яка знаходиться в діапазоні оптимальних значень для фотоелектричного перетворення спектру сонячного випромінювання в наземних умовах. Шарувата структура кристалів InSe зі слабким Ван-дер-Ваальсовим зв'язком між шарами забезпечує їх перевагу перед іншими напівпровідниками при виготовленні підкладок для гетероструктур через уникнення операцій розрізування злитків, механічної і хімічної обробки поверхні. Крім того, стійкість InSe до радіаційного випромінювання розширює область його використання. Використання селеніду індію як базового матеріалу дозволяє створювати фоточутливі структури різних типів: на основі контакту метал/напівпровідник, гомопереходи і гетеропереходи.

Прозорі провідні оксиди – це матеріали з високою електропровідністю і низьким оптичним поглинанням видимого світла. Тонкі плівки прозорих провідних оксидів широко використовуються в різних пристроях, таких як плоскі дисплеї, сенсорні панелі та сонячні батареї. Деллафосити – потрійні оксиди міді та заліза з основною формулою ABO_2 , де A являє собою одновалентні катіони, такі як Cu або Ag, а B являє собою тривалентні метали від Al до La. Деллафосит $CuFeO_2$ – це напівпровідник p -типу, ширина забороненої зони якого може змінюватися від 0.91 до 3.35 eV.

Методика експерименту. Для виготовлення гетеропереходів використовувався монокристалічний n -InSe, вирощений методом Бріджмена. Зі злитка кристала InSe вздовж площини спайності сколювалися плоскопаралельні пластини $5 \times 5 \times 1$ mm³, які мали досконалі дзеркальні поверхні. Сколювання проводилося на повітрі. Тонкі плівки $CuFeO_2$ p -типу електропровідності із товщиною ~ 0.3 μ m виготовлялися методом спреї-піролізу 0.1 М водних розчинів солей двохлористої міді $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ і три хлористого заліза $FeCl_3 \cdot 6H_2O$. При розчиненні солей металів використовувалася бідистильована вода. Окремо приготовлені розчини солей міді і заліза перед нанесенням змішувалися у пропорції 1:1 за об'ємом із використанням магнітної мішалки протягом 30 min при кімнатній температурі. Температура піролізу при отриманні зразків тонких плівок $CuFeO_2$ на підкладках натрій-кальцієвого скла, сіталу і селеніду індію становила $T_s = 350$ °C. В якості газу носія використовувалося стиснуте повітря. Підкладки скла і сіталу перед нанесенням плівок $CuFeO_2$ знежирювалися у аміачно-перекисному розчині $H_2O_2:(NH_2)OH:H_2O$, оброблялися 5%-м розчином двохромокислого калію $K_2Cr_2O_7$ у сірчаній кислоті і промивалися у бідистильованій воді. Для дослідження спектру оптичного пропускання використовувалися зразки плівок $CuFeO_2$, виготовлені на склі розміром 18×18 mm². Оптична ширина забороненої зони виготовлених плівок $CuFeO_2$ $E_g = 2.6$ eV. Процес спреї піролізу дозволяв одночасно здійснювати нанесення плівок на різні підкладки. Для одержання сходинок плівки, які використовувалися при

визначенні товщини, використовувалися спеціально виготовлені маски. Товщина плівок CuFeO_2 вимірювалася мікроінтерферометром Лінника МІІІ-4. Поверхневий електроопір плівок CuFeO_2 на діелектричних сітлових підкладках безпосередньо після процесу виготовлення контролювався чотиризондовим методом і становив $\rho_s = 10^4 \Omega/\text{квадрат}$.

Результати і обговорення. На рис. 1 приведені прямі гілки вольт-амперних характеристик $I(V)$ гетероструктур $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$, виміряні при різних температурах. Вони добре описується формулою в рамках моделі, що враховує вплив послідовного (R_s) і шунтуючого опорів (R_{sh}):

$$I = I_s \left[\exp\left(\frac{e(V - IR_s)}{nkT}\right) - 1 \right] + \frac{V - IR_s}{R_{sh}} \quad (1)$$

де I_s – зворотній струм насичення, який можна знайти екстраполяцією до нульової напруги, n – коефіцієнт неідеальності.

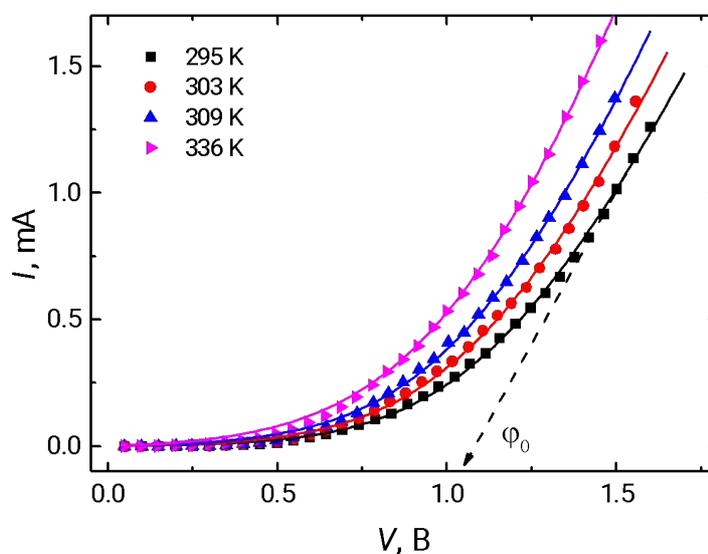


Рис. 1. Прямі гілки ВАХ гетероструктури $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$ при різних температурах (крапки – експериментальні дані, криві – апроксимація формулою (1))

Суцільні криві на рис. 1 представляють собою результати апроксимації ВАХ формулою (1). Параметри підгонки приведені в Табл. 1.

Таблиця 1. Підгоночні параметри

T, K	n	$I_s, \mu\text{A}$	R_s, Om	R_{sh}, Om
295	8	2.5	272	10^6

303		3.7	253	
309		5.4	232	
336		11	190	

Значення висоти потенціального бар'єру гетероструктури φ_0 при різних температурах визначені шляхом екстраполяції лінійних ділянок ВАХ до перетину з віссю напруг. Встановлено, що температурна залежність $\varphi_0(T)$, для етероструктур $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$ (рис. 1) добре описується рівнянням:

$$\varphi_0(T) = \varphi_0(0) - \beta_\varphi T, \quad (2)$$

де $\beta_\varphi = 5.5 \cdot 10^{-3} \text{ eV} \cdot \text{K}^{-1}$ – температурний коефіцієнт висоти потенціального бар'єру, а $\varphi_0(0) = 2.56 \text{ eV}$ – значення висоти потенціального бар'єру досліджуваної гетероструктури при абсолютному нулі температури.

Велике значення β_φ порівняно з температурним коефіцієнтом ширини забороненої зони для InSe ($\beta_{Eg} = 2.3 \cdot 10^{-4} \text{ eV/K}$) може бути обумовлено великою концентрацією поверхневих дефектів N_{ss} на межі розділу $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$, що є наслідком істотного розходження постійних ґраток a матеріалів гетеропереходу.

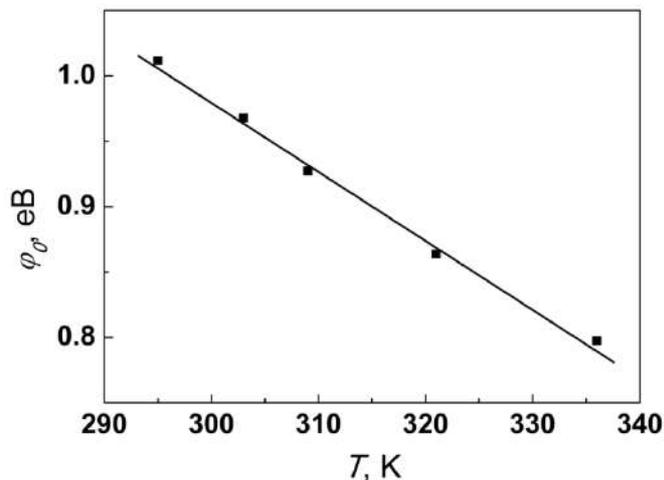


Рис. 2. Залежність висоти потенціального бар'єру φ_0 від температури для гетероструктури $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$

У першому наближенні $N_{ss} \propto x^{-2}$, де відстань між дислокаціями невідповідності x визначається з наступного виразу:

$$x = a_{\text{InSe}} a_{\text{CuFeO}_2} / (a_{\text{InSe}} - a_{\text{CuFeO}_2}) \quad (3)$$

Для $a_{\text{InSe}} = 4.24 \text{ \AA}$ і $a_{\text{CuFeO}_2} = 5.43 \text{ \AA}$ отримаємо $x = 19.3 \text{ \AA}$ і $N_{ss} = 2.67 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$. При такій густині поверхневі стани можуть грати роль ефективних центрів захоплення, або рекомбінації і суттєво впливати на електричні властивості гетеро структур.

На рис. 3. представлена залежність диференційного опору R_{diff} від напруги V , на основі якої можна визначити величину послідовного опору гетероструктури R_s . Видно, що в області напруг більше висоти потенціального бар'єру криві $R_{diff}(V)$ виходять на насичення. Це свідчить про те, що напруга на бар'єрній області діода перестає змінюватися, тобто бар'єр практично відкритий, а струм через гетероперехід обмежується його послідовним опором R_s , який визначається шляхом екстраполяції області насичення до перетину з віссю диференційного опору.

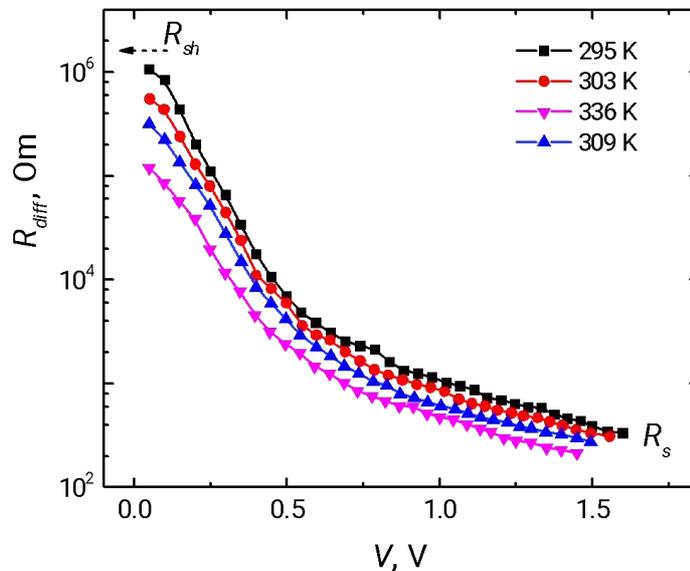


Рис. 3. Залежність диференційного опору гетероструктури $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$ від напруги при різних температурах

Послідовний опір гетеропереходу визначається опором підкладки (InSe). При кімнатній температурі $\rho_{||c}(\text{InSe}) \sim 10^3 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Тоді для зразка розміром $5 \times 5 \times 1.2 \text{ мм}^3$ можна оцінити $R_s = \rho \cdot S/l = 480 \text{ Ом}\cdot\text{см}$, що корелюється з даними рис. 3. Прямі гілки вольтамперних характеристик гетеропереходу в напівлогарифмічних координатах при різних температурах показані на рис. 4. Як видно з рисунку, в області прямих зміщень $V > 3kT/e$ спостерігаються прямолінійні ділянки.

Аналіз прямих гілок ВАХ гетероструктур $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$, побудованих в напівлогарифмічному масштабі, показав, що залежність $\ln I = f(V)$ складається із двох

прямолинійних ділянок, що свідчить про експоненційну залежність струму від напруги і наявність двох домінуючих механізмів переносу заряду в досліджуваному інтервалі напруг. Визначені значення коефіцієнта неідеальності ($\Delta \ln(I)/\Delta V = e/nkT$ становлять $n = 3$ ($V < 0.6$ V) і $n = 8$ ($V > 0.6$ V).

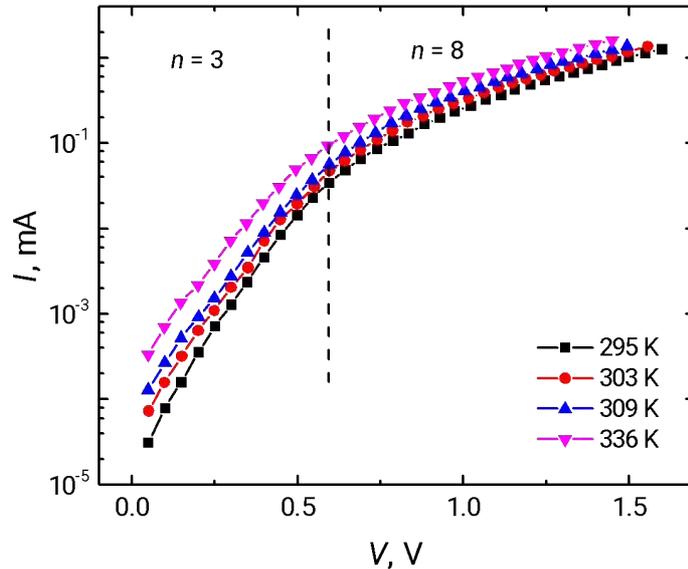


Рис. 4. Прямі гілки ВАХ гетероструктури $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$ в напівлогарифмічному масштабі

Велике значення показника неідеальності та слабкий нахил залежностей $\ln(I) = f(V)$ при різних температурах є свідченням тунельної природи механізму струмопереносу. При малих зміщеннях область просторового заряду занадто тонка для прямого тунелювання, яке описується формулою Ньюмена. Тому, враховуючи вище оцінену високу концентрацію дислокацій невідповідності N_{ss} , можна вважати єдиним механізмом струмопереносу багатоступінчасті тунельно-рекомбінаційні процеси за участю поверхневих станів на межі розділу $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$. Струм при прямому зміщенні визначається наступним виразом:

$$I = B \exp(-\alpha(\varphi_0(T) - eV)), \quad (4)$$

де B – величина, яка слабо залежить від температури і напруги, φ_0 – висота потенціального бар'єру.

Перепишемо вираз (4) в іншому вигляді:

$$I = B \exp(-\alpha\varphi_0(T)) \exp(\alpha eV) = I_0 \exp(\alpha eV), \quad (5)$$

де $I_0 = B \exp(-\alpha\varphi_0(T))$ – струм відсічки, який не залежить від прикладеної напруги.

З виразу (5) випливає, що нахил $\Delta \ln(I)/\Delta V$ початкових ділянок прямих гілок вольтамперних характеристик визначає коефіцієнт α , який приймає значення $\approx 10 \text{ eV}^{-1}$.

Підставивши дану формулу у вираз для струму відсічки, отримаємо наступний вираз:

$$I_0 = B \exp(-\alpha(\varphi_0(0) - \beta_\varphi T)) = B \exp(-\alpha\varphi_0(0)) \exp(\alpha\beta_\varphi T) = I_C \exp(\alpha\beta_\varphi T), \quad (6)$$

де I_C – константа.

Температурну залежність $\ln(I_0) = f(T)$ в напівлогарифмічних координатах показано на вставці рис. 4. Коефіцієнт α можна визначити з нахилу прямолінійної залежності $\ln(I_0) = f(T)$: $\alpha = \beta_\varphi^{-1}(\Delta \ln(I_0)/T) = 10.5 \text{ eV}^{-1}$. Близькі значення коефіцієнта α , визначеного з різних залежностей (формули 5-6), підтверджують достовірність аналізу початкових ділянок ВАХ характеристик гетеропереходу $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$ в рамках багатоступінчастого тенульно-рекомбінаційного механізму струмопереносу за участю поверхневих станів на межі поділу $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$.

В області напруг $V > 0.5 \text{ В}$ залежність $I(V)$ добре описується формулою Ньюмена для тунельного струму:

$$I = I_t^0 \exp(\beta T) \exp(\gamma V) = I_t \exp(\gamma V), \quad (7)$$

де $I_t = I_t^0 \exp(\beta T)$ – струм відсічки, γ, β – константи.

З останнього виразу видно, що нахил $\Delta \ln(I)/\Delta V$ прямих гілок ВАХ визначає коефіцієнт γ (вираз (7)), який приймає значення 5.8 В^{-1} .

При зворотному зміщенні у разі різкого переходу вираз для тунельного струму має вигляд:

$$I_{rev}^t \approx a_0 \exp\left(\frac{b_0}{\sqrt{\varphi_0(T) - eV}}\right), \quad (8)$$

де a_0 і b_0 – параметри, які не залежать від напруги.

Те, що зворотні гілки ВАХ на рис 5 є прямими лініями в координатах $\ln(I_{rev}^t) = f(\varphi_0 - eV)^{-1/2}$, відповідно до рівняння (8), підтверджує домінування тунельного механізму струмопереносу в області зворотних зміщень $|V| > 3kT/e$.

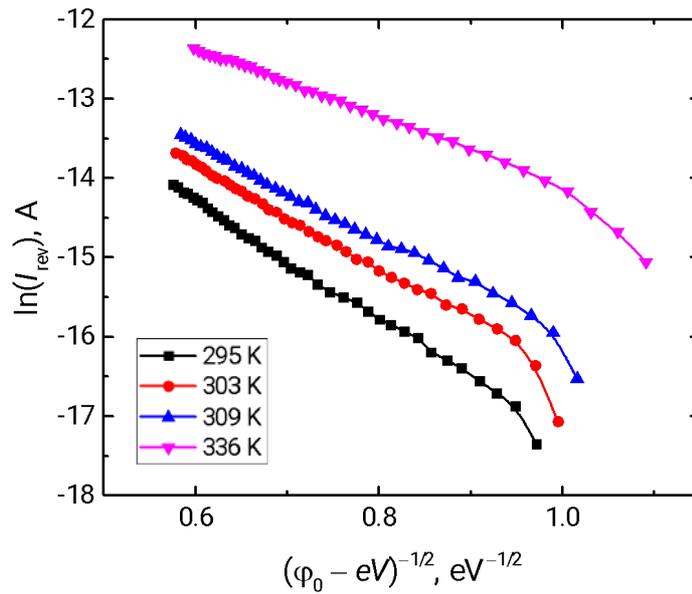


Рис. 5 Залежності, які характеризують тунельний механізм струмопереносу через гетероструктуру $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$ при зворотному зміщенні

Зменшення нахилу прямолінійних ділянок на рис. 5 при збільшенні температури пов'язано із зменшенням параметру b_0 , який визначається з наступного виразу:

$$b_0 = CW_1(T)\varphi_0(T)^{3/2}, \quad (9)$$

де C – константа, W_1 – ширина області просторового заряду при $\varphi_0 - eV = 1 \text{ eV}$.

Для асиметричного різкого гетеропереходу ширина області просторового заряду визначається з наступного виразу:

$$W = \sqrt{\frac{2\varepsilon_0\varepsilon_p(\varphi_0 - eV)}{e(N_A - N_D)}} \quad (10)$$

де ε_0 – абсолютна діелектрична проникність вакууму, ε_p – відносна діелектрична проникність.

Параметр a_0 визначається ймовірністю заповнення енергетичного рівня з якого відбувається тунелювання при зворотному зміщенні. З енергетичного нахилу температурної залежності $\ln(a_0) = f(10^3/T)$ можна визначити глибину його залягання. Але отримані експериментальні дані свідчать про температурну незалежність параметра a_0 . Така ситуація є характерною для контакту метал-напівпровідник при тунелюванні з рівнів металу. Температурна незалежність параметра a_0 може свідчити про участь у процесах тунелювання поверхневих станів з рівномірним розподілом по енергії.

Висновок. В даній роботі досліджені умови виготовлення фоточутливих гетеропереходів $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$ методом низькотемпературного спреї-піролізу тонких плівок CuFeO_2 на кристалічні підкладки $n\text{-InSe}$. На основі аналізу температурних залежностей прямих і зворотних ВАХ встановлена динаміка зміни енергетичних параметрів та з'ясована роль енергетичних станів на межі гетеропереходу при формуванні контактної різниці потенціалів. Досліджено та визначено величину послідовного опору а також вплив опору на енергетичні параметри. Визначені механізми формування прямого та зворотного струмів крізь енергетичний бар'єр $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$. Аналіз прямих гілок ВАХ гетероструктур $\text{CuFeO}_2/n\text{-InSe}$, побудованих в напівлогарифмічному масштабі, показав, що залежність $\ln I = f(V)$ складається із двох прямолінійних ділянок, що свідчить про експоненційну залежність струму від напруги і наявність двох домінуючих механізмів переносу заряду в досліджуваному інтервалі напруг. Визначені значення коефіцієнта неідеальності $(\Delta \ln(I)/\Delta V = e/nkT)$ становлять $n = 3$ ($V < 0.6$ V) і $n = 8$ ($V > 0.6$ V).

Karatieieva S.Yu

THE DYNAMIC COMPARISON OF THE LOWER EXTREMITIES LENGTH OF STUDENTS WITH THE MODEL FOR PREDICTING THEIR LENGTH

.Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

Karateeva@bsmu.edu.ua

One of the important problems of modern morphology is the study of changes that occur in the body under the influence of various factors his problem is especially important in connection with the development of sports. Therefore, the study of changes that occur in individual organs, systems and the body as a whole, under the influence of physical activity of varying intensity and nature is relevant and important in practice.

The dynamic comparison of the lower extremities length, depending on the type of sport, followed by the construction of a mathematical model for predicting sports type was carried out on 132 students of higher education institutions of Bukovyna.

While the primary study was carried out during September-October 2021, next study of these same students was conducted in September-October 2022. The main group consists of 92 (69.7%) students, the control group - 40 (30.30%) students aged 16 to 18 years. All students of the main group, in addition to physical activity, which was included in the program of their specialty,

during the year professionally engaged in the following sports: football - 46 (50.00%) students, of which 38 (41.30%) were young boys and 8 (8.70 %) young girls; volleyball generally – 19 (20.65%), were 10 (10.86%) young boys and 9 (9.78%) young girls; handball generally – 14 (22.58%), were 8 (8.69%) young boys and 6 (6.52%) g young girls; basketball generally – 13 (14.13%), were 9 (9.78%) young boys and 4 (4.34%) young girls. Students of the control group were loaded with hours of physical education, according to the programs of their specialty, and additionally did not play sports.

All students underwent an anthropometric study (determination of the lower extremities length) according to the method of P.P. Shaparenka.

The comparesment of anthropometric parameters in the main group depending on the type of sport used the Kruskel-Wallis test (non-parametric analysis of variance) in order to identify a reliable difference in the average indicators of the respondents depending on the type of sport (the median of the distribution was considered as a measure of central tendency). In order to establish which pairs of age groups had a statistical difference in the medians, the Conover-Iman test was used. A paired t-test (t-test of paired samples) was performed to compare the length of the respondents' lower limbs during the first measurement and again one year later. Statistical analysis of the obtained data was performed using the licensed RStudio program.

The distribution of the lower extremities length at the right of the respondents of main group by measurement shows that the average value of the length of the right lower extremities has changed: a significant difference in the length of the right lower extremities was found between the first ($M = 88.812$, $SD = 5.287$) and the second ($M = 89.377$, $SD = 5.347$) measurements; $t(68) = -5.223$, $p < 0.001$. The distribution of the length of the left lower extremities shows that the average value of the length of the left lower extremities has changed also: a significant difference in the length of the left lower extremities was found between the first ($M = 88.667$, $SD = 5.266$) and the second ($M = 89.435$, $SD = 5.309$) measurements; $t(68) = -8.289$, $p < 0.001$.

In order to dynamically compare the length of the lower extremities for comprehensive control and selection of promising students in football, volleyball, handball and basketball, a mathematical model was derived for predicting the length of the lower extremities, in corresponding sports: right lower extremities $y = 0.506 x$ and left $y = 0.507x$, where y – is the length of the left lower extremities, x – is the height.

The coefficient of determination is 99.8%. A significant predictor for the length of both lower limbs is the height.

Krupko O., Kulaec A.

METHODS OF MATHEMATICAL ANALYSIS IN EXPERIMENT PLANNING

Bukovyna State Medical University, Chernivtsi

krupkoo@ukr.net

Experiment planning is aimed at optimizing the conduct of research, choosing an experiment plan, methods of analysis to obtain the results of both theoretical and experimental research. The advantages of mathematical planning methods are statistical substantiation of the feasibility of using this research, reducing the number of conducted experiments and obtaining a general tendency to change the studied properties, along with which the costs of the research itself and its implementation are reduced. The use of mathematical planning methods makes it possible to improve the conditions of technological processes, as well as to obtain theoretically predicted results for research that cannot be performed experimentally.

There are a number of software packages that include experimental planning methods, in particular, Statistica, StatGraphics, Stat-Sens and others, which can be used in modeling research in various directions.

Also, to generalize the results of the study of the additive effect of the synthesis conditions on the studied properties (characteristics), the method of mathematical planning of the experiment is used, namely the method of simplex Scheffe lattices [1-3]. The main premise of the simplex lattice method is the normalization of the sum of independent variables (the sum of the concentrations of all components must be equal to 1). Components can be both pure compounds and their mixtures [3]. Construction of composition-property dependence diagrams is an important part of physicochemical studies of mixture characteristics.

If we consider the Statistica program [4], it is worth highlighting that this program covers a large number of statistical analysis methods (more than 250 built-in functions), combined with specialized statistical modules that provide advanced interactive visualization tools. An important condition is the continuity of the function, which, depending on the number of experimental values covered by it, can be described by a linear, quadratic, cubic or higher order model. The choice of model determines the accuracy of the generalizing function (Fig. 1). For example, to build a mathematical model of the dependence "composition - property" of a three-component system, you can choose the option Ternary Plots, 3D (Mixture designs). The program provides a three-dimensional graphical interpretation of the function of three independent variables and its projection on the plane.

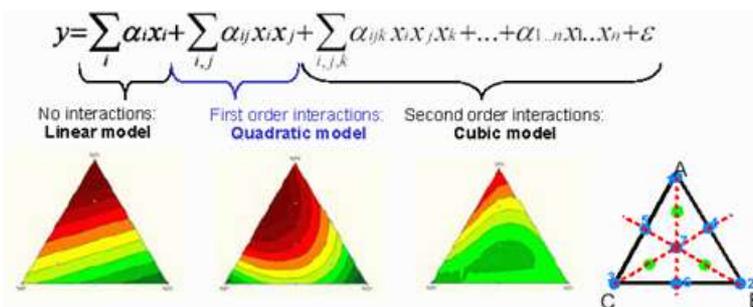


Fig. 1. An example of contour graphs describing the function y in the approximation of a linear, quadratic, and cubic model.

The user can enter the constraints of each factor and the program will automatically construct the corresponding plan on the subsimplex. As standard models use:

- linear: $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ (1.1.)

- quadratic: $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3$ (1.2.)

- special: $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$ (1.3.)

- full cubic models: $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + d_{12}x_1x_2(x_1 - x_2) + d_{13}x_1x_3(x_1 - x_3) + d_{23}x_2x_3(x_2 - x_3) + b_{123}x_1x_2x_3$ (1.4.)

In contrast to the Statistica program, to optimize the composition of the three-component system according to the Scheffe method, it is possible to use a polynomial of the higher, fourth degree [3] based on a database of 15 points evenly located in a triangle (Fig. 2). The empirical equation describing the dependence of the property on the composition of the three-component system with the approximation of the fourth power has the following form:

$$y = k_1 x_1 + k_2 x_2 + k_3 x_3 + k_4 x_1x_2 + k_5 x_1x_3 + k_6 x_2x_3 + k_7 x_1x_2(x_1 - x_2) + k_8 x_1x_3(x_1 - x_3) + k_9 x_2x_3(x_2 - x_3) + k_{10} (x_1 - x_2)^2x_1x_2 + k_{11} (x_1 - x_3)^2x_1x_3 + k_{12} (x_2 - x_3)^2x_2x_3 + k_{13}x_1^2x_2x_3 + k_{14}x_1x_2^2x_3 + k_{15}x_1x_2x_3^2, \quad (1.5.)$$

where « y » is the desired property of the studied system.

To check the adequacy of the created model of functional dependence, the Student's test is used, evaluating the variance of the experiment.

So, a researcher who uses mathematical planning methods gets the maximum results with the minimum number of experiments, which will depend on the chosen mathematical model to describe the results of the additive effect of the conditions of the researched properties. The accuracy and visualization of the obtained results will also depend on the chosen model. This approach can be used in various fields of research.

Literature

1. Scheffe H. Experiments with mixtures / Scheffe H. // J.R. Statist. Soc. 1958. Vol. B20. P. 344 - 360.
2. H. Scheffe. Simplex-centroid design for experiments with mixtures / H. Scheffe // J. R. Statist. Soc. Series B (Methodological). 1963. Vol. 25. P. 235 - 263.
3. Gorman J. W. Simplex Lattice Designs for Multicomponent Systems / J.W. Gorman, J.E. Hinman // Technometrics. 1962. Vol. 4, № 4. P. 463 - 487.
4. <http://ua.softlist.com.ua>

Андрійчук М.Д. Галік А. К.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ У МЕДИЦИНІ

НМУ імені О.О. Богомольця, м.Київ

amarid1957@gmail.com , tonya.galik@gmail.com

Математичне моделювання в медицині - це процес використання математичних методів, технік та інструментів для вивчення, аналізу та прогнозування процесів, пов'язаних з медичними явищами, такими як хвороби, стан здоров'я, розподіл ліків, поширення захворювань та реагування на лікування.

Одним з основних застосувань математичного моделювання в медицині є розробка комп'ютерних моделей органів та систем органів людського організму, які описують фізіологічні та патологічні процеси в організмі. Прикладом такої розробки може бути серце, легені, нирки, головний мозок тощо. Ці моделі можуть бути використані для розробки нових методів діагностики та лікування різних захворювань.

Основні переваги математичного моделювання в медицині полягають у тому, що воно дозволяє дослідникам вивчати складні системи в контрольованому середовищі, проводити віртуальні експерименти, прогнозувати ефективне лікування, розробляти оптимальні стратегії лікування, виявляти закономірності та знаходити оптимальні рішення для діагностики, знижувати ризик проведення дорогих і тривалих клінічних випробувань.

Математичне моделювання може бути застосовано в різних галузях медицини, таких як епідеміологія, фармакологія, дослідження клітин та генетика, нейронаука, розробка медичних пристроїв, процедур тощо.

Прогнозування в охороні здоров'я використовується для передбачення ризику захворювання, виникнення ускладнень, оцінки можливих змін, характеристик або результатів, пов'язаних зі здоров'ям пацієнта, на основі наявної інформації. Воно може бути корисним інструментом для лікарів та інших медичних працівників, які розробляють стратегії ведення пацієнтів, планують лікування, приймають рішення щодо догляду. Зараз широко застосовують різні методи для прогнозування ризику розвитку раку, діабету, серцево-судинних захворювань, враховуючи низку факторів, включаючи генетичну схильність, спосіб життя, вік, стать та індивідуальні медичні умови. Ці прогнози можуть допомогти лікарям розробити оптимальні стратегії профілактики та лікування.

Статистичні методи також широко використовуються в медицині для обробки результатів медичних досліджень. Вони допомагають встановлювати взаємозв'язки, робити висновки та приймати рішення на основі наукових доказів. Генетичні дані можна аналізувати за допомогою статистичних методів. Такі дослідження можуть допомогти визначити ризик розвитку генетичних захворювань і розробити стратегії їх профілактики та лікування. До основних статистичних методів, що використовуються в медицині, відносяться наступні:

1. Аналіз дисперсії (ANOVA). Його можна використовувати для порівняння ефектів різних методів лікування та впливу різних факторів на результати дослідження.

2. Логістична регресія. Її використовують для прогнозування ризику розвитку захворювання.

3. Регресійний аналіз. Застосовують у різних варіаціях, залежно від типу даних та досліджуваної проблеми.

4. Кореляційний аналіз. Може допомогти встановити наявність, міцність та напрямок зв'язку між змінними, що є важливим для розуміння медичних явищ та подальшої клінічної практики.

Усі ці методи дозволяють науковцям та лікарям збирати, аналізувати та інтерпретувати медичні дані, що дозволяє покращувати якість медичної допомоги та діагностики захворювань.

Список літератури:

1. Математичне моделювання. https://uk.wikipedia.org/wiki/Математичне_моделювання.
2. Прогностична медицина. https://uk.wikipedia.org/wiki/Прогностична_медицина.
3. Медична статистика. https://uk.wikipedia.org/wiki/Медична_статистика.
4. Молчанов А.М. Предисловие редактора. В кн.: «Математическое моделирование биологических процессов». М.: «Наука», 1979.
5. Тиманюк В.О., Кокодий М.Г., Пенкин Ю.М., Рыжов А.А., Жук В.А. «Компьютерное моделирование в курсах физики и биофизики». – Вид-во Запорізького державного медичного університету, 2011. – 520 с.

Безрук В.В.

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ У МЕНЕДЖМЕНТІ АНТИБІОТИКОТЕРАПІЇ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

vvladimirbezruk@gmail.com

Інфекція сечовивідних шляхів (ІСШ) є поширеною інфекцією серед дитячого населення [1, 2]. Глобальний тягар антимікробної стійкості створює тиск на світові системи охорони здоров'я та призводить до суттєвих медико-соціальних та економічних втрат [3, 4].

На сьогоднішній день актуальними є дослідження впливу пандемії коронавірусу 2019 (COVID-19) на динаміку антимікробної резистентності у зв'язку із руйнуванням стандартних шляхів медичної допомоги та ширшим використанням антибіотиків [5-9].

Дослідження, з метою вивчення регіональної етіологічної структури збудників ІСШ, її динаміку, гендерну залежність та взаємозв'язки з резидентною мікрофлорою сечі (регіональний моніторинг) у дитячого населення Чернівецької області було розпочато в 2009 році. За період 2009-2013 рр. було проведено скринінгове бактеріологічне дослідження зразків сечі 2432 пацієнтів (0-17 р.) лікувальних закладів Чернівецької області, які обстежувалися з метою верифікації ІСШ. Впродовж 2014-2016 рр., з метою визначення етіологічної структури та антибіотикорезистентності серед основних груп уропатогенів ІСШ, було проведено клініко-лабораторне обстеження 657 дітей (0-17 р.), яким надавалася спеціалізована медична допомога: 482 (73,36%) пацієнтів дитячого віку із інфекційно-запальними захворюваннями сечовидільної системи – основна група (встановлений діагноз згідно МКХ-10: №10-11.1 Інфекції нирок, в тому числі: №10 Гострий тубулоінтерстиційний (тубулоінтерстиціальний) нефрит – 262 пацієнти; №11 Хронічний тубулоінтерстиційний (тубулоінтерстиціальний) нефрит – 161 пацієнт; №11.1 Хронічний обструктивний пієлонефрит – 38 пацієнтів; №30.0 Гострий цистит – 10 пацієнтів; №30.1 Хронічний цистит – 11 пацієнтів.) та 175 (26,64%) пацієнтів із не інфекційними захворюваннями сечовидільної системи – група порівняння (згідно з МКХ-10: N00 гострий нефротичний синдром – 52; N03 хронічний нефротичний синдром – 34; N04 нефротичний синдром – 29; N15 Інші ниркові тубуло-інтерстиціальні хвороби – 10; N18 Хронічна ниркова недостатність – 6; N39 Інші розлади сечовидільної системи – 14; N39.2 Ортостатична протеїнурія, не уточнена – 6 пацієнтів; R30 Біль, пов'язаний з сечовипусканням – 10 пацієнтів; R30.1 Тенезми сечового пузиря – 10 пацієнтів; R32 Нетримання сечі не уточнене – 4 пацієнти).

З метою проведення динамічного контролю та оцінки можливих змін у регіональній етіологічній структурі та антибіотикорезистентності основних груп уропатогенів ІСШ під час пандемії COVID-19 за період 2020-2022 рр. проведено клініко-лабораторне обстеження 140 дітей (0-17 років), які отримували спеціалізовану медичну допомогу, з них 105 (75,0%) дітей з інфекційно-запальними захворюваннями сечовивідних шляхів (діагноз встановлено за МКХ-10: №10-11.1) з них: Інфекції нирок, у тому числі №10 Гострий тубулоінтерстиціальний нефрит – 55 хворих; №11 Хронічний тубулоінтерстиціальний нефрит – 21 хворий; №11.1 Хронічний обструктивний пієлонефрит – 8 хворих; №30.0 Гострий цистит – 10 хворих; № 30.1 Хронічний цистит – 11 хворих) та 35 (25,0%) дітей з неінфекційними захворюваннями

сечовивідних шляхів (за МКБ-10: N00 Гострий нефротичний синдром – 6 хворих; N03 Хронічний нефротичний синдром – 5 хворих; N04 Нефротичний синдром – 10 пацієнтів; N15; Інші тубулоінтерстиціальні захворювання нирок – 3 пацієнти; N18 Хронічна ниркова недостатність – 6 пацієнтів; N39.2 Ортостатична протеїнурія, не уточнена – 2 пацієнти; R30 Біль також - з сечовипусканням – 1 хворий; R30.1 Тенезми сечового міхура – 1 хворий; R32 Енурез, не уточнений – 1 хворий).

Згідно мети дослідження використовувались наступні методи: *бібліосемантичний* – для проведення теоретичного аналізу джерел наукової літератури; *клініко-лабораторний* – для діагностики нозологічних форм інфекцій сечової системи згідно з МКХ-10; *мікробіологічний* – з метою визначення етіологічної структури збудників ІСШ серед дитячого населення Чернівецької області та їх антибіотикочутливості; *медико-статистичний* – з метою збору, обробки, аналізу, оцінки вірогідності статистичних даних (статистичну обробку результатів проводили з використанням комп'ютерної програми Statistica 10.0 for Windows. Визначення достовірності різниці якісних показників між групами порівняння, що виражалися частками проводилося за критерієм χ -квадрат. Результати вважали достовірними при $p < 0,05$).

Під час проведення досліджень 2009-2013 рр., 2014-2016 рр. та 2020-2022 рр. загальна чисельність одиниць спостереження (n) в усіх вибірках була достатньою для забезпечення їх репрезентативності.

Аналіз результатів етапів моніторингу та їх порівняння свідчать, що домінуючими уропатогенами, серед дитячого населення в регіоні є представники родини *Enterobacteriaceae*. Серед штамів родини *Enterobacteriaceae* (за виключенням протея), найбільш суттєвою виявилась різниця в чутливості до напівсинтетичних пеніцилінів (ампіцилін, амоксилав – 29,8% чутливість штамів у хлопчиків проти 31,6% чутливості у дівчат, $p < 0,01$) та цефалоспоринів (цефазолін – 64,4% проти 40,1%, $p < 0,001$). Антибіотикочутливість бактерій роду протея, як збудника ІСШ, має певні особливості: у сечі дівчат визначено достовірно нижчий відсоток резистентних штамів протею у порівнянні з іншими ентеробактеріями до: карбеніциліну ($k=259$, $p < 0,05$); амоксилаву ($k=131$, $p < 0,05$); офлоксацину ($k=378$, $p < 0,01$); ципрофлоксацину ($k=390$, $p < 0,01$); у хлопців встановлено статистично значущу різницю чутливості між протеями та іншими ентеробактеріями для: карбеніциліну ($k=105$, $p < 0,001$); цефоперазону ($k=100$, $p < 0,001$); цефтриаксону ($k=145$, $p < 0,001$); офлоксацину ($k=134$, $p < 0,05$); ципрофлоксацину ($k=145$, $p < 0,05$); пефлоксацину ($k=103$, $p < 0,05$); канаміцину ($k=102$, $p < 0,01$) [10-12].

Регіональний моніторинг (2009-2022 рр.) антибіотикочутливості уропатогенів родини *Enterobacteriaceae* (за виключенням протей), як провідного етіологічного агента ІСШ у дитячого населення Чернівецької області, засвідчив хвилеподібність динамічних змін антибіотикорезистентності: напівсинтетичних пеніцилінів та цефалоспоринів зі збереженням достатнього рівня чутливості до цих антимікробних препаратів серед основних груп збудників ІСШ; отримані дані дають підстави говорити про негативну тенденцію щодо збільшення резистентності, у часі (2020-2022 рр. – період пандемії COVID-19), до фторхінолонів препаратів тетрациклінового ряду; констатовано різнонаправлену та залежну у часі, різницю чутливості до аміноглікозидів: гентаміцину, амікацину та канаміцину у дітей Чернівецької області; реєструється негативна тенденція щодо збільшення частки штамів уропатогенів, резистентних до карбапенемів - $55,8 \pm 5,1\%$ резистентних штамів (іміпенем – $\chi^2=5,432$; $p=0,020$). Цей результат дослідження є вагомим, враховуючи зростання резистентності до антимікробних препаратів групи карбапенемів під час пандемії COVID-19 [8, 13] та розглядаючи наявність карбапенемів, в арсеналі лікаря, як важливу складову в контексті пандемічної полірезистентності [14, 15].

Отже, результати моніторингу свідчать про необхідність дотримання стандартів у наданні медичної допомоги (призначення антибактеріальної терапії з урахуванням даних регіонального моніторингу щодо антибіотикорезистентності до антимікробних препаратів), адміністрування використання антимікробних препаратів в закладах охорони здоров'я, які надають медичну допомогу в амбулаторних та стаціонарних умовах.

Список використаних джерел

1. Leung AKC, Wong AHC, Leung AAM, Hon KL. Urinary Tract Infection in Children. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov.* 2019;13(1):2-18. doi: 10.2174/1872213X13666181228154940.
2. Mattoo TK, Shaikh N, Nelson CP. Contemporary Management of Urinary Tract Infection in Children. *Pediatrics.* 2021 Feb;147(2):e2020012138. doi: 10.1542/peds.2020-012138.
3. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet* 2022; 399: 629-55. Published Online January 20, 2022 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0) Available from: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)02724-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)02724-0/fulltext)
4. WHO. Antimicrobial resistance. Available from: <https://www.who.int/health-topics/antimicrobial-resistance>
5. Knight GM, Glover RE, McQuaid CF, Oлару ID, Gallandat K, Leclerc QJ, Fuller NM, Willcocks SJ, Hasan R, van Kleef E, Chandler CI. Antimicrobial resistance and COVID-19: Intersections and implications. *Elife.* 2021 Feb 16;10:e64139. doi: 10.7554/eLife.64139.
6. Langford BJ, So M, Raybardhan S, Leung V, Soucy J-P, Westwood D, Daneman N, MacFadden DR. Antibiotic prescribing in patients with COVID-19: rapid review and meta-analysis. *Clinical Microbiology and Infection.* 2021;1:18. doi: 10.1016/j.cmi.2020.12.018.
7. Langford BJ, So M, Raybardhan S, Leung V, Soucy JR, Westwood D, Daneman N, MacFadden DR. Antibiotic prescribing in patients with COVID-19: rapid review and meta-analysis. *Clin Microbiol Infect.* 2021 Apr;27(4):520-531. doi: 10.1016/j.cmi.2020.12.018
8. Langford BJ, So M, Raybardhan S, Leung V, Westwood D, MacFadden DR, Soucy JR, Daneman N. Bacterial co-infection and secondary infection in patients with COVID-19: a living rapid review and meta-analysis. *Clinical Microbiology and Infection.* 2020;26:1622–1629. doi: 10.1016/j.cmi.2020.07.016.

9. Lansbury L, Lim B, Baskaran V, Lim WS. Co-infections in people with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection*. 2020;81:266–275. doi: 10.1016/j.jinf.2020.05.046.
10. Bezruk VV., Bezruk TA., Godovanets AS., Yurnyuk SV., Velia MI., Senyuk BP. Clinical and laboratory characteristic, age, gender and administrative territorial differences of urinary infections among the child population and choice of rational antibacterial therapy. *Neonatology, surgery and perinatal medicine*. 2019;3(33):81-5. doi: 10.24061/2413-4260.IX.3.33.2019.4
11. Bezruk VV., Bezruk TO., Babiy OR., Sokolnyk SO., Sheremet MI., Maksymyuk VV., Godovanets OI., et al. Regional monitoring of the urinary tract infections etiological spectrum pathogens in the child population in Chernivtsi region: dynamic changes, age, gender, administrative and territorial characteristics. *Zaporozhye Medical Journal*. 2017 Sept 15; 5(104):647-51. doi: 10.14739/2310-1210.2017.5.110222
12. Bezruk VV., Bezruk TO., Stegnitska LV., Sokolnyk SO., Sheremet MI., Maksymyuk VV., Godovanets OI., et al. Regional monitoring of the urinary tract infections causative agents antibiotic resistance in the child population of the Chernivtsi region. *Zaporozhye Medical Journal*. 2017 Nov-Dec 31; 6(105):780-85. doi: 10.14739/2310-1210.2017.6.115088
13. Despotovic A, Milosevic B, Cirkovic A, Vujovic A, Cucanic K, Cucanic T, Stevanovic G. The Impact of COVID-19 on the Profile of Hospital-Acquired Infections in Adult Intensive Care Units. *Antibiotics (Basel)*. 2021 Sep 23;10(10):1146. doi: 10.3390/antibiotics10101146
14. Baba H, Kanamori H, Seike I, Niitsuma-Sugaya I, Takei K, Oshima K, Iwasaki Y, et al. Multiple Secondary Healthcare-Associated Infections Due to Carbapenem-Resistant Organisms in a Critically Ill COVID-19 Patient on Extensively Prolonged Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation Support-A Case Report. *Microorganisms*. 2021 Dec 23;10(1):19. doi: 10.3390/microorganisms10010019
15. Dlewati MM, Aung PP, Park K, Rodriguez JA, Poon KK. Meropenem-Resistant *Pandora* Pneumonia in a Critically Ill Patient With COVID-19. *Cureus*. 2021 Nov 12;13(11):e19498. doi: 10.7759/cureus.19498

Шурма А.І.

МОЖЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНОЇ ГУСТИНИ ПЛАЗМИ ВЕНОЗНОЇ КРОВІ В ЕКСПЕРИМЕНТІ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗА ПЕРЕБІГОМ ІНТРААБДОМІНАЛЬНОГО ЗАПАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

shurma.andrii@bsmu.edu.ua

Вступ. Раннє діагностування післяопераційних запально-деструктивних інтраочеревинних ускладнень є актуальним питанням сьогодення, що зумовлено відсутністю достатньо інформативних методів. Терапія, яку отримують пацієнти, маскує клінічні прояви ускладнень, що суттєво збільшує роль допоміжної діагностики. З огляду на недостатню інформативність рутинних методів обстеження деякі автори пропонують використовувати низку інших критеріїв, зокрема, тропоніновий тест, показники системної запальної відповіді. Для постійного контролю рекомендують безперервний моніторинг численних параметрів. Отже, пошук нових інформативних діагностичних засобів є актуальним.

Метою роботи була оцінка можливості визначення оптичної густини плазми венозної крові (ОГПВК) на довжині хвилі $\lambda = 310$ нм для оцінювання активності інтраабдомінального запального процесу після операції в експерименті.

Матеріали та методи. 50 білих нелінійних щурів з моделями гострого перитоніту. Через 12 год після ініціації перитоніту виконували лапаротомію, промивання очеревинної порожнини розчином декаметоксину. Через 6, 12, 24 і 48 год виконували релaparотомію, забирали парієтальну очеревину для гістологічного дослідження і кров з шийної вени. Всі маніпуляції проводили під інгаляційною анестезією севофлураном. Тварин виводили з експерименту передозуванням анестетика.

Для дослідження ОГПВК використали спектрофотометр Agilent Cary 100/300 Series UV-Vis.

Виконуючи роботу дотримувались загальноприйнятих світових та вітчизняних норм здійснення досліджень у галузі біології та медицини, а саме: положеннями Гельсінської декларації з прав людини, Ванкуверської конвенції про біомедичні дослідження (1979,1994) та інших законодавчих актів, що діють на території України.

Статистичне обчислення результатів досліджень проводили з використанням електронних таблиць Microsoft® Office Excel (build 11.5612.5703). Перевірку закону розподілу вибірок на нормальність проводили за допомогою критерію Шапіро-Віллка. Для порівняння вибірок використовували критерій Вілкоксона.

Результати. На тлі регресу запалення через 6 год після промивання очеревинної порожнини статистично істотно ($p < 0,01$) знизилися показники ОГПВК. Через 12 год, на тлі деякого зростання морфологічних ознак запалення, показники ОГПВК незначно зросли. Через 24 год, на тлі ознак помірного зниження активності запального процесу, показники ОГПВК дещо знизилися. Через 48 год, на тлі суттєвого регресу ознак запалення та появи ознак регенераційних процесів, показники ОГПВК статистично істотно ($p < 0,01$) зменшилися, майже до меж нормальних значень.

Висновки. 1. За експериментальними даними, у щурів з моделями гострого перитоніту після промивання очеревинної порожнини на тлі регресу запалення очеревини статистично істотно знижуються показники ОГПВК на довжині хвилі $\lambda = 310$ нм. 2. У разі активації запального процесу показники ОГПВК зростають. 3. Отримані дані свідчать про перспективність клінічного застосування такого показника для оцінювання активності запального процесу і перспективність відповідних клінічних досліджень.

СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ

УДК: 615.1:004.9

Влад Г.І

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФАРМАЦІЇ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

vlad.hanna@bsmu.edu.ua

Анотація

У статті розглянуто проблематику використання і впровадження інформаційних технологій у фармації, описано нові тенденції у цьому напрямку, зазначено цілі застосування ІТ у фармації станом на зараз.

Ключові слова: інформаційні технології, фармацевтична галузь, автоматизація процесу, інформаційна безпека, технологічний прогрес

Однією з основних проблем є забезпечення конфіденційності та безпеки медичних даних. Збирання, зберігання та передача медичної інформації можуть стати об'єктом кібератак, порушень конфіденційності та зловживання даними. Важливо розробляти та впроваджувати ефективні заходи для захисту даних та забезпечення безпеки інформаційних систем у фармацевтичній галузі. Часто виникають проблеми з інтеграцією різних інформаційних систем та забезпеченням їх сумісності. Неузгодженість систем може призвести до складнощів у передачі даних, обміну інформацією та співпраці між різними медичними закладами, аптеками та іншими структурами в галузі фармації. Впровадження сучасних інформаційних технологій може бути дорогим і складним процесом. Вартість розробки, впровадження та підтримки інформаційних систем може ставити певні фінансові обмеження для деяких організацій у фармацевтичній галузі. Потрібно розглядати способи зниження вартості технологій та забезпечення їх доступності для широкого кола організацій. Застосування нових інформаційних технологій вимагає належного навчання та тренування персоналу. Часто виникають проблеми з недостатнім розумінням та навичками персоналу у використанні нових технологій. Для успішного впровадження необхідно розробляти програми навчання та підтримувати постійне навчання персоналу [1]. Використання інформаційних технологій у фармації також стикається з етичними питаннями, такими як приватність пацієнта, етичні норми використання штучного інтелекту

та автоматичне прийняття рішень. Дослідники та практики повинні уважно розглядати ці питання і знаходити способи мінімізувати потенційні ризики та дотримуватися етичних стандартів. Ці проблеми потребують уваги та дослідження для забезпечення ефективного використання інформаційних технологій у фармацевтичній галузі та мінімізації можливих негативних наслідків.

Блокчейн широко застосовується в фармацевтичній галузі для підвищення прозорості та безпеки. Він може бути використаний для відстеження походження лікарських засобів, контролю якості, управління постачанням та боротьби з підробками. Завдяки збільшенню обсягу доступних даних, аналітика даних стає дедалі важливішою в фармацевтиці. Використання різних аналітичних методів та машинного навчання допомагає виявляти тренди, прогнозувати попит на ліки, оптимізувати виробництво та вдосконалювати кінцеві результати. Збільшується кількість медичних закладів та аптек, які переходять до електронних медичних записів. Це спрощує обмін інформацією між медичним персоналом та фармацевтами, полегшує виписування та обробку рецептів, а також підвищує безпеку та точність лікування. З'являються нові мобільні додатки, які допомагають пацієнтам відстежувати свій стан здоров'я, дозування ліків, отримувати нагадування та звіти про стан здоров'я. Це покращує спілкування між пацієнтом та фармацевтом, сприяє прийняттю свідомих рішень та відповідальному вживанню лікарських засобів. Ці технології застосовуються для навчання медичного персоналу, покращення обізнаності про ліки та підвищення залучення пацієнтів до процесу лікування [3]. Загалом, інформаційні технології в фармацевтиці продовжують розвиватися, спрямовуючись на покращення результатів лікування, оптимізацію процесів та підвищення безпеки. Нові дослідження та інновації допомагають забезпечити більш ефективну та індивідуалізовану медичну допомогу.

Однією з цілей запровадження інформаційних технологій у фармацевтиці може бути вивчення впливу інформаційних технологій на фармацевтичну практику та результати лікування. Можна досліджувати, як впровадження нових технологій впливає на ефективність, безпеку та доступність лікарських засобів, а також на взаємодію між фармацевтами, лікарями та пацієнтами. Мета полягає у розробці нових інформаційних рішень, які відповідають потребам фармацевтичної галузі. Наприклад, дослідник може ставити за мету розробити ефективну систему управління запасами ліків, використовуючи автоматизацію та аналітику даних [2]. Іншою ціллю має бути дослідження етичних та правових питань, пов'язаних з використанням інформаційних технологій у фармацевтиці. Можливо вивчати питання конфіденційності медичних даних, етичного використання штучного інтелекту або

ефективного застосування блокчейн-технологій у фармації. Також метою може бути оцінка ефективності та прийняття нових технологій у фармацевтичну практику. Дослідник може проводити оцінку впровадження систем електронних медичних записів, мобільних додатків чи інших інформаційних рішень для фармацевтів та пацієнтів.

Основні способи використання інформаційних технологій у фармацевтиці:

1. Інформаційні системи допомагають фармацевтам відстежувати запаси лікарських засобів, контролювати терміни придатності, здійснювати замовлення та планувати постачання. Це дозволяє уникнути дефіциту або переінвентаризації, забезпечуючи наявність потрібних медикаментів.

2. У фармацевтиці використовуються електронні медичні записи для збереження та обробки інформації про пацієнтів, їхніх рецептах, медичних алергіях та інших медичних даних. Це спрощує обмін інформацією між медичними закладами та фармацевтичними аптеками.

3. Системи електронного рецепту дозволяють лікарям електронно виписувати рецепти безпосередньо в аптеці. Це покращує точність та ефективність процесу, зменшуючи ризик помилок при ручному введенні.

4. Інформаційні технології використовуються для автоматизації процесів виробництва лікарських засобів та контролю якості. Вони допомагають відстежувати кожен етап виробництва, вимірювати параметри якості та забезпечувати дотримання стандартів безпеки та ефективності.

5. Інформаційні технології допомагають в процесі дослідження нових лікарських засобів та їх розробки. Вони використовуються для моделювання, симуляції та аналізу даних, що дозволяє швидше та ефективніше впроваджувати нові препарати на ринок.

6. З огляду на конфіденційність медичних даних, фармацевтичні компанії вкладають значні зусилля в забезпечення безпеки та захисту інформації. Вони використовують шифрування, автентифікацію та інші заходи для запобігання несанкціонованому доступу до медичних даних.

І це лише кілька прикладів використання інформаційних технологій у фармацевтиці. За останні роки технологічний прогрес в цій галузі швидко розвивається, що сприяє покращенню якості медичного обслуговування та результатів лікування пацієнтів.

Вивчення теми інформаційних технологій у фармації має кілька важливих причин:

Застосування інформаційних технологій у фармацевтиці може покращити якість лікування та результати пацієнтів. Інформаційні системи допомагають відстежувати дані

про пацієнтів, надають швидкий доступ до медичних записів, оптимізують процес виписування та обробки рецептів, а також покращують безпеку лікарських засобів. Інформаційні технології допомагають автоматизувати та оптимізувати процеси у фармацевтичній галузі. Вони сприяють швидкому та точному аналізу даних, забезпечують ефективне управління запасами, виробництвом та логістикою, що призводить до економії часу, коштів та ресурсів. Розуміння та використання сучасних інформаційних технологій дозволяє фармацевтичним компаніям залишатись конкурентоспроможними на ринку [5]. Інноваційні рішення, такі як персоналізована медицина, використання штучного інтелекту та блокчейн-технологій, можуть принести значну перевагу в розробці ліків, виробництві та взаємодії з пацієнтами. Інформаційні технології впливають на роль фармацевтів, розширюючи їхні можливості та відповідальність. Фармацевти стають ключовими гравцями у забезпеченні інформаційної підтримки, наданні порад та сприянні пацієнтам у виборі та вживанні лікарських засобів. Розробка та використання інформаційних технологій пов'язані з питаннями безпеки та конфіденційності медичних даних. Вивчення цієї теми допомагає розробляти та впроваджувати заходи для захисту від кібератак, зловживань та несанкціонованого доступу до медичної інформації. Враховуючи ці причини, вивчення інформаційних технологій у фармації є важливим для покращення якості догляду за пацієнтами, оптимізації процесів та забезпечення успішного розвитку фармацевтичної галузі.

Подальший розвиток інформаційних технологій матиме значний вплив на фармацевтику.

Можливі напрямки цього впливу:

Розширення використання генетичних досліджень та молекулярних даних дозволить фармацевтичній галузі створити індивідуальні ліки, оптимізовані під конкретні характеристики пацієнта. Інформаційні технології допоможуть збирати, аналізувати та інтерпретувати великі обсяги даних про геноми та інші молекулярні дослідження, що сприятиме розвитку персоналізованої медицини. Застосування ШІ в фармацевтиці може включати автоматичний аналіз даних, прогнозування результатів клінічних випробувань, допомогу у відборі потенційних молекул для розробки нових лікарських засобів, підтримку прийняття рішень у діагностиці та лікуванні, а також оптимізацію процесів виробництва та постачання [4]. Збільшення обсягу, розмаїтості та складності медичних даних вимагає ефективних інструментів для їх збору, зберігання та аналізу. Використання великих даних у фармацевтиці дозволить виявляти нові закономірності, прогнозувати побічні ефекти та ефективність ліків, а також вдосконалювати процеси виробництва та логістику. Мобільні додатки, електронні платформи та інші засоби зв'язку стають все більш поширеними у сфері

охорони здоров'я. Вони можуть використовуватись для електронного замовлення ліків, нагадування про дозування, відстежування стану здоров'я, взаємодії з лікарями та фармацевтами, а також надання медичних порад [6]. Розвиток інформаційних технологій також ставить питання кібербезпеки у фармацевтиці. Забезпечення конфіденційності медичних даних, захисту від хакерських атак та зловживань є важливим аспектом використання інформаційних технологій у фармацевтиці. Загалом, подальший розвиток інформаційних технологій в фармацевтиці відкриватиме нові можливості для покращення лікування, розробки ліків та ефективності фармацевтичних процесів. Використання передових технологій допоможе підвищити якість медичної допомоги, знизити помилки та покращити результати лікування пацієнтів.

Список використаної літератури:

1. Talmon J., et al. (eds.) Health Informatics: An Overview. Springer, 2010.
2. Deshmukh V.G., Baheti A. Role of Information Technology in Healthcare: A Review. International Journal of Computer Applications, Vol. 55, No. 6, 2012.
3. Lapão L., et al. The Impact of Information and Communication Technologies on Healthcare, Health Outcomes, and Systems: A Systematic Review. JMIR Medical Informatics, Vol. 7, No. 1, 2019.
4. Kukafka R., et al. Consumer Health Informatics: Results of a Systematic Evidence Review and Evidence-Based Recommendations. Translational Behavioral Medicine, Vol. 10, No. 3, 2020.
5. Topol E.J. High-performance Medicine: The Convergence of Human and Artificial Intelligence. Nature Medicine, Vol. 25, No. 1, 2019.
6. World Health Organization. Health and the Millennium Development Goals. WHO Press, 2005.

УДК 616-073.8:004.89

Іванчук М.А.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕДИЦИНІ: АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА РИЗИКІВ НА ПРИКЛАДІ ChatGPT

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua

Анотація. У роботі досліджуються можливості та ризики використання штучного інтелекту (ШІ) в медицині. Стаття детально розглядає переваги, які може надати ШІ у сфері медицини, такі як точність діагностики, збільшення швидкості та ефективності лікування, зниження витрат на організацію медичної допомоги. Водночас, стаття зосереджує увагу на можливих недоліках використання ШІ, таких як небезпека зловживанням особистих даних пацієнтів, помилкові діагностики, залежність від технологій та загроза втрати робочих місць медичним персоналом.

Ключові слова. штучний інтелект, ChatGPT

Вступ. Інтелектуальні агенти, зокрема, глибокі нейронні мережі, відіграють важливу роль в розвитку різноманітних галузей науки, включаючи медицину. Одним із найбільш відомих та ефективних інтелектуальних агентів є ChatGPT, який базується на архітектурі GPT-3.5 та навчається на великій кількості текстів. У даній роботі розглянуто можливості його використання в медицині (рис.1).

Можливості використання ChatGPT в медицині

Діагностика та лікування. Однією з найперспективніших можливостей використання штучного інтелекту в медицині є використання ChatGPT для діагностики та лікування хвороб. Завдяки своїм навичкам у розпізнаванні та аналізі великих обсягів даних, цей інтелектуальний агент може стати надзвичайно корисним інструментом для медичних фахівців. Здійснюючи навчання на великій кількості медичних даних, ChatGPT може навчитися розпізнавати симптоми різних захворювань та пропонувати можливі діагнози. Це може бути особливо корисно в тих випадках, коли медичний персонал зіткнувається з складною чи рідкісною патологією, або коли потрібно швидко оцінити симптоми пацієнта, але доступ до спеціаліста обмежений. Крім того, ChatGPT може надавати рекомендації щодо ефективних методів лікування. Завдяки своїй здатності аналізувати дані із наукових статей, клінічних досліджень та медичних протоколів, він може враховувати найсучасніші та найефективніші підходи до лікування конкретного захворювання. Це може допомогти медичним працівникам приймати обґрунтовані рішення та планувати індивідуальний підхід до кожного пацієнта [1-8].

Підтримка пацієнтів. ChatGPT може бути надзвичайно корисним інструментом для підтримки пацієнтів у медицині. Завдяки своїй здатності генерувати текст і розуміти запитання, він може відповідати на запитання пацієнтів та надавати їм інформацію про їх стан здоров'я. Особливо важливою може бути підтримка, яку надає ChatGPT пацієнтам, які не можуть звернутися до лікаря особисто, наприклад, через віддалений доступ до медичних послуг або обмежену можливість звернутися до медичного персоналу. У таких випадках ChatGPT може стати віртуальним радником для пацієнтів, який надає їм інформацію про різні медичні стани, симптоми та можливі методи лікування. Крім того, ChatGPT може допомагати пацієнтам у розумінні медичних термінів та термінології. Медичний фахівець часто використовує спеціалізовану мову, яка може бути складною для зрозуміння для непрофесійної аудиторії. ChatGPT може перекласти складні терміни на зрозумілу мову та надати додаткові пояснення, щоб пацієнти могли краще розуміти своє становище та план лікування [1-8].

Прогнозування захворювань. ChatGPT має потенціал допомагати у прогнозуванні захворювань шляхом аналізу медичних даних та історії пацієнта. Завдяки своїй здатності розпізнавати паттерни та ідентифікувати фактори ризику, ChatGPT може допомогти медичним фахівцям визначати високоризикові групи пацієнтів та розробляти індивідуальні плани профілактики та лікування. За допомогою алгоритмів машинного навчання та глибокого аналізу медичних даних, ChatGPT може виявити складні зв'язки між симптомами, медичними показниками та прогнозованими результатами. Наприклад, він може аналізувати різноманітні медичні показники, такі як результати лабораторних тестів, зображення з обстежень, анамнез та інші фактори, що можуть вказувати на наявність певного захворювання або ризику його розвитку. Засновуючись на цих аналізах, ChatGPT може зробити прогнози стосовно майбутніх ризиків та висловити рекомендації щодо профілактики та лікування. Наприклад, він може виявити пацієнтів, які мають підвищений ризик серцево-судинних захворювань на основі їхньої медичної історії та факторів ризику, таких як вік, стать, генетичні фактори, куріння, високий артеріальний тиск та інші. Після цього ChatGPT може рекомендувати медичні тести, зміни у стилі життя та попередні лікування, які можуть допомогти зменшити ризик розвитку серцево-судинних проблем [1-8].

Оптимізація процесів. ChatGPT може відігравати важливу роль у оптимізації процесів в медичній галузі. Однією з можливостей його використання є автоматичне написання медичних документів. Замість того, щоб лікарі витрачали багато часу на складання звітів, статей або лікарських записів, ChatGPT може виконувати цю рутинну задачу. Він може аналізувати інформацію про пацієнтів, результати обстежень та інші клінічні дані, і генерувати медичні документи швидко та точно. Це дозволить лікарям зосередитися на безпосередній наданні медичної допомоги пацієнтам та зменшить їхнє навантаження. Крім того, ChatGPT може виявити корисні тенденції та інформацію, аналізуючи великі обсяги медичних даних. Завдяки своїм навичкам у розпізнаванні паттернів та аналізу, він може виявити зв'язки між певними факторами та результатами лікування, розпізнати ефективні методи лікування та прогнозувати результати для різних пацієнтів. Це дозволяє медичним установам вдосконалювати свої стратегії лікування та профілактики захворювань на основі об'єктивних даних [1-8].

Взаємодія зі штучним інтелектом. ChatGPT може виступати в якості інтерфейсу для взаємодії з іншими штучними інтелектуальними агентами в медичній галузі. Зокрема, він може взаємодіяти з системами автоматичного розпізнавання образів, що використовуються для аналізу медичних зображень. Завдяки своїй здатності розуміти мову та генерувати текст, ChatGPT може приймати інформацію від систем автоматичного розпізнавання образів, таких

як системи комп'ютерної томографії, магнітно-резонансної томографії або системи розпізнавання патологічних змін на шкірі. Після аналізу цієї інформації ChatGPT може надати лікарям додаткові висновки та рекомендації щодо діагностики та лікування. Наприклад, в системі комп'ютерної томографії ChatGPT може аналізувати отримані зображення і відповідати на запитання лікаря щодо локалізації аномалій, характеру патологічних змін, їхнього розміру та інших параметрів. Це може значно полегшити роботу лікаря, допомогти виявити складні аномалії та зробити точну діагностику [1-8].



Рис.1 Переваги та недоліки використання ШІ в медицині

Незважаючи на потенційні переваги використання ChatGPT в медицині, існують певні недоліки, які потрібно враховувати при його застосуванні (рис.1).

Недоліки використання ChatGPT в медицині

Необхідність навчання. ChatGPT потребує значного обсягу навчальних даних, щоб стати ефективним. У випадку медичної інформатики це може означати, що потрібно мати значну кількість медичних записів та інформації про стан пацієнтів. Чим більше різноманітних та репрезентативних даних буде використано під час навчання, тим краще буде здатність ChatGPT розпізнавати симптоми, надавати діагнози та рекомендації щодо лікування. Однак, важливо враховувати, що недостатньо точні результати можуть бути пов'язані з обмеженим обсягом навчальних даних або з неоднорідністю цих даних. Якщо навчальний набір даних недостатньо представляє широкий спектр захворювань, популяцій та клінічних ситуацій, то можуть виникати проблеми з узагальненням результатів моделі на нові випадки.

Низька точність. Незважаючи на велику кількість навчальних даних, ChatGPT, як будь-яка інша модель штучного інтелекту, може мати певні помилки та обмеження. Ці помилки можуть виявитися у розумінні пацієнтських запитів або в точності надання медичної інформації. Це особливо небезпечно у випадку, коли ChatGPT надає поради щодо лікування або діагностики. Важливо пам'ятати, що ChatGPT не замінює медичну консультацію та фахівця, і не може бути використаний як остаточний джерело медичної інформації. Завжди рекомендується звертатися до кваліфікованого лікаря для отримання точних діагнозів, рекомендацій щодо лікування та інших медичних питань. Організації, які використовують ChatGPT або інші системи штучного інтелекту в медицині, повинні бути обережними і враховувати потенційні помилки та обмеження моделі. Вони повинні забезпечувати нагляд та контроль над взаємодією моделі з пацієнтами, використовуючи її лише як додатковий інструмент для надання підтримки та допомоги медичним фахівцям у прийнятті рішень.

Недостатня конфіденційність та етичні питання.

Використання ChatGPT у медицині може народжувати важливі етичні питання, зокрема щодо конфіденційності медичної інформації та відповідальності за надання рекомендацій та діагнозів. Якщо система не забезпечує достатнього рівня захисту даних, це може призвести до витоку конфіденційних медичних даних, що може мати серйозні наслідки для пацієнтів. Збір, зберігання та використання даних про пацієнтів повинні відповідати вимогам конфіденційності та захисту персональних даних. Медичні організації, що використовують ChatGPT, повинні дотримуватися встановлених стандартів безпеки даних та практик, таких як використання шифрування, обмеження доступу до інформації, анонімізація даних та забезпечення захищених систем зберігання. Крім того, важливо вирішувати етичні питання, пов'язані з відповідальністю за видачу рекомендацій та діагнозів. Модель ChatGPT, хоч і може бути корисною у наданні підтримки та інформації, не може приймати остаточні рішення, які потребують професійної медичної оцінки. Лікарі та інші медичні фахівці повинні завжди брати на себе відповідальність за остаточні діагнози та лікування пацієнтів.

Залежність від технології та потенційна заміна медичного персоналу.

Використання ChatGPT у медицині може призвести до залежності від технології, що може вплинути на здатність лікарів вирішувати проблеми інтуїтивно та робити розсудливі висновки без використання інструментів штучного інтелекту. Хоча ChatGPT може бути корисним інструментом підтримки, важливо, щоб медичні фахівці продовжували розвивати свої навички та здібності, щоб забезпечити високу якість медичного обслуговування. Застосування ChatGPT може також призвести до автоматизації певних медичних професій,

таких як медичні сестри та адміністратори. Це може мати вплив на якість медичного обслуговування та робочі місця. Важливо збалансувати впровадження штучного інтелекту зі збереженням людського елемента в медицині. Медичні фахівці мають зберігати свою унікальну експертизу та здібності, а штучний інтелект слід використовувати як інструмент для підтримки та покращення їх роботи.

Невідповідність індивідуальним потребам пацієнта.

Хоча використання ChatGPT у медицині може бути корисним, важливо зазначити, що система може не забезпечити достатньої індивідуальної уваги до потреб кожного пацієнта. ChatGPT працює на основі загальних моделей та шаблонів, і його поради або діагностика можуть бути загальними та не враховувати унікальних особливостей, історії хвороби та контексту кожного пацієнта. Враховуючи це, важливо, щоб медичні фахівці та пацієнти розуміли обмеження ChatGPT та використовували його як один із додаткових джерел інформації та підтримки. Коли мова йде про медичну діагностику, прийняття рішень щодо лікування та догляду за пацієнтами, надійність та індивідуальний підхід від гуманного медичного фахівця є незамінними. У таких випадках, де індивідуальна увага до пацієнта є критичною, найкращим підходом буде особистий контакт з медичним фахівцем, який зможе зробити більш точний аналіз ситуації та врахувати унікальні особливості кожного пацієнта. Штучний інтелект, включаючи ChatGPT, може бути цінним допоміжним інструментом, але не може замінити людську експертизу, емпатію та індивідуальний підхід в медичному догляді.

Загалом, використання ChatGPT в медицині може мати значний потенціал для покращення ефективності та доступності медичного обслуговування, але водночас потребує уважного врахування його недоліків та можливих ризиків. Результати, отримані з ChatGPT, мають бути завжди перевірені та додатково перевірені медичним персоналом перед прийняттям будь-яких медичних рішень.

Висновки

ChatGPT - потужний інструмент, який може знайти своє застосування в медицині. Він може бути використаний для діагностики та лікування, підтримки пацієнтів, прогнозування захворювань, оптимізації процесів та взаємодії з іншими штучними інтелектуальними агентами в медичній галузі. Проте, перед тим, як використовувати штучний інтелект в медицині, необхідно враховувати етичні та правові питання, пов'язані з обробкою медичних даних.

Список використаних джерел:

1. Zhang, J., Xie, B., & Yang, Y. (2020). GPT-2 and BERT for answering clinical questions in health forums. *Journal of biomedical informatics*, 107, 103440.

2. Ling, L., Yu, Z., & Shen, Y. (2020). Application of GPT-2-based natural language generation in medical chatbots. *Journal of Medical Systems*, 44(3), 50.
3. Fagherazzi, G., Ravaud, P., & Digital Health Emerging, T. (2019). Use of digital health technology and artificial intelligence to improve healthcare: a systematic review. *Digital Health*, 5, 2055207619847544.
4. Shickel, B., Tighe, P. J., Bihorac, A., & Rashidi, P. (2018). Deep EHR: A survey of recent advances in deep learning techniques for electronic health record (EHR) analysis. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 22(5), 1589-1604.
5. Rajkomar, A., Oren, E., Chen, K., Dai, A. M., Hajaj, N., Hardt, M., ... & Zhang, K. (2018). Scalable and accurate deep learning with electronic health records. *npj Digital Medicine*, 1(1), 1-10.
6. Kulkarni, P., Aliferis, C., & Ranganath, R. (2019). A review of natural language processing techniques in healthcare domain. In 2019 IEEE EMBS International Conference on Biomedical & Health Informatics (BHI) (pp. 1-4). IEEE.
7. Yeung, S., Downing, N. S., Fei-Fei, L., & Chang, H. (2019). The impact of artificial intelligence in medicine on the future role of the physician. *PeerJ*, 7, e7702.
8. Char, D. S., Shah, N. H., Magnus, D., *Implementing Machine Learning In Health Care: Addressing Ethical Challenges*, Springer Nature Switzerland AG 2020, C. Wang et al. (eds.), Springer Healthcare Technology, DOI: 10.1007/978-3-030-45092-5_7.

УДК 378.147:004.85

Махрова Є.Г., Кузьмак О.О.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЧАТ GPT У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Анотація. Сьогодні стрімко розвивається напрямок штучного інтелекту в різних галузях людського життя. З'являються сотні досліджень у цій галузі, десятки розробок та безліч методик впровадження систем штучного інтелекту в різні сфери людської діяльності. В правильних руках цей сервіс стає надзвичайним інструментом всебічного використання та здатен принести чимало користі кожному суб'єкту суспільства. Та на жаль, ані теперішній студент, ані викладач не використовують колосального потенціалу систем штучного інтелекту. Студенти сприймають Chat GPT, як легкий спосіб здобути хороші оцінки та полегшити собі життя. Викладачі ж консервативно не бажають зв'язуватись з стрімким розвитком світу, який уже й так перегнав більшість застарілих методик. Теперішнє покоління надзвичайно діджиталізоване та сприймає інформацію зовсім не так, як попередні покоління, проте сучасному студенту важко побачити справжній потенціал використання новітніх систем.

Ключові слова: штучний інтелект, Chat GPT, діджиталізація навчальний процес.

Метою статті є показати викладачу та студенту потенціал впровадження систем ШІ у навчальний процес, на прикладі системи Chat GPT.

Матеріали та методи: іноземний досвід використання системи Chat GPT в межах системи вищої освіти, як інструменту для покращення освітнього процесу.

На нашу думку, системи штучного інтелекту здатні здійснити справжню революцію в межах усіх щаблів освіти. Ці системи мають надзвичайно широкий функціонал, який на жаль сьогодні використовується переважно як можливість легких оцінок, або й узагалі використовується для дурниць. Проте у правильних руках та за умови унормованого межами системи академічної доброчесності використання, системи штучного інтелекту стануть потужним інструментом в межах освітньої галузі.

В першу чергу сервіси, подібні Chat GPT є надзвичайно ефективними пошуковими системами. У випадку прохання написати реферат чи наукову роботу ШІ видає значний список джерел на необхідну тему, яких достатньо для отримання немалого багажу знань з цієї тематики. Також у нього можна попросити дати корисні посилання для опрацювання джерел того чи іншого напрямку з можливістю подальшого їх використання. Тобто Chat GPT може стати корисним сервісом для молодих науковців, які ще не знають де шукати джерела інформації для своїх досліджень.

Іноземні дослідники пропонують впровадження системи Chat GPT, як безкоштовного репетитора чи помічника у підготовці до занять чи загалом у навчанні. Цей сервіс здатен формувати завдання й відповідним чином підлаштовуватись під конкретного учня чи студента. Таким чином це робить можливим для студента без складнощів додатково займатися вдома та звертати увагу саме на ті аспекти у яких він має прогалину. Тобто ШІ здатен не просто розвинути студентоцентрикований підхід у межах навчального закладу, а й створити можливості індивідуального підходу до кожного студента окремо, а особливо до студентів зі складнощами чи особливостями навчання. Це можливо тому, що ШІ здатен працювати з відповідним рівнем студента, підлаштовуватись під його темп та можливості.[1]

Системи такі, як Chat GPT здатні створювати тести та завдання різного характеру, що робить можливим ефективну оцінку рівня студента. Оскільки він здатен генерувати вправи різного ступеня важкості, ми можемо відслідкувати прогрес студента, його просування в межах предмету викладання та загалом ефективність його навчання. ШІ здатен генерувати різного роду контент, відповідно крім оцінки студента, ця система здатна внести інтерактив у навчальний процес та значно покращити можливості комунікації на рівні викладач – студент.[1]

З допомогою Chat GPT можна перевіряти та вдосконалювати власні тексти: реферати, курсові чи наукові роботи, тощо. Також їх можна вдосконалювати, як за рахунок інформації, яку надає сервіс у відповідь на запит, так і за рахунок джерел, які він пропонує

для опрацювання. Також він здатен значно покращити результативність студентів, а особливо медиків, адже він може надати непогану інформацію з тієї чи іншої тематики. Для студента медика це може стати чудовим виходом, щоб не купувати тони підручників та не обкладатись з ніг до голови макулатурою.

Як можна зрозуміти, штучний інтелект є надзвичайно потужним інструментом у правильних руках. Проте що ж робити з темною стороною його використання? Студенти чітко розуміють його можливості й активно займаються плагіатом, використовуючи цей сервіс. Подібні дії нищать поняття навчання, як таке.

Для запобігання цьому пропонуються конкретні врегулювання для впровадження ШІ в освітній процес:

1. Використання штучного інтелекту при написанні будь-яких робіт повинне бути обмежене пошуком інформації та її джерел.
2. Інформація, надана системою Chat GPT потребує ретельного уточнення, перевірки та у подальшому правильного цитування.
3. Студент повинен інформувати викладача про використання у ході роботи штучного інтелекту, або як мінімум визнавати це, тобто потрібно працювати над відповідальністю та чесністю студентів.
4. Обов'язково повинен бути усний контроль знань студента у темі в режимі реального часу та переважно усного опитування, що дасть можливість викладачу оцінити самостійність виконання завдання чи написання роботи.
5. Існують засоби виявлення вмісту ШІ в роботі. Ці засоби повинні використовуватись, як система обов'язкового контролю. Також варто зазначити, що Chat GPT має потужну базу та запам'ятовує усі свої попередні дії та здатен вказати на його ж використання при написанні роботи чи виконанні завдання, ця особливість також повинна бути використана, як обов'язковий засіб контролю.[2]

Ці 5 пунктів допоможуть нам обійти весь потенційний негатив, що здатна спричинити платформа для системи освіти. При цьому ми отримаємо надзвичайний інструмент не лише для студентів, а й для викладачів.

ШІ вміє складати плани занять, відповідно до навчального плану та навантаження на студента, що дозволить значно полегшити роботу викладацького складу. Також система Chat GPT вміє давати поради з покращення робіт, наприклад есе чи рефератів, що дає можливість викладачу звести свої зауваження до прохання запитати у платформи її поради. Звісно ці зауваження слід уважно перечитати та доповнити своїми, але це значно збільшує можливості для покращення роботи студентів. У Chat GPT є ще одне вміння що здатне забезпечити цей

пункт та запобігти бар'єру комунікації в системі викладач-студент. Ця платформа вміє формулювати визначення та пояснювати поняття залежно від рівня студента. Наприклад, якщо попросити дати визначення певному поняттю для 7-ми річного, алгоритми ШІ сформулюють пояснення відповідного рівня. Також фантастичною методикою навчання є груповий аналіз. Група студентів може аналізувати написане штучним інтелектом, таким чином обробляючи як саму інформацію так і її подання.[3]

Надзвичайними є можливості системи Chat GPT у вивченні мови. Він є ефективним інструментом для практики граматики, розуміння тексту та мовної комунікації. ШІ здатен шукати аудіо вправи й таким чином створювати атмосферу всебічного вивчення мови. Він спроможний робити виправлення у ваших текстах, генерувати власні завдання, перекладати написане та створювати діалоги. Таким чином система створює можливість для ефективного навчання у мовній галузі.[4]

Тобто, штучний інтелект може внести колосальний позитив у освітній процес. Він здатен полегшити навчання студентам та зменшити кількість роботи викладачів. Крім того ШІ це шлях до модернізації освітнього процесу та зацікавлення нового покоління студентів. Він спроможний покращити результати суб'єктів освітнього процесу та посприяти створенню нових методик навчання та викладання [5].

Отже, безумовно, система Chat GPT має безліч недоліків, які проявляються й зараз. Безумовно вона здатна вести до негативних змін за її неналежного використання та відсутності контролю роботи з нею. Проте, за належного врегулювання та контролю – це надзвичайно потужний інструмент, здатний здійснити революцію в межах освітньої галузі. ШІ відкриває нові можливості, як для студентів так і для викладачів. Він дозволяє розвивати справді студентоцентризований підхід з індивідуалізованою співпрацею викладач-студент. Це нові можливості для створення інтерактивних завдань та розроблення нових форм роботи. ШІ дозволяє вивчати будь-який предмет, допомагає з пошуком інформації та розробкою завдань. Нам залишається лише розробити регулюючий апарат та впровадити цю систему в освітній процес. За умов грамотного використання це без сумніву значно покращить систему освіти.

Список використаних джерел

1. How Chat GPT will affect Education[Електронний ресурс]//Tech in Tech – 2023 - URL: <https://techinteach.com/how-chat-gpt-will-affect-education/>
2. [Mohanad Halaweh](#) ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation[Електронний ресурс]/[Mohanad Halaweh](#)//ResearchGate - 2023 - URL: https://www.researchgate.net/publication/369040639_ChatGPT_in_education_Strategies_for_responsible_implementation

3. ChatGPT in the classroom. Step-by-step guide for educators[Електронний ресурс]//kinderpedia 2023 – URL: <https://www.kinderpedia.co/chat-gpt-in-the-classroom-guide-for-educators.html>
4. Alice Ivey How to use ChatGPT to learn a language[Електронний ресурс]//Alice Ivey//Cointelegraph – 2023 – URL: <https://cointelegraph.com/news/how-to-use-chatgpt-to-learn-a-language>
5. ChatGPT and its impact on education[Електронний ресурс]//Crossplag – 2023 – URL: <https://crossplag.com/chatgpt-and-its-impact-on-education/>

УДК: 615.012:004.8

Олар О.І.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ФАРМАЦІЇ: ВИКОРИСТАННЯ, МОЖЛИВОСТІ, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ У ГАЛУЗІ ВІДКРИТТЯ ЛІКІВ

Буковинський державний медичний університет

olena.olar@bsmu.edu.ua

Анотація. Розглянуто основні роль та досягнення, а також проблеми напрямку використання технологій штучного інтелекту у фармації, зокрема у галузі відкриття ліків.

Ключові слова: фармація, медицина, штучний інтелект, машинне навчання, відкриття ліків.

Цифрова індустрія охорони здоров'я розвивається надзвичайними темпами, і її, безсумнівно, прискорила пандемія COVID-19. «Цифрове здоров'я» та «штучний інтелект» стали звичними словами як у сфері охорони здоров'я, так і за її межами.

Сьогодні можна стверджувати, що штучний інтелект (ШІ) здійснив революцію в сфері охорони здоров'я пройшовши довгий шлях від етапу зберігання та управління інформацією та даними (напр., історії хвороби пацієнтів, записи про запаси ліків та їх продажі, тощо) до роботизованої медичної техніки та програмного забезпечення і комп'ютерних додатків у вигляді діагностичних інструментів для технологій МРТ, КТ та інших променевих, і не тільки, видів діагностики. Спостерігаючи за прогресом ШІ у галузі медицини фармацевтичний сектор не залишився осторонь. Впродовж останнього десятиріччя у світовій фармацевтичній практиці було виявлено значне зростання інтересу до використання технології ШІ для аналізу та інтерпретації таких важливих галузей фармації, як відкриття і синтез ліків, розробка лікарських форм, поліфармакологія та госпітальна фармація [1]. Існує ще багато аспектів фармації, на які ШІ може вплинути, і фармацевти повинні розглянути ці можливості, оскільки вони найближчим часом можуть стати реальністю, в тому числі, й в аптечній практиці.

За оцінками Глобального інституту McKinsey, штучний інтелект і машинне навчання у фармацевтичній промисловості можуть приносити десятки мільярдів доларів щорічно в системах охорони здоров'я розвинених країн. На думку дослідників, використання цих технологій покращує процес прийняття рішень, оптимізує інновації, підвищує ефективність досліджень/клінічних випробувань і створює корисні нові інструменти для лікарів, споживачів, страховиків і регуляторів. Провідні фармацевтичні компанії, зокрема Roche, Pfizer, Merck, AstraZeneca, GSK, Sanofi, AbbVie, Bristol-Myers Squibb і Johnson & Johnson, уже співпрацювали з технологіями ШІ або придбали їх [2].

ШІ — це загальний термін для ряду підходів і технологій, які стосуються використання передових обчислювальних підходів, які здатні імітувати прийняття рішень людиною. Сьогодні велика увага приділяється такому напрямку ШІ, як машинне навчання (machine learning - (ML) та глибоке навчання (deep learning), які зосереджені на тому, щоб дозволити комп'ютерам навчатися на основі досвіду, а не слідувати прямому алгоритму. Впродовж останніх років ШІ, і особливо ML та DL, все більше знаходять свій шлях до відкриття та розробки ліків. ШІ розширює можливості дослідників, часто перевершуючи альтернативні методи, починаючи від моделювання взаємодії ліків і мішені до репозиціонування ліків.

Існує багато гілок ML до відкриття ліків (напр., контрольоване та неконтрольоване навчання, навчання з підкріпленням), різні алгоритмічні підходи в цих галузях (напр., лінійна регресія, нейронні мережі, опорні векторні машини) і різні сфери застосування (напр., ідентифікація цілей, генеративна хімія, стратифікація пацієнтів), які потім можуть бути застосовані в різних галузях і призначені для лікування від рідкісних і ультрарідкісних до дуже поширених захворювань [3]. Безсумнівно, відсутність передових технологій значно обмежила б процес розробки ліків, роблячи його трудомістким і вартісним завданням [4].

Розглянемо детальніше сучасний етап використання ШІ у відкритті ліків. До цієї категорії можна віднести наступні напрямки [5]:

1. ШІ у дизайні ліків. Тут до переліку основних функцій ШІ можна включити:
 - прогнозування 3-D структури цільових білків;
 - прогнозування взаємодії ліки-білки;
 - визначення активності ліків;
 - дизайн ліків *de novo*;
2. ШІ у поліфармакології. Основна роль ШІ для цього напрямку:
 - дизайн біоспецифічних молекул ліків;
 - дизайн багатоцільових молекул ліків;

3. ШІ у хімічному синтезі. Тут штучна компетентність вирішує питання щодо:
 - прогнозування виходу реакції;
 - прогнозування ретросинтезного шляху;
 - розвиток ідей механізмів реакцій;
 - дизайн синтетичних засобів;
4. ШІ у перепрофілюванні ліків. В основному, робота ведеться за напрямками:
 - ідентифікація терапевтичних цілей;
 - прогнозування нового терапевтичного використання;
5. ШІ для скринінгу ліків. Для даного напрямку ШІ здійснює:
 - прогнозування токсичності ліків;
 - прогнозування біоактивності;
 - прогнозування фізико-хімічних властивостей;
 - ідентифікація та класифікація цільових клітин.

Незважаючи на свої переваги, ШІ стикається з такими проблемами з даними: їх масштаб та постійне кількісне зростання, значна різноманітність і невизначеність. Набори даних, доступні для розробки ліків у фармацевтичних компаніях, можуть включати мільйони сполук, і традиційні інструменти машинного навчання можуть не працювати з такими типами даних. Обчислювальна модель на основі кількісного співвідношення структура-активність може швидко передбачити велику кількість сполук або простих фізико-хімічних параметрів. Однак ці моделі дещо відрізняються від прогнозування складних біологічних властивостей, таких як ефективність або побічна дія сполук. Крім того, моделі також стикаються з такими проблемами, як невеликі навчальні набори, помилка експериментальних даних у навчальних наборах і відсутність експериментальних перевірок. Щоб подолати ці виклики використовують DL. Моделі DL показали значну прогностичність порівняно з традиційними підходами для наборів даних про всмоктування, розподіл, метаболізм, виведення та токсичність кандидатів на ліки [6,7].

Провідні біофармацевтичні компанії об'єдналися для сумісної роботи з IT-компаніями, які розвивають технології ШІ [5]. Розглянемо основні напрямки роботи деяких з них. Наприклад,

- Roche співпрацює з Owkin і спеціалізуються на відкритті та розробці лікарських засобів та клінічних випробуваннях на основі мереж ML;
- Pfizer взаємодіє з XtalPi та IBM Watson працюючи над використанням досягнень квантової фізики підсилених алгоритмами ML з хмарною архітектурою для прогнозування 3-D структури молекул, їх механічних і хімічних властивостей і

можливої взаємодії з рецепторами білків та використання ML, технологій розпізнавання мови та когнітивного міркування в імуно-онкології для знаходження нових мішеней для ліків, комбінованої терапії, вибору стратегії для пацієнта та ін., відповідно;

- Novartis сумісно з Microsoft розробляють методи клітинної і генної терапії та їх оптимізації, генеративної хімії, сегментацію і аналіз для смартперсоналізованої терапії;
- Sensyne Health використовує власну клінічну платформу ШІ, розробляючи нові ліки для серцево-судинних захворювань для Bayer;
- BenevolentAI співпрацює з Astra Zeneca, використовуючи платформи на основі нейронних мереж для розробки ліків для пацієнтів з захворюваннями нирок та ідіопатичними легeneвими фіброзами та з Janssen - для ліків кандидатів у лікуванні пацієнтів з хворобою Паркінсона.

Крім того, у відкритому доступі є кілька віртуальних хімічних просторів, зокрема PubChem, ChemBank, DrugBank, ChemDB та ін., які використовуються для пошуку біологічно активних сполук, здійснюючи віртуальний скринінг і допомагаючи підібрати молекули для подальшого тестування. Чисельні методи *in silico* для віртуального скринінгу сполук із віртуальних хімічних просторів, а також підходи, засновані на структурі та лігандах, забезпечують оптимальний відбір молекул ліків.

В останні роки важливого значення в галузі терапії та діагностики набули методи доставки ліків за допомогою наночастинок (НЧ), оскільки виявилися досить ефективними. Поєднання нанотехнологій і штучного інтелекту могло б забезпечити вирішення багатьох проблем у розробці препаратів [8].

Цілком імовірно, що ШІ стане безцінним інструментом у фармацевтичній промисловості в найближчому майбутньому. ШІ також може сприяти встановленню безпеки та ефективності продукту під час клінічних випробувань, а також забезпеченню належного позиціонування та оцінки вартості на ринку шляхом всебічного аналізу та прогнозування ринку.

Список використаних джерел

1. Raza M. A., Aziz S., Noreen M., Saeed A., Anjum I., Ahmed M., Raza S. M. Artificial Intelligence (AI) in Pharmacy: An Overview of Innovations. *INNOVATIONS in pharmacy*. 2022. 13(2). Article 13.
2. Pharma News Intelligence. Режим доступу: <https://pharmanewsintel.com/>.
3. Bittner M.-I. AI in drug discovery: Applications, opportunities, and challenges. *Patterns (N Y)*. 2022. 3(6). 100529.
4. Mak K.-K., Pichika M.R. Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. *Drug Discovery Today*. 2019. 24. 773–780.

5. Paul D., Sanap G., Shenoy S., Kalyane D., Kalia K., and Tekade R. K. Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug Discov Today*. 2021. 26(1). 80–93.
6. Zhu H. Big data and artificial intelligence modeling for drug discovery. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 2020.60. 573–589.
7. Ciallella H.L., Zhu H. Advancing computational toxicology in the big data era by artificial intelligence: data-driven and mechanism-driven modeling for chemical toxicity. *Chem. Res. Toxicol.* 2019. 32:536–547.
8. Sacha G.M., Varona P. Artificial intelligence in nanotechnology. *Nanotechnology*. 2013;24:452002.

Taranyuk G.P, Atamas N.O., Polyakov O.A. , Vygovska O.V., Matushko I.P.

METHODOLOGICAL ISSUES OF MODELLING OF THE MEAN ARTERIAL PRESSURE

International European University, Kyiv,; Vienna University, Campus-Vienna-Biocentre; Kyiv

Medical University Kyiv,; Bogomolets National Medical University, Kyiv,

Taras Shevchenko National University of Kyiv

gennadiytaranyuk@ieu.edu.ua

The mean arterial pressure (MAP) is an important hemodynamic indicator, and a critical parameter for the diagnosis and management of various medical conditions, such as hypertension, heart failure, and shock. Maintaining adequate MAP is essential for the prevention of end-organ damage and the optimization of tissue perfusion. The target MAP varies depending on the patient's condition and comorbidities. Accurate measurement of MAP and the understanding of the factors that affect its value are essential for the optimal management of patients. In clinical practice it is widely used to measure MAP indirectly by means of sphygmomanometer, which measures the systolic and diastolic blood pressures on the base of which MAP is finally computed. Being a theoretical construct MAP needs to be modelled and represented in practically convenient, and desirably universal way. The most commonly used formula to calculate MAP is following:

$$\text{MAP} = \text{diastolic pressure} + 1/3 (\text{systolic pressure} - \text{diastolic pressure}).$$

Strange as it may seem, but in academic literature and scientific papers there is a little said for justification of the given formula and its alternatives with respect to physical meaning, mathematical and physiological assumptions and restrictions in its modelling. The present report is due to discuss some methodological aspects of the issue.

According to the standard commonly used definition of MAP, it is an average effective blood pressure in large major arteries (namely in aorta) that sustain the actual blood circulation during the period of a cardiac cycle. Mathematically MAP is computed as an area under the graph of function of blood pressure in arteria with respect to time divided by the period of a single cardiac cycle, during which the arterial blood pressure (BP) changes from its minimum value (diastolic pressure (DP)) up to its maximum value (systolic pressure (SP)). As the exact relationship *pressure*

vs time is unknown it has to be approximated in some way, one of which is a power series expansion for the function *blood pressure vs time* BP(t) in assumption that it is a smooth periodic function. Proceeding from the fact that conditions of the blood flow coming out of the ventricles are different over the cardiac cycle, it is necessary to divide the cardiac cycle into separate respective periods during which the flow conditions are suggested to be uniform, and the corresponding values of MAP to be computed and averaged then over the entire period of the cycle. With the use of this general approach some particular cases are to be considered.

One possible option is to separate the ejection phase as itself and the rest of the cycle after aortic valve closes. Another option is to divide the cardiac cycle into a period over which the BP is being built up from DP to SP within the ejection phase (the ascending wing of the graph *pressure vs time* after the moment of the aortic valve opens), and another period is the rest of the cardiac cycle (the descending wing of the graph *pressure vs time*). In this case modelling of the MAP by means of power series expansion for the function *pressure vs time* with respect to the third term of expansion on each taken into consideration periods of the cardiac cycle leads to the formula:

$$\text{MAP} = \text{SP} - \frac{1+\delta}{3} \cdot (\text{SP} - \text{DP}),$$

where δ is a fraction of the cardiac cycle period (T) which comes on the time it takes to reach the maximum BP value (t_{SP}) after the aortic valve opens ($\delta = \frac{t_{SP}}{T} = t_{SP} \cdot \text{HR}$, HR is the heart rate). This formula allows to consider two particular cases that possess self-standing physical and physiological meaning. Considering MAP in terms of its definition over period of the cardiac circle, and setting δ to be zero in assumption that time to reach SP is much shorter the time of the cardiac cycle, then the effective pressure in major arteries is:

$$\text{MAP} = \text{SP} - \frac{1}{3} \cdot (\text{SP} - \text{DP}) = \frac{2\text{SP} + \text{DP}}{3} .$$

On the other hand, setting δ to be 1, what means taking into consideration only the period of building up pressure during the ejection phase, and having this time to be the period of an effective blood pressure formation the formula for MAP takes on the standard practically used form:

$$\text{MAP} = \text{SP} - \frac{2}{3} \cdot (\text{SP} - \text{DP}) = \text{DP} + \frac{1}{3} \cdot (\text{SP} - \text{DP}) = \frac{2\text{DP} + \text{SP}}{3} .$$

Actually, it means that it is reasonable to distinct two different aspects in the notion of MAP, one of which is with respect to the blood pressure conditions in major arteries during the entire cardiac cycle, and another one, which refers to the period of SV formation, as the vast of ejecting blood volume comes on the period of reaching BP its maximum value. In this regard authors propose to coin the term the *Mean Stroke Pressure* (MSP), and which is better logically consistent with the relationship between cardiac output (CO) and total peripheral resistance (TPR):

$$CO = \frac{MAP - CVP}{TPR}$$

The above given considerations say that the problem of modelling MAP has its specific methodological and semantic problems which are still in issue.

Іванчук П.Р. , Тащук В.К., Маліневська-Білійчук О.В.
ЦИФРОВА ОБРОБКА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ: РАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙНА ДІАГНОСТИКА
НЕВІДКЛАДНИХ СТАНІВ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ivanchuk.pavlo@bsmu.edu.ua , vtashchuk@ukr.net

Диференційна діагностика невідкладних станів у кардіології потребує від медичних фахівців чіткого розуміння патологічних процесів та їх проявів у конкретного пацієнта. Гострий коронарний синдром (ГКС) та тромбоемболія легеневої артерії (ТЕЛА) можуть супроводжуватися схожою симптоматикою і можуть мати тяжкі і, навіть, фатальні наслідки у разі запізнілої, або помилкової діагностики, а відтак неправильного, або відтермінованого лікування. Окремо стоїть антифосфоліпідний синдром (АФС) - аутоімунне захворювання, що характеризується тромбозом, ускладненнями вагітності та постійно позитивними антифосфоліпідними антитілами. Серцевими прояви при АФС можуть бути: інфаркт міокарда, включно з нормальними коронарними артеріями, легенева гіпертензія, внутрішньосерцевий тромб, ретромбоз шунтів коронарних артерій. Із позасерцевих проявів: тромбоз глибоких вен, ТЕЛА, інсульт.

Кардіологія на даний момент займає перше місце із застосування штучного інтелекту, та машинного розпізнавання у інтерпретації змін на електрокардіограмі (ЕКГ) з подальшим стратифікацією пацієнтів - перспективний інструмент сортування на догоспітальному етапі та у відділенні невідкладної допомоги. Вчасна реєстрація ЕКГ з розподілом STEMI/non-STEMI та проведенням ПКВ дозволяє знизити смертність за STEMI з 9% до 7%, за non-STEMI з 6,5% до 4,9%. Щодо догоспітальної діагностики ТЕЛА, то тут ЕКГ також відіграє значну роль і дозволяє виконати ранню діагностику зі своєчасним доставленням пацієнта у відповідну клініку з можливістю специфічного дообстеження і раннім початком спеціалізованої невідкладної допомоги.

Для реалізації наповнення бази знань та удосконалення роботи автоматизованої системи «Смарт-ЕКГ» (свідоцтво про реєстрацію авторського права №73687) було проаналізовано ЕКГ пацієнтів з ГКС та ТЕЛА, особливо за наявності АФС, з визначенням параметрів диференційованого зубця Т (відношення максимальних швидкостей (ВМШ) та відношення сусідніх екстремальних значень (ВСЕЗ)) та кута β^0 нахилу сегмента ST і висоти продовження спрямування нахилу сегмента ST (ST-slope) через 1 секунду реєстрації (mV).

Для ГКС STEMI (найгостріша стадія) було характерним зростання ST-slope на 601,4%, кут β^0 зростав на 465,77% відносно референсних значень. Для NSTEMI показник ВМШ знижувався на 75,03%, значення ВСЕЗ зросло на 220,26%, показник ST-slope зростав на 326%, а кут β^0 зростав на 289,49% відносно референсних значень. Для ТЕЛА було встановлено, що показник ВМШ знизився на 71,75%, ВСЕЗ зріс на 277,63%, ST-slope зріс на 53,6%, а кут β^0 зріс на 53,97%, відносно референсних значень. Щодо ТЕЛА за АФС то були встановлені наступні зміни: ВМШ знизився на 70,68%, значення ВСЕЗ зросло на 293,16 %, ST-slope зріс на 140,58%, а кут β^0 зріс на 21,28% відносно референсних значень.

Для ТЕЛА при АФС характерне зниження показника ВМШ (>70%) від норми подібне до динаміки змін ВМШ за STEMI та NSTEMI, що пов'язано з формуванням негативного зубця Т – як маркер перевантаження правого шлуночка. Показник ST-slope зростав на 140,58% порівняно з нормою, проте значно менше, ніж за STEMI найгострішої фази (601,4%) та NSTEMI (326%), що пояснюється порушенням фази реполяризації, появою інвертованого Т, проте не підтверджує інфарктоподібні зміни ST, бо його збільшення приблизно в 4 рази менше, ніж при найгострішій стадії STEMI та в 2 рази менше, ніж за NSTEMI.

Таким чином анамнез пацієнта + ЕКГ з комп'ютеризованою діагностикою та використання штучного інтелекту – перспектива для швидкого сортування пацієнтів – вчасне проведення спеціалізованої невідкладної допомоги зі зниженням ризику смертності і кращими шансами на одужання.

Криштопа А.О., Лозовицька А. Г.

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МЕДИЦИНІ ТА
ФАРМАЦІЇ*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ**alla335578@gmail.com , a00na0818l@gmail.com*

У сучасному світі інформаційні технології займають все більше і більше місця у житті людей. Це стосується і медицини та фармації. Виробництво і продаж медикаментів, а також медичне обслуговування пацієнтів стає все більш залежним від використання інформаційних та комп'ютерних технологій. Використання комп'ютерних технологій в медицині та фармації дозволяє більш точно і швидко визначити діагноз, обчислити дозу лікарських засобів, контролювати ліки при їх прийомі та зберігати важливі дані пацієнтів. Важливим є використання ІТ для створення особистих кабінетів для пацієнтів; записи на прийом та онлайн-консультації; відгуки чи певні обговорення щодо роботи лікарів та клініки; чітко подавати інформацію про свої послуги [1].

За останні роки рівень застосування комп'ютерних технологій у медицині – підвищився. Виділяють два види комп'ютерного забезпечення: програмне та апаратне. Програмне забезпечення включає - системне і прикладне. У системне програмне забезпечення входить мережевий інтерфейс, саме він забезпечує доступ до даних на сервері. Дані організовані в базу даних, можуть містити: історії хвороби, рентгенівські знімки (в оцифрованому вигляді), статистичну звітність по стаціонару, бухгалтерський облік. Прикладне забезпечення - програми, для яких призначений комп'ютер. Тобто це обчислення, обробка результатів досліджень, певні розрахунки, обмін інформацією між комп'ютерами. Тому можемо до таких досліджень віднести: комп'ютерну томографію, томографію з використанням явища ядерно-магнітного резонансу, ультрасонографію, дослідження із застосуванням ізотопів. Кількість інформації, в таких дослідженнях така величезна, що без комп'ютера людина була б нездатна обробити її та сприйняти [2].

Одним із напрямів поєднання медичної та фармацевтичної допомоги для хворих є використання електронних рецептів. Таким чином, важливою є підготовка спеціалістів медичного, фармацевтичного та клінічно-фармацевтичного напрямів провізорів спеціалізованих аптек. [3].

Варто згадати про застосування телемедицини для віддаленого консультування та надання медичної допомоги пацієнтам. Телемедицина - це комплекс дій, технологій і заходів,

що застосовують під час надання медичної допомоги з використанням дистанційного зв'язку. Основними завданнями телемедицини є: забезпечити надання медичної допомоги пацієнту, коли відстань є проблемою для нього; зможти зберегти медичну таємницю, важливою є конфіденційність; визначення діагнозу та тактики лікування; визначення методів профілактики ускладнень; узгодження умов і термінів госпіталізації [4].

На сьогодні кожен користується смартфоном в певних цілях. Медики радять користуватись мобільними додатками для моніторингу стану здоров'я та контролю за прийомом медикаментів. От, наприклад, деякі програми: 1) Water Time- програма, яка розраховує кількість води, яку потрібно випити за добу. 2) Ліки контроль. Щоб переконатися у не підробці куплених ліків, потрібно ввести їх реєстраційний номер у поле пошуку та подивитись, чи не належать вони до заборонених серій. Документи про заборону прикріплені до препарату в форматі PDF. 3) Tabletki.ua. Напевно один з найзручніших додатків, де можна ввести назву ліків у пошук і глянути їх наявність, інструкцію, де знаходяться найближче або ж ціну. 4) Жіночий календар. Програма нагадуватиме про жіночі дні й вдалі дні для зачаття. Окрім цього, у застосунку можна вести щоденних, в якому вказують: графік прийому пігулок, відслідковувати самопочуття та настрої. Зібрана інформація знадобиться під час візиту до гінеколога [5].

Це лише кілька прикладів того, як ІКТ та комп'ютерні технології використовуються в медицині та фармації з метою надання більш якісних послуг та збереження здоров'я людей. Вони спрощують роботу медичних працівників, покращують якість надання медичної допомоги та обслуговування пацієнтів, прискорюють процес розробки нових препаратів і поліпшують контроль якості виробництва ліків. В перспективі можна очікувати ще більшого використання технологій у медицині та фармації.

Список використаних джерел

1. Марчук М. В., Меркулова Д.О. Інформаційно-комунікаційні технології в економічній підготовці майбутніх магістрів медицини // Trends in science and practice of today: електрон. версія. 2021. жовтень 19-22. с. 291-295.
2. Інформаційні технології в медицині. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
3. Бойко А.І. Комп'ютерні технології в оптимізації лікарського забезпечення хворих на цукровий діабет // Газета «Новини медицини та фармації» 12 (547): електрон. версія. 2015. с. 15. URL: <http://www.mif-ua.com/archive/article/41620>
4. Абанкіна А. Телемедицина в Україні: як надавати послуги віддалено // Інформаційні технології у медицині: електрон. версія. 2022. листопад 4. URL: <https://medplatforma.com.ua/article/1174-telemeditsina-perspektivi-v-ukran>
5. Лагута М. Лікар у смартфоні: найкращі мобільні додатки, корисні для здоров'я // Український інтерес: електрон. версія. 2018. травень 10. URL: <https://uain.press/articles/likar-u-smartfoni-najkrashhi-mobilni-dodatky-korysni-dlya-zdorovya-814729>

Кривенко І.П., Мельник В.В, Чалий К.О
ПЕРСПЕКТИВНІ МОЖЛИВОСТІ ЧАТ-БОТІВ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ
ЛІКАРЯ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ
i.kryvenko@ntu.ua

Діяльність лікаря пов'язана з високим рівнем відповідальності і великою кількістю обов'язків, при яких важливим є максимально ефективний догляд за здоров'ям пацієнта, забезпечення найкращої діагностики, лікування та профілактики, засвідченої на доказах. З розвитком технологій і вдосконаленням можливостей штучного інтелекту медичні чат-боти все більше можуть бути залучені у щоденну практику лікарів та допомагати у вирішенні багатьох рутинних завдань.

Результати аналізу наукових джерел підтверджують досить активне використання чат-ботів у клінічній практиці лікаря та засвідчують ефективність, і переваги такого запровадження [1, 2, 3]. Поширеною є допомога чат-бота при записі на прийом до лікаря. Чат-бот може допомогти зібрати і систематизувати для лікаря важливу інформацію про пацієнта. Для зручності чат-бот завжди доступний для консультування пацієнтів щодо різноманітних організаційних питань у режимі реального часу.

Корисною функцією цих помічників є можливість надсилати автоматичні нагадування про прийом до лікаря. Крім того, чат-боти можуть бути доцільні для персоналізованого нагадування пацієнтам щодо графіка прийому ліків. Ці нагадування можуть бути у формі текстових повідомлень або інтерактивних розмов, щоб переконатися, що пацієнти дотримуються призначеного їм режиму лікування. Результати досліджень засвідчують, що чат-боти можуть полегшити догляд після лікування або після операції пацієнта, відстежуючи їхній прогрес і збираючи необхідну інформацію під час комунікації з пацієнтом. Не менш важливе значення чат-ботів у підтримці фізичного і психічного здоров'я пацієнтів, моніторингу їх самопочуття.

Широкі перспективні можливості для вдосконалення роботи лікаря з'являються із появою ChatGPT, розробленого OpenAI. ChatGPT може допомогти лікарям швидко отримувати необхідну структуровану інформацію за різними запитам про захворювання, симптоми, лікування тощо. Для підтримки клінічних рішень ChatGPT може проаналізувати симптоми пацієнта, дані історії хвороби, результати аналізів і запропонувати відповідні діагностичні тести і рекомендації щодо лікування.

Переконливими перевагами чат-ботів є точність, оперативність, цілодобова доступність та можливість забезпечувати більшу турботу і неперервну залученість щодо

контролю здоров'я пацієнта на основі алгоритмізованих дій і необхідної професійної бази медичних знань, що фізично складно виконати людині.

Застосування чат-ботів у клінічній практиці лікаря дозволить автоматизувати рутинні операції у різних аспектах діяльності лікарів і медсестер. Це дозволить вивільнити час, який можна перерозподілити на більш важливі завдання. Фактично, чат-боти можуть виконувати всі ті алгоритмічні дії й охопити певний обсяг медичних обов'язків лікаря, у яких є доцільність, що буде полегшувати роботу лікаря і забезпечувати кращу діагностику та лікування у випадках обмеженості людського ресурсу. У цілому чат-боти пропонують унікальні можливості у клінічній практиці лікаря, і є перспективною технологією, яка буде зростати у майбутньому.

Список використаної літератури

1. Anandan P., Kokila S., Elango S., Gopinath P., Sudarsan P. Artificial Intelligence based Chat Bot for Patient Health Care. In 2022 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI). IEEE, 2022.
2. Kryvenko I., Melnyk V., Chalyy K. Functionality and usability evaluation of interactive mobile digital medical assistant. In 2022 Jubilee International Conference on Radiation in Various Fields of Research, RAD Centre Hereg Novi, 2022. p.6.
3. Kryvenko I.P., Chalyy K.O. Modern eHealth Technologies and Patient-Centered Applications Usability. Wiadomości Lekarskie, Vol. 75, 2022. p. 1221.

Криштопа А.О., Крєктун І.А.

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ

alla335578@gmail.com , ivankrektun11@gmail.com

Інформаційно-комунікаційні та комп'ютерні технології широко застосовуються в різних галузях діяльності людини. Не виключенням стала і медицина. Електронна охорона здоров'я (E-health) розуміє під собою використання інформаційно-комунікаційних технологій для поліпшення рівня охорони здоров'я, включаючи спосіб мислення та організації процесів у системі охорони здоров'я та пов'язаних сферах (науці, освіті, дослідницькій діяльності) [1]. Використання сучасних технологій у медицині дозволяє спростити та пришвидшити процедуру надання медичної допомоги, розширити можливості та права пацієнта, що покращує їхню участь у прийнятті медичних рішень, прихильність до лікування і, таким чином, результати лікування [2].

Основними сферами електронної охорони здоров'я є: використання комунікаційних технологій для забезпечення зв'язку між пацієнтами та медичними працівниками; використання технологій електронної охорони здоров'я для моніторингу, відстеження та інформування про стан здоров'я пацієнта; збір, використання та управління даними про здоров'я.

Одним із результатів використання інформаційно-комунікаційних технологій в медицині є ведення електронних медичних карток, що дозволяє оперативніше формувати історію хвороби, надає доступ до інформації одночасно на декількох пристроях, а також сприяє полегшеному збору даних для статистичних досліджень.

Не менш важливим є застосування цифрових технологій у клінічних випробуваннях. Клінічні випробування є базовим інструментом, що використовується при оцінці безпеки та ефективності нових медичних виробів, лікарських препаратів, тощо. Використання цифрових технологій у цій сфері дозволяє знизити вартість таких досліджень, зменшити навантаження на учасників, а також збільшити вибірку піддослідних.

Принагідно варто згадати, що інформаційно-комунікаційні технології використовуються у фармацевтичній промисловості для заміни паперових рецептів цифровими, контролю за наявністю чи відсутністю певних препаратів тощо.

Крім того, за останні роки рівень застосування в медицині комп'ютерів підвищився, що робить медицину все більш автоматизованою. Сучасна діагностика в медицині неможлива без застосування обчислювальної техніки. До таких досліджень можна віднести магнітно-резонансну томографію, ультрасонографію, комп'ютерну томографію тощо. Без застосування комп'ютера людина не була б здатна обробити такий об'єм інформації, який надходить із досліджень.

Було представлено лише кілька прикладів застосування інформаційно-комунікаційних та комп'ютерних технологій у медицині, що, безумовно, підвищує рівень охорони здоров'я. Подальший розвиток інформаційних технологій та їх удосконалення буде супроводжувати розвиток інших галузей, зокрема медицини.

Список використаних джерел

1. Радзішевська С. Б., Висоцька О. В. Інформаційні технології в медицині. E-health / за ред. В. Г. Книгавка. – Харків : ХНМУ, 2019. – 72 с.
2. Josephus FM van den Heuvel, T Katrien Groenhof, Jan HW Veerbeek, Wouter W van Solinge, A Titia Lely, Arie Franx, Mireille N Bekker. Originally published in the Journal of Medical Internet Research (<http://www.jmir.org>), 05.06.2018.
3. Tim Shaw, Deborah McGregor, Melissa Brunner, Melanie Keep, Anna Janssen, Stewart Barnet. Originally published in the Journal of Medical Internet Research (<http://www.jmir.org>), 24.10.2017.
4. Inan, O.T., Tenaerts, P., Prindiville, S.A. *et al.* Digitizing clinical trials. *npj Digit. Med.* **3**, 101 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0302-y>

Кривенко І.П., Скрипка Н.В., Чалий К.О.

ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПАЦІЄНТАМ

*Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ**i.kryvenko@ntu.ua*

Імерсивні технології, такі як віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR), змішана реальність (MR) можуть значно допомогти лікарям у різних аспектах їхньої діяльності. Наразі спостерігається стрімке зростання інтересу до застосування цих технологій у медицині [1, 2, 3]. Основою імерсивних технологій є VR, AR, MR. Технології AR є результатом накладання на фізичний світ цифрових об'єктів, які можна відобразити за допомогою камери смартфона чи розумних окулярів. VR є інтерактивною комп'ютерною технологією, що занурює користувача у повністю віртуальний світ за допомогою спеціального обладнання і програмного забезпечення. MR є поєднанням реального та віртуального світів. Вона передбачає використання спеціальних пристроїв, таких як розумні окуляри або гарнітури, які дозволяють проектувати віртуальні об'єкти у реальному світі.

Результати аналізу наукових досліджень свідчать про найбільш активне використання імерсивних технологій у хірургії. Користь цих технологій полягає в унікальних можливостях для передопераційного планування та візуалізації. Імерсивні технології допомагають хірургам створювати 3D віртуальні моделі із сканованих медичних зображень пацієнта для аналізу його анатомії перед початком операції. З метою підвищення точності проведення хірургічної операції, змодельовані у такий спосіб візуальні дані пацієнта, можна накладати на його фізичне тіло під час відповідної процедури. Підтверджено, що застосування таких технологій може допомогти зменшити ризик ускладнень та покращити результати оперативних втручань.

Важливу роль відіграють імерсивні технології для підтримки психічного здоров'я пацієнта та реабілітації. Технології VR можуть допомогти зменшити занепокоєння, біль, депресивні розлади. Поширені спроби застосування VR для створення реабілітаційних вправ для пацієнтів. Крім того, значний потенціал імерсивних технологій виявляється при візуалізації медичних зображень, поясненні складних медичних концепцій як для майбутніх лікарів, так і при необхідності пацієнтам.

Відзначена висока цінність медичних приладів з підтримкою AR, які використовуються для покращення видимості вен під час медичних процедур, таких як взяття крові, внутрішньовенне введення та ін'єкції. Пристрої з підтримкою AR використовують комбінацію інфрачервоного світла та цифрової обробки зображень для створення карти вен

пацієнта на поверхні шкіри в реальному часі. Вони можуть допомогти швидко й точно визначити і знаходити вени, що покращуює комфорт пацієнта при проведенні процедури.

Загалом різноманітні застосування імерсивних технологій можуть позитивно впливати на поліпшення якості надання медичної допомоги пацієнту. Разом з цим, варто підкреслити, що доцільність їх використання у наданні медичної допомоги пацієнтам повинна бути підтверджена науковими дослідженнями, відповідати високим вимогам безпеки та ефективності у контексті доказової ідеології охорони здоров'я, щоб не завдати шкоди пацієнту. У цілому імерсивні технології мають високий потенціал для покращення медичної допомоги пацієнтам.

Список використаної літератури

1. Кривенко І.П., Скрипка Н.В., Чалий К.О. Переваги застосування імерсивних технологій у медичній освіті і клінічній практиці. Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики. Матеріали доповідей та виступів II всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. Вінниця: Едельвейс, 2023. 172 с.

2. Чалий О.В., Кривенко І.П., Чалий К.О. Синергетична інтеграція традиційного та AR контенту у навчанні медичної інформатики. «Імерсивні технології в освіті»: збірник матеріалів I Науково-практичної конференції з міжнародною участю. Київ: ПТЗН НАПН України, 2021. 169 с.

3. Кривенко І.П., Чалий К.О. Забезпечення автентичного навчання в онлайн-курсах засобами доповненої і віртуальної реальності. Звітна науково-практична конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України: збірник матеріалів. Київ: ІЦО НАПН України, 2022. 148 с.

Криштопа А.О., Гриб М.М.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ДІАГНОСТИЦІ ТА ЛІКУВАННІ ЗАХВОРЮВАНЬ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ

alla335578@gmail.com , gribmaria1@gmail.com

Ми живемо в епоху, коли технології розвиваються з неймовірною швидкістю і все більше стають частиною нашого щоденного життя. Розвиток технологій наукових досліджень досягнули небачених висот за останні роки у використанні штучного інтелекту(ШІ). Технологія ШІ охоплює широкий спектр методів, включаючи нейромережі, машинне навчання та інші технології, що здатні розпізнавати образи, обробляти природну мову, здійснювати складні обчислення, обробляти великі об'єми даних і навіть приймати рішення на основі аналізу цих даних.

Такий стрімкий розвиток штучного інтелекту впливає на всі сфери діяльності людини (у тому числі і медицину), полегшують і спрощують різні процеси. Якщо говорити більш конкретно, ШІ використовують в медичній діагностиці, для дистанційного керування

роботами. Нові можливості, які відкриваються завдяки штучному інтелекту, можуть покращити ефективність роботи, допомогти вирішувати складні проблеми.

Використання штучного інтелекту дійсно може бути корисним у діагностиці та лікуванні захворювань. Його використовують для більш точної діагностики, прогнозування і виявлення можливих ризиків, а також розробці індивідуальної програми лікування. А саме, використовують для виявлення серцево-судинних захворювань, захворювань легень, виявлення проблем із зором, у розпізнанні ракових пухлин на ранніх стадіях.

Для прикладу, у 2018 році була опублікована стаття в журналі «Nature Medicine», де дослідники з Канади розробили алгоритм машинного навчання для діагностики раку шлунку. Алгоритм здатний з точністю понад 90% розпізнавати зображення зі злоякісними пухлинами на ендоскопічних знімках.

Одне з головних переваг ШІ полягає у його здатності швидко і з високою точністю обробляти великі обсяги даних. Завдяки алгоритмам машинного та глибокого навчання, він ефективно аналізує дані, такі як медичні записи, зображення, знімки, геномні дані, результати лабораторних тестів та багато іншого. Це дає можливість виявити складні зв'язки, які можуть бути непомітними для людського аналізу, та забезпечує підтримку прийняття рішень у медицині. ШІ може допомагати лікарям у діагностиці захворювань, прогнозуванні результатів лікування, виявленні ризикових факторів [1].

Глибокий аналіз даних в медичній практиці також має велике значення. Прикладами його використання в медицині включають передбачення ризику розвитку захворювань, діагностики захворювань на ранніх стадіях, прогнозування ефективності лікування, виявлення нових маркерів та показників захворювань, підтримку прийняття рішень у медичній практиці та багато іншого [2].

Штучний інтелект також використовують для розробки індивідуальних планів лікування. Завдяки аналізу великих обсягів даних та застосуванню алгоритмів машинного і глибокого навчання, ШІ може допомогти лікарям виробити персоналізовані плани лікування для пацієнтів. Він може аналізувати дані про пацієнта, такі як медичні записи, результати лабораторних досліджень, зображення, генетичні дані та інші, щоб виявити особливості та залежності, що можуть впливати на ефективність лікування. На основі цих аналізів, він розробляє індивідуальний план лікування, враховуючи особливості пацієнта, стан захворювання, можливі ризики та кращі клінічні практики [3].

Крім того, штучний інтелект може допомогти в розробці нових лікарських препаратів та методів лікування. Наприклад, можна використовувати ШІ для прогнозування ефективності нових лікарських препаратів та їхніх побічних ефектів на основі даних про

пацієнтів . Також можна використовувати ШІ для знаходження нових комбінацій лікарських засобів, що можуть бути ефективним у лікуванні певної хвороби. Окрім того, ШІ може бути використаний у віртуальних дослідженнях лікарських препаратів, що дозволяє значно зменшити витрати на фізичні дослідження та прискорити процес розробки нових препаратів [4].

Проте, важливо не забувати, що штучний інтелект не може повністю замінити роль лікаря. Він служить інструментом , який допомагає лікарям у прийнятті рішень, але кінцеве рішення щодо діагностики та лікування завжди залишається у руках кваліфікованого медичного персоналу. Лише взаємодія між медичними фахівцями, дослідниками з області штучного інтелекту та інженерами з обробки даних може дозволити створити надійні та точні системи діагностики та лікування на основі штучного інтелекту.

Список використаних джерел

1. Esteva A. et al. «Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks.»//Nature volume 542, pages 115–118 (2017)
2. Chen J.H. «Assembling a Comprehensive Electronic Health Record Database for Population
3. Choi E. et al. « Learning to Prescribe from Observation Date» Advances in Neural information Processing Systems.2017
4. Machine Learning Application in Drug Development(2017)//Computational and Structural Biotechnology Journal Volume 18, 2020, Pages 241-252

Нагірняк В.М.

ПЕРСПЕКТИВА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У КЛІНІЧНУ ПРАКТИКУ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

volnag@bsmu.edu.ua

Штучний інтелект (ШІ)— це галузь прикладної інформатики, у якій комп'ютерні алгоритми навчаються виконувати завдання, зазвичай пов'язані з людським інтелектом.

ШІ переживає епоху бурхливого розвитку в багатьох галузях, і в тому числі у галузі охорони здоров'я. Дослідження в різних медичних спеціальностях використовували штучний інтелект для імітації діагностичних здібностей лікарів [1]. Головна мета досліджень полягала в тому, щоб дослідити як ШІ може розширити здатність людей надавати медичні послуги. Дослідження показують, що технологія ШІ може покращити лікування багатьох захворювань, надати інформацію для визначення стану пацієнта, мінімізувати медичні помилки та оптимізувати процеси догляду, зробити медичне обслуговування більш доступним, забезпечити кращий досвід пацієнтів і результати лікування, а також зменшити

витрати на охорону здоров'я у розрахунку на душу населення. Навіть якщо очікування від ШІ в охороні здоров'я досить великі, потенціал його використання в охороні здоров'я ще далекий від повного усвідомлення [2].

Ось декілька прикладів потенційної ролі ШІ в клінічних умовах. ШІ може покращити попередній скринінг пацієнтів, відокремлюючи тих, кому може знадобитися простий візит до лікаря, від тих, кому потрібні подальші обстеження і лікування. Він може отримати та проаналізувати попередню історію здоров'я пацієнта та поділитися нею між базами даних. І штучний інтелект може істотно підвищити швидкість і якість цієї роботи. Пацієнтам потрібен найточніший доступний діагноз, і наразі вже існує бот зі штучним інтелектом, який лікарі можуть використовувати будь-де для вдосконалення своїх діагностичних навичок. Під час тестування цей бот покращив діагностику раку на 70% [1]. Вирішальний крок у діагностиці відбувається в лабораторії патології, де досліджується зразок тканини пацієнта, щоб визначити наявність аномальних, передракових або злоякісних клітин. Це кропітка та трудомістка задача. Програма штучного інтелекту, розроблена в лікарні Маунт-Сінай у Нью-Йорку, може блискавично досліджувати тисячі зразків тканин, вивчаючи за допомогою установлених шаблонів, які саме клітини мають потенціал для розвитку раку і чи є насправді пухлина злоякісною.

Існують і інші напрямки впровадження ШІ. Зокрема, технології на основі ШІ можуть бути корисними для прискорення робочого процесу у клініках. Наприклад, як інструмент сортування або скринінгу. Штучний інтелект може аналізувати радіологічні зображення та використовувати ймовірність захворювання для вирішення, які зображення слід надіслати рентгенологом в першу чергу. Або він може досліджувати зображення сітківки, щоб визначити, які пацієнти мають захворювання, що загрожує зору, і яких слід направити до офтальмолога. Подібним чином програма Babylon, це чат-бот на основі ШІ, який пілотується у Великій Британії, по суті, є інструментом сортування, який використовується для диференціації пацієнтів, які просто потребують консультації, від тих, яким потрібне направлення на особистий огляд у лікаря. Це означає, що сортування на основі ШІ теоретично зменшить навантаження на систему охорони здоров'я та спрямує ресурси на пацієнтів, які, швидше за все, мають реальну медичну потребу [1].

Незважаючи на те, що розвиток технологій на основі ШІ у медицині швидко просувається вперед, клінічне впровадження в реальному світі ще не стало реальністю. На шляху широкого впровадження ШІ є кілька перешкод. До них відносяться деякі з ключових практичних проблем, пов'язаних із впровадженням штучного інтелекту в існуючі клінічні робочі процеси, включаючи обмін даними та конфіденційність, прозорість алгоритмів,

стандартизацію даних і взаємодію між кількома платформами, а також турботу про безпеку пацієнтів і перевірку результатів. Це означає, що ширше впровадження ШІ в клінічний робочий процес вимагає розвитку в інших сферах. Наприклад, у законодавчій, технологічній, соціальній.

Крім того, пацієнтів потрібно навчити використовувати нові технології ШІ. Він включає мовний формалізм у спілкуванні між людиною та комп'ютером та навички у використанні комп'ютерних технологій ШІ. Традиційний консерватизм людей і бажання бачити живого лікаря також є стримуючим фактором на шляху впровадження ШІ у клінічну практику.

Безпека пацієнтів і конфіденційність пацієнтів також потребують особливої уваги в цьому відношенні. Законодавство та політика також становили перешкоди для основи впровадження систем ШІ в охорону здоров'я: збір, використання, об'єднання та аналіз інформації про пацієнтів. Обмеження у можливості легального доступу та обміну інформацією про пацієнтів як всередині організацій так і між окремими організаціями були названі основною перешкодою для впровадження та використання систем ШІ. Іншою проблемою були юридичні проблеми, коли постачальник послуг або медичний заклад хотіли б об'єднати інформацію про пацієнтів від різних джерел. Наприклад, від різних медичних центрів. Видно, що для цього знадобляться значні зміни в законах, які регулюють можливості такого роду обміну інформацією [2].

Немає сумнівів у перспективі та потенціалі технологій ШІ в медицині. Але для цієї роботи потрібен час, робота та наполегливість.

Список використаної літератури:

1. He J., Baxter S.L., Xu J., Zhou X., Zhang K. The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. //Nat Med. 2019. Jan. Vol.25, №1. P.30-36. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0307-0> . Epub 2019 Jan 7. PMID: 30617336; PMCID: PMC6995276. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6995276>
2. Petersson L., Larsson I., Nygren J.M. et al. Challenges to implementing artificial intelligence in healthcare: a qualitative interview study with healthcare leaders in Sweden. //BMC Health Serv Res. 2022. Vol.22. № 850. P.1-16. <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08215-8>

Полянська О.С., Полянський І.Ю., Гулага О.І., Москалюк І.І.

РОЗВИТОК ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЇ В УКРАЇНІ

*Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці**okspolyan@ukr.net , ipolyanskiy@ukr.net , opolyanska@ukr.net*

Повномасштабна війна росії проти України привела до збільшення кількості поранених, які потребують не тільки інтенсивного лікування, а й комплексної реабілітації для відновлення порушених чи втрачених функцій організму. Впровадження телемедичних інновацій в Україні змінює філософію української медицини – стиль роботи лікарів і їхні взаємовідносини з пацієнтом.

Телереабілітація – галузь медичної науки, спрямована на розвиток технології дистанційного керування та контролю за реабілітаційним процесом. Системи телереабілітації поділяють на синхронні, сенсорні, інтерактивні (роботизовані), біотелеметричні, мобільні та веб-інтегровані.

Синхронні системи телереабілітації – це відеоконференцзв'язок між лікарем та пацієнтом з метою дистанційного контролю за виконанням обраної реабілітаційної програми. Сеанси здійснюються за допомогою Інтернету або відеодзвінків через мобільний зв'язок. Таким чином лікар фізичної та реабілітаційної медицини контролює правильність виконання вправ, обсяг і точність рухів та надає інформацію про стан пацієнта та коригує відновлювальну програму.

Сенсорні інтерактивні (роботизовані) системи використовуються для телереабілітаційних програм у пацієнтів з різними фізичними порушеннями і складаються з комплексу пацієнта (комп'ютер, спеціальне програмне забезпечення для виконання вправ), електромеханічного або електронного тренажера чи пристроїв взаємодії. Під час застосування сенсорної інтерактивної системи пацієнт виконує програму вправ за допомогою електромеханічного або електронного тренажера.

Фізіотерапевтичні системи дають змогу пацієнтам виконувати необхідні реабілітаційні вправи в домашніх умовах або під час прогулянок і бути на зв'язку з фахівцем. Системи з віртуальним середовищем забезпечують зворотний зв'язок та дають миттєву інформацію про помилки. Інтернет-видання-системи ґрунтуються на ігрових технологіях і виконуючи задану вправу, пацієнт одночасно грає в комп'ютерну гру.

Біотелеметричні телереабілітаційні системи створюються на основі комплексів біотелеметрії (радіотелемоніторингу), що забезпечує об'єктивну оцінку адаптаційних функцій, контроль та керування процесом фізичного відновлення пацієнтів з

серцево-судинною патологією шляхом дистанційної оцінки стану кардіореспіраторної системи пацієнта.

Система радіотелемоніторингу дає змогу безперервного одночасного контролю електрокардіограм та інших показників пацієнта, який виконує фізичні вправи. Відеоспостереження за правильністю виконання фізичних вправ об'єктивує характер реакції серцево-судинної системи хворого на той чи інший комплекс вправ.

Мобільні телереабілітаційні системи: телефони, смартфони, комунікатори використовують для регулярних нагадувань про необхідність виконання програми реабілітаційних вправ; для телеконтролю – увесь процес виконання вправ та досягнення результатів фіксуються у вигляді фото або відео, які надсилають своєму лікарю чи фізіотерапевту.

Веб-інтегровані телереабілітаційні системи – це спеціалізовані інтернет-портали з набором функцій, спрямованих на виконання пацієнтами відновлюваних програм, та дистанційний контроль процесу медичними працівниками.

В документі МОЗ України від 17 вересня 2022 року № 1695 велика увага приділяється телереабілітації. В Україні пройшли успішне випробування два телемедичні проекти: система Teledoc Health, що надає можливості віртуальної допомоги, та телемедична платформа нейросенсорної реабілітації Rehabilitation Gaming System, яка за допомогою гаджетів допомагає комплексно лікувати пацієнтів із пошкодженням мозку та опорно-рухового апарату. Найчастіше телереабілітація застосовується у нейропсихології, ортопедії та неврології, легеневій реабілітації, а також за наявності розладів мовлення. Основні функції платформи Teledoc Health виконує робот Litev3 – девайс, що максимально наближає віртуальні відвідування до реальних. За допомогою вбудованої керованої камери дуже високої роздільної здатності можна ретельно обстежувати пацієнта, вимірювати температуру, тиск та під'єднувати діагностичне обладнання. Система надає можливість у деяких випадках повністю замінити роботу медперсоналу і може самостійно рухатись та передавати дані для консиліумного рішення по лікуванню кожного хворого. Платформа Rehabilitation Gaming System – це телереабілітація для підвищення якості життя людей з пошкодженням мозку та опорно-рухового апарату. Проект адаптований до конкретних потреб кожного окремого пацієнта від гострого, підгострого до довготривалого періоду після пошкодження головного мозку. В ігровій формі за допомогою звичайного гаджету хворий виконує прості вправи. Рухи пацієнта програмуються, по кожному розробляється спеціальна програма, яка фіксує динаміку і враховує помилки, у графіках і в процентному вимірі. Це також допомога пацієнтам, які отримали різні травми, контузії, порушення мозкової

діяльності внаслідок поранень та вибухів, під час бойових дій. Платформа Solo забезпечує захист інформації, що є найважливішою умовою роботи проектів телемедицини, особливо в умовах воєнного стану.

Телереабілітація є сучасним напрямком охорони здоров'я, який дасть можливість надавати постійну і адекватну реабілітаційну допомогу населенню для відновлення втрачених функцій, в тому числі пораненим і постражданим від російської агресії.

Список використаної літератури

1. Про внесення змін до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 17 вересня 2022 року № 1695 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1216-22#Text>

Семеник В.М., Криштопа А.О.

АНАЛІЗ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ, ЯК СПРИЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ, ПОКРАЩЕННЯ МЕДИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДАННЮ ЯКІСНИХ ПОСЛУГ

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

alla335578@gmail.com , lady.semenyk511@gmail.com

У сучасному світі, де інформаційні технології проникають у всі сфери життя, медичні заклади не залишаються осторонь цього процесу. Комплексна система автоматизації діяльності медичного закладу стає дедалі більш актуальною для забезпечення якісної фахової допомоги та оптимізації управління.

Однією з переваг комплексної системи автоматизації є ефективне управління медичним закладом. Така система дозволяє автоматизувати багато адміністративних процесів, зокрема облік медичного обладнання та лікарських препаратів, планування роботи медичного персоналу, контроль за фінансовими операціями та складання звітності. Це дозволяє уникнути помилок, зменшити час, затрачений на рутинні операції, а також підвищити ефективність управлінських рішень [1].

Крім того, комплексна система автоматизації сприяє покращенню медичних процесів. Завдяки їй можна створити єдину базу даних про допомогу, медичні хвороби та результати обстежень. Це дозволяє персоналу швидше та точніше проводити діагностику, призначати лікування та контролювати ефективність проведених процедур. Система автоматизації може надавати підтримку медичному персоналу при прийнятті рішень за

рекомендаціями на основі обробки наданих медичних даних та наукових досліджень. Це забезпечить більш точні та індивідуалізовані підходи до кожного [2].

Застосування комплексної системи автоматизації допомагає забезпечити якість, що є найголовнішим. Вона допоможе виявляти та використовувати можливості помилок у медичних закладах, сприяє контролю за дотриманням медичних стандартів та протоколів, а також забезпечує процедуру конфіденційності обробки медичних даних. Пацієнти підтримують більш точну та швидку діагностику, оптимально підібране лікування та забезпечення безпеки. Така система допомагає ефективному управлінню, покращенню медичних процесів та забезпеченню надійної медичної допомоги. Лікарям не потрібно витратити час на передачу документів один одному, а все мобільно та зручно [3].

По-перше, така система покращення комунікації та співпраці між спеціальними підрозділами медичного закладу. Завдяки централізованій базі даних медичний персонал може легко обмінюватися інформацією, спільно працювати над діагнозами та плануванням лікування. Це тим самим зменшує помилки та забезпечує координацію між різними ланками ланцюжка надання медичної допомоги [4].

По-друге, комплексна система автоматизації дозволяє ефективно використовувати ресурси медичного закладу. Вона також оптимізує розподіл робочого часу медичного персоналу, враховуючи навантаження та пріоритетність завдань. Крім того, дозволяє ефективно управляти запасами медичних препаратів та обладнання, забезпечуючи їх належну наявність та остаточну заміну.

По-третє, впровадження комплексної системи автоматизації сприяє збереженню інформації пропуск у безпечному та надійному форматі. Застосування сучасних методів шифрування та захисту даних дозволяє запобігти несанкціонованому доступу до медичної інформації. Це важливо з точки зору конфіденційності та збереження правил захисту персональних даних [4].

Важливо відзначити, що комплексна система автоматизації медичного закладу є інвестицією в майбутнє. Покращення ефективності та якості надання медичних послуг призводить до підвищення задоволеності послуг, залучення нових клієнтів та підвищення конкурентоспроможності закладу. Крім того, оптимізація процесів та зменшення витрат, які досягаються за допомогою автоматизації, можуть призвести до економії ресурсів та підвищення прибутковості.

Список використаних джерел

1. Амменверт, Е., Шнелл-Індерст, П., і Хьорбст, А. (2019). Вплив електронних медичних записів на витрати, якість і безпеку в лікарнях: систематичний огляд. Журнал Американської асоціації медичної інформатики, 26(8), 789-801. doi:10.1093/jamia/ocz025

2. Голдзвейг, К. Л., Тоуфіг, А. А., Пейдж, Н. М., Оршанський, Г., Хаггстром, Д. А., Міаке-Лай, І., Шекелле, П.Г. (2013). Систематичний огляд: безпечний обмін повідомленнями між постачальниками послуг і пацієнтами, а також доступ пацієнтів до власної медичної картки: дані про результати здоров'я, задоволеність, ефективність і ставлення. Журнал загальної внутрішньої медицини, 28 (11), 1578-1589. doi:10.1007/s11606-013-2538-8
3. Менахемі, Н., і Коллум, ТН (2011). Переваги та недоліки електронних систем медичних записів. Управління ризиками та політика охорони здоров'я, 4, 47-55. doi:10.2147/tmhr.s12985
4. Чаудрі, Б., Ван, Дж., Ву, С., Магліоне, М., Мохіка, В., Рот, Е., . . . Шекелле, П.Г. (2006). Систематичний огляд: вплив медичних інформаційних технологій на якість, ефективність і вартість медичного обслуговування. Annals of Internal Medicine, 144 (10), 742-752. doi:10.7326/0003-4819-144-10-200605160-00125

Ташук В.К., Іванчук П.Р., Маліневська-Білійчук О.В.

КОРОНАРНИЙ СИНДРОМ БЕЗ ЕЛЕВАЦІЇ СЕГМЕНТА ST – МОЖЛИВОСТІ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ

ЕКГ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

vtashchuk@ukr.net , ivanchuk.pavlo@bsmu.edu.ua

Гострий коронарний синдром (ГКС) включає інфаркт міокарда з підйомом сегмента ST (STEMI), інфаркт міокарда без елевації сегмента ST (NSTEMI) і нестабільну стенокардію. NSTEMI складає приблизно 70% ГКС, з частковою або переривчастою оклюзією коронарних артерій (КА), з депресією сегмента ST \approx 31%, інверсією зубця Т \approx 12%, депресією сегментата ST у поєднанні з інверсіями зубця Т \approx 16%, або ні те, ні інше - ще \approx 41%. У пацієнтів високого ризику з NSTEMI-ГКС і відсутністю протипоказів, негайна черезшкірна або хірургічна реваскуляризація протягом 24-48 год асоціюється зі зниженням смертності з 6,5% до 4,9%. В той же час для STE-ГКС – постійне більше 20хв підвищення сегмента ST і так ж терапевтична мета – швидка, повна та стійка реперфузія за первинної ангіопластики або фібринолітичної терапії (за умови втручання впродовж 120 хв смертність знижується з 9% до 7%).

Однак у діагностиці NSTEMI-ГКС також є свої «підводні камені»: MINOCA – інфаркт міокарда без обструкції КА, INOCA – ознаки ішемії та відсутністю обструктивної хвороби КА, ГКС з необструктивними коронарними артеріями (ГКС-NOCA) у пацієнтів з гіпертрофічною кардіоміопатією (ГКМП), гострий субарахноїдальний крововилив. Тому: можливий ГКС? – негайна ЕКГ (до 10 хв після звернення) в диференціації STEMI vs NSTEMI-ACS та визначення рівнів високочутливого тропоніну – золотий стандарт діагностики. Для удосконалення ранньої диференційної діагностики, наповнення бази знань та удосконалення роботи автоматизованої системи «Смарт-ЕКГ» (свідоцтво про реєстрацію авторського права №73687) було проаналізовано ЕКГ пацієнтів зі STEMI та NSTEMI, у порівнянні з референсними значеннями параметрів диференційованого зубця Т (відношення

максимальних швидкостей (ВМШ) та відношення сусідніх екстремальних значень (ВСЕЗ)) та кута β^0 нахилу сегмента ST і висоти продовження спрямування нахилу сегмента ST (ST-slope) через 1 секунду реєстрації (mV).

Значення ВМШ було знижено у пацієнтів зі STEMI (0.46) NSTEMI (0.47) проти норми (1,77), значення ВСЕЗ навпаки зростало (1,39; 1,44; 0,38 відповідно), ST-slope також зростав (0,76; 1,16; 0,35 відповідно), і найбільше реагував кут β^0 у NSTEMI (15.89) STEMI (8,98) проти 7,8 у нормі. Показник ВМШ над зоною ураження за NSTEMI зменшується, що підтверджує характерну тенденцію змін ВМШ за гострої ішемії. Показник ВМШ над зоною протилежною до зони ураження за NSTEMI теж знижується проти норми, проте значно менше, що ймовірно, пояснює гемодинамічний перерозподіл за ІМ та залучення неураженої стінки до скорочення як компенсаторного агента.

Усвідомлення особливостей ГКС без елевації ST та вчасна диференціація цього стану від ГКС з елевацією ST є важливими для належного лікування та покращення прогнозу для пацієнтів.

СЕКЦІЯ 6. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ ФІЗИКИ, ХІМІЇ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК: 615.84(09)

Бірюкова Т.В.

ІСТОРІЯ ЕЛЕКТРОТЕРАПІЇ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

tanokbir@ukr.net

Анотація. В статті досліджено історичні етапи впровадження електричного поля та електричних струмів у медицині шляхом класифікації та систематизації для аналізу, синтезу й узагальнення історичних даних про розвиток та впровадження в медицину електричного поля та електричних струмів.

Ключові слова: електричний струм, заряд, медицина, діагностика, лікування.

Успіхи природничих наук відкривають нові горизонти методів лікування різноманітних захворювань людини. Виклад методів терапії з позицій сучасних наукових досягнень в області фізики допомагають краще зрозуміти природу протікання процесів лікування, суть дії лікувального чинника певного методу, шляхи покращення та застосування. [1]

В статті розглянуто становлення електротерапії в контексті розвитку електричного поля та електричного струму, дії фізичних факторів на організм людини з лікувальною метою.

Електротерапія – метод лікування в медицині електричним полем та електричними струмами (постійним, змінним, імпульсним). В далекій давнині люди використовували електричну дію янтарю та розрядів електричних риб для лікування різних нервових паралічів та ревматичних болів. Так, збереглися записи про те, що за часи Римської імперії лікар імператора Клавдія Скрібоній Ларг лікував своїх співвітчизників за допомогою електричних скатів. Цілитель лікував головні болі пацієнтів прикладанням риб до їх голів. Тоді ніхто ще не міг пояснити, як діють такі «ліки».

Після створення лейденської банки та електричної машини для лікування різних захворювань використовували статичну електрику. Після ж відкриття гальванізму (явища

гальванізації) стали застосовувати динамічну електрику з метою подразнення та оживляючої дії.

В кінці 18 століття наявність електричних потенціалів у живих організмах першим встановив Л. Гальвані, але докладне їх вивчення відбулося набагато пізніше, коли завдяки розвиткові фізики було створено високочутливі реєструючі прилади. У 1875 р. Р. Катон дослідив електричні потенціали, що виникали в мозку у відповідь на стимуляцію якого-небудь сенсорного органу. Він безпосередньо накладав один реєструючий електрод на кору головного мозку тварини, інший - на поверхню зрізу мозку і спостерігав зміни різниці потенціалів між електродами, використовуючи в якості стимулу світло лампи. Також Р. Катону належить заслуга відкриття електроенцефалограми (ЕЕГ) в тих самих експериментах. Він виявив неперервні коливання різниці потенціалів при відсутності стимуляції, помістивши обидва електроди на непошкоджений мозок, тобто фактично зареєстрував електроенцефалограму.

Успіхи фізики у першій половині XVIII століття призвели до створення перших штучних джерел електрики та механічних коливань, які знайшли лікарське застосування. Починаючи з цього періоду, відкриття штучних джерел енергії неминуче призводило до спроб їх використання в медицині.

У 1825 року Д. Шарландер для впливу на тканини, що лежать на далекій відстані від поверхні тіла, вперше використав електропунктуру. З появою гальванометра та джерела періодичних пульсацій струму було проведено докладні дослідження природи збудливості – однієї з важливих властивостей живих тканин. Сформульовано основні закони збудження живих тканин постійним та імпульсним струмами, експериментально обґрунтовано методи електростимуляції нервів та визначено місце розташування окремих "точок" дії змінного електричного струму, що спричиняє ізольоване скорочення скелетних м'язів. Фізичні основи та фізіологічні закономірності дії імпульсних струмів були узагальнені І.Ф. Ціоном у книзі "Основи електротерапії", яка у 1870 році була удостоєна золотої медалі Паризької Академії Наук.

До XIX століття було відомо, що скати вражають свою жертву електричним зарядом. Відомий німецький вчений Еміль Дюбуа-Реймон винайшов зв'язок з електрикою у діяльності майже всіх внутрішніх органів, заклавши тим самим основи для розвитку електрофізіології. [2] Серед його учнів ходила легенда про те, як він зробив на власній руці поріз і став пропускати через рану слабкий електричний струм. У результаті рана зажила. В оповіданні Артура Конан Дойла «Фіаско в Лос-Амігос» через засуджену до страти людину пропустили електричний струм під напругою 12 000 В. Згідно з фантазією автора, це зробило героя

невразливим і практично безсмертним. На жаль, завдання не вирішується так просто. Але дослідити, за яких умов електрика лікує, а за яких - вбиває, цілком реально. Дослід виявив, яке значення має конкретна конфігурація електричного поля, що створюється зовнішнім джерелом всередині організму. За словами вчених, якраз від напрямку поля і напруженості залежить швидкість відновлення тканин. Це пояснює і маніпуляції Скрібонія Ларга зі скатами - він прикладав до хворих місць електричних риб, а створювана ними напруга лежала в межах 20-30 В. Таким чином, під дією струму відбувається місцеве подразнення нервових закінчень, знімається біль. Під дією електричного поля іони лікарських розчинів попадають у людський організм (іонофорез). При такому методі введення ліків вони не руйнуються та довше затримуються в тканинах організму.

До середини XIX століття Б. де Дюшеном (1847) та Р. Ербом (1852) розроблені методики електростимуляції та знайдено розташування електрорухомих точок нервів та м'язів, які актуальні й в даний час. У 1882 році Дж. Вімшурстом було створено апарат франклінізації. На основі розробленого в 1891 році М. Тесла генератора високочастотних коливань д'Арсонваль винайшов метод, який було названо його ім'ям.

У 1891 році видатний французький дослідник д'Арсонваль показав відсутність явища збудження біологічних тканин високочастотними струмами і успішно використав їх для нагрівання тканин, поклавши початок високочастотній електротерапії. Також йому належить пріоритет у лікувальному використанні дистанційних методів електротерапії – загальної та місцевої дарсонвалізації. Незабаром після відкриття Тесла було досліджено д'Арсонвалем фізіологічну та терапевтичну дію синусоїдальних струмів, які отримуються при русі магніту, що насаджений на вісь, перпендикулярну до його поверхні, що обертається поблизу до іншого електромагніту. Видаляючи магніт, можна змінювати інтенсивність струмів; змінюючи швидкість обертання апарату, регулювати частоту струмів. За дослідженнями д'Арсонваля, синусоїдальні струми призводять до збільшення газообміну людини за повної відсутності м'язового скорочення. Особливий інтерес становлять досліді д'Арсонваля за винайденим ним методом «autoconduction» – методом електризації на відстані. Він полягає у наступному: суб'єкт, призначений для електризації, повністю ізольований від джерела електрики; розташований в соленоїді, через який пропускаються за допомогою розрядів конденсатора струми високої напруги та великої частоти. На думку д'Арсонваля у тілі даного суб'єкта виникають шляхом індукції струми, які мають великий вплив на обмін речовин людини: дихальні рухи та процеси окислення посилюються, кількість поглиненого кисню і вуглекислого газу, що видихається, збільшується, артеріальний тиск крові знижується, шкірні судини розширюються. Після опублікування робіт вченого почали використовувати струми

великої частоти та високої напруги для лікування різних хвороб. Зі спостережень багатьох французьких електротерапевтів того часу (Apostoli, Bergonié, Bordier, Doumer, Denoyes, Oudin та ін.) випливає, що благотворна дія цих струмів здійснюється при розладах загального харчування, при безсонні, при невралгіях та різних захворюваннях жіночих статевих органів. Ці настільки сприятливі результати терапевтичного впливу струмів великої частоти і високої напруги (методу дарсонвалізації) не всіма визнавались в той час і питання терапевтичного застосування струмів великої частоти та високої напруги не можна було вважати цілком вирішеним. Співвітчизник д'Арсонваля С. Ледюк у 1902 році в результаті експериментів встановив основні закономірності лікарського електрофорезу та показав снодійну дію імпульсних струмів низької частоти на головний мозок.

У середині XIX століття основи електротерапії було закладено класичними роботами Е. Дюбуа-Реймона, який показав зв'язок між електричним струмом і нервовим імпульсом. Подальший розвиток пов'язаний з нейрофізіологією. У 1875 році англійським хірургом і фізіологом Річардом Кетоном було показано, що мозок є генератором електричної активності, тобто були відкриті біоструми мозку. У 1888 німецький фізіолог Ю. Бернштейн запропонував диференціальний реотом для вивчення струмів дії в живих тканинах, яким визначив прихований період, час наростання і спаду потенціалу дії. Після винаходу капілярного електрометра, що використовується для вимірювання малих ЕРС, такі дослідження були повторені більш точно французьким вченим Е. Ж. Марсєм (1875) на серці і А. Ф. Самойловим (1908) на скелетному м'язі. Н. Е. Введенський (1884) застосував телефон для вислуховування потенціалів дії. Бернштейн сформулював в 1902 році основні положення мембранної теорії збудження, розвинені пізніше англійськими вченими П. Бойлом і Е. Конуеєм (1941), А. Ходжкином, Б. Кацем і А. Хакслі (1949). [3]

На початку XX ст. дослідження з використанням струнного гальванометра дозволили, в значній мірі, подолати інерційність інших реєструючих приладів. За допомогою цього приладу В. Ейнтховен отримав докладні характеристики електричних процесів в різних живих тканинах. Неспотворена реєстрація будь-яких форм біоелектричних потенціалів стала можливою лише з введенням в практику (30-40-і роки XX століття) електронних підсилювачів і осцилографів (Г. Бішоп, Дж. Ерлангер і Г. Гассер, США), що склали основу електрофізіологічної техніки. Використання електронної техніки дозволило здійснити відведення електричних потенціалів не тільки від поверхні живих тканин, але і з глибини за допомогою електродів, що навантажуються (реєстрація електричної активності окремих клітин і внутрішньоклітинне відведення). Пізніше стала широко використовуватися електронно-обчислювальна техніка. Це дозволило виділяти дуже слабкі електричні сигнали



на фоні шумів, провести автоматичну статистичну обробку великої кількості даних, моделювати процеси тощо.

Таким чином, наведений неповний список досягнень фізики наочно показує розвиток одного з поширених медичних напрямків – електротерапії.

Список використаних джерел

1. Дідух В. Д. Медична фізика. Становлення та розвиток. Медична освіта. № 4, 2017. С. 8–9.
2. Полушкін П. М.. Посібник до вивчення курсу «Історія медицини» [Електроний текст]. Д.: ДНУ, 2016. 242 с. URL: http://repository.dnu.dp.ua:1100/upload/cd01488e10e047532387816735b53409Istoriya_medicini_1.PDF
3. Верхатський С.А., Заблудовський П.Ю. Історія медицини. К.: Вища школа, 1991. 431 с.

УДК 537.814+53.06+616-71

Кульчинський В.В., Гречка О.О.

ФІЗИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ МЕТОДІВ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ТОМОГРАФІЇ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

kulchynsky@bsmu.edu.ua, hrechka05.med@bsmu.edu.ua

Анотація. Магнітно-резонансна томографія посідає визначне місце серед діагностичних методів у медицині. Історію виникнення та розвитку цього класу методів діагностики в літературі зазвичай подають, починаючи з першого медичного використання. Проте, без попередніх досягнень в фізиці, хімії, математиці та інших природничих науках практичне використання явища магнітного резонансу ядер в медицині було б неможливим. В цій роботі проведено аналіз фізичних передумов магнітно-резонансної томографії. Особливий наголос зроблено на зв'язок винаходів та відкриттів між собою.

Ключові слова: історія, магнітний резонанс, прецесія, медицина, томографія

Вступ

Магнітно-резонансна томографія (МРТ) - сукупність методів побудови пошарових зображень внутрішньої структури органів, які використовують низку фізичних явищ, ключовим з яких є явище магнітного резонансу ядра атома (ЯМР). Технологія отримання зображень методами МРТ все ще в стані розвитку. Розвиток технології МРТ дослідники розділяють на етапи, починаючи з дня відкриття. Дж.Горнак в своїй книзі про основи МРТ [1] починає часопис винаходу з 1946 року, коли Ф.Блох та Е.Парсел опублікували результати

про магнітний резонанс у парафіні та воді відповідно. Інші дослідники [2] починають історію винаходу з 1930-х років та вже згадують, що результати Е.Парсела та Ф.Блоха є продовженням попередніх експериментів І.Рабі, який спостерігав явище магнітного резонансу в молекулярних променях. Також згадують, що передумовою розробки методу магнітного резонансу ядра є поняття спіну, введеного вченим В.Паулі в 1924 році. Дослідники сучасних методів технології МРТ [3] взагалі починають часопис з моменту першого отриманого зображення тіла людини і розвивають його описом подальшою диференціацією і ускладненням фізичних, математичних та фізіологічних основ новостворених методів МРТ. Розглядаючи передумови реалізації загального задуму технології знаходимо справедливую згадку [4] про те, що функціонування сучасних МРТ-сканерів не було б можливим без відкриття, як вважають, Н.Теслою обертового магнітного поля. Інше представлення [5] основних віх становлення та розвитку технології МРТ, в якому охоплено ширший історичний контекст технології і згадано математичний апарат, який використовують при перетворенні вимірних радіочастотних електромагнітних відгуків у зображення, - перетворення Фур'є.

Всі ці екскурси в історію справедливі в світлі вказаних досліджень. Проте, для глибшого розуміння фізичних основ роботи всього комплексу обладнання, залученого для отримання МРТ зображень, важливо зрозуміти скільки зусиль було прикладено до того, як здійснено той чи інший винахід, який ліг у фундамент побудови сучасних МРТ сканерів. В цілому технологію отримання МРТ зображень можемо розділити на такі основні компоненти: фізичні явища, математичний апарат обробки, фізичні особливості протікання фізіологічних процесів. Тому розгляд передісторії будемо (наскільки це можливо) проводити за такою класифікацією.

1. Передісторія фізичних основ МТР-технології

Обертове магнітне поле: Використання магнітного поля для обертання тіла вперше продемонстровано французьким астрономом Ф.Араго в 1824 році. Пізніше (1825 р) британські дослідники Ч.Бабідж та В.Гершель отримали той самий результат, обертаючи підковоподібний магніт навколо мідного диску. Їх дослідження були підхоплені М.Фарадеєм, результатом подальших пошуків якого став закон електромагнітної індукції (1831 р). Тоді ж він започаткував свою серію “Експериментальні дослідження з електрики” (останній випуск опублікований в 1855 р). Е.Ленц виявив у 1834 році, що обертання в магнітному полі пов'язане з виникненням струмів (правило Ленца). В 1855 році М.Фуко виявив, що для обертання мідного диску необхідна більша сила, якщо цей диск буде між полюсами нерухомого магніту. При цьому спостерігав також нагрівання диску. Пояснив це виникненням

в мідному диску вихрових струмів. Багато дослідників робили спроби використати обертання предметів магнітним полем для створення двигунів. Історія ж фіксує патент сербсько-американського дослідника Н.Тесла [6], опублікований в 1888р., як результат довгих наукових пошуків від виявлення до практичного використання обертового магнітного поля.

Електромагнітні імпульси: Відкриттю електромагнітних хвиль передувало надзвичайно багато наукових пошуків як в електриці, так і в магнетизмі [7]. Крім уже вищезгаданих варто, на нашу думку, відзначити дослідження американця Дж.Генрі. Вважають, що він незалежно від Фарадея відкрив явище індукції. Хоча першість публікації має М.Фарадей, Дж.Генрі впровадив це явище у своєму винаході - електромагнітному реле (1835 р.). Роботи М.Фарадея, Е.Ленца та інших підготували всі необхідні складові для побудови Дж.Максвеллом в 1865 р. теорії класичної електродинаміки. Система рівнянь Дж.Максвелла передбачала існування електромагнітного поля без присутності носіїв заряду у вигляді електромагнітних хвиль. Вперше експериментально спостерігав їх німецький дослідник Г.Герц у 1886-1888 рр [8], створивши випромінювач та приймач елементарної електромагнітної хвилі. В найближчі роки цей експеримент, практичне використання якого сам Г.Герц не міг собі уявити, призвів до створення систем радіозв'язку. З-поміж усіх дослідників, які прагнули втілити ідею безпроводового зв'язку, в історії зафіксовано лише прізвище того, хто запатентував винахід - італійця Г.Марконі (1897 р.) [9].

Явище прецесії: Про явище прецесії в астрономії відомо ще з часів Гіппарха (190-120 до н.е.), а механіку цього явища вперше пояснив І.Ньютон (1657 р). В 1895 році Дж.Лармор пояснив розщеплення спектральних ліній в магнітному полі прецесією електрона, який обертається в магнітному полі [10].

Поняття спіну: Введене вченим В.Паулі [11] в 1924 році як “двозначність, що не підлягає класичному опису” для пояснення поведінки електронів на зовнішніх оболонках. Фізичного пояснення тоді це поняття не мало. В 1925 році деякі дослідники пов'язували спін з власним моментом обертання частинки. В 1927 році В.Паулі, використавши нароби Е.Шредінгера та В.Гейзенберга у квантовій механіці, узагальнив теорію спіну, в якій підкреслив, що спін є некласичним власним параметром частинки. Розглядаючи розвиток науки ретроспективно, говорять, що перше експериментальне підтвердження існування спіну ядра було в досліді Штерна-Герлаха в 1922 році, хоча нинішнє пояснення експеримент отримав у 1927 році.

Явище ЯМР: При спробах модифікувати для визначення магнітного моменту ядер експериментальну установку досліді Штерна-Герлаха атомів учений І.Рабі спостерігав в

1938 році явище магнітного резонансу [12]. В своїй роботі він припустив, що причиною є перекидання напрямку власного магнітного моменту ядра під дією імпульсу радіочастотного діапазону і випромінювання такого ж імпульсу при релаксації до початкового стану. Він назвав це явище молекулярно-променевим магнітним резонансом. Подальші експерименти інших науковців призвели до того, що в 1946 році незалежно один від одного Е.Парсел та Ф.Блох спостерігали ЯМР атомів та молекул не у молекулярних пучках, а в твердому чи рідкому стані. Ці експерименти дали поштовх дослідженням параметрів магнітного резонансу в різних речовинах. Так виник новий метод фізико-хімічного аналізу - спектроскопія ядерного магнітного резонансу, який дозволяє за зсувом частоти, при якій відбувається резонанс, визначити те, в якому оточенні перебуває досліджуваний атом. Найновішим [13] є модифікація методу з використанням ядер в гіперполяризованому стані, що дозволяє сканувати речовину з використанням слабких магнітних полів.

2. Передісторія математичних основ МРТ-технології

Перетворення Фур'є: Основою Фур'є перетворення є розклад функції у тригонометричні ряди, які ввів Л.Ейлер у 1748 році. Методику знаходження коефіцієнтів розкладу шляхом почленного інтегрування Л.Ейлер опублікував у 1798 році. Проте, схожі методи представлення функцій відомі задовго до нього: вавилонські математики (IV ст. до н.е.) використовували схожу методику для розрахунку положення астрономічних тіл; система Птолемея (87—165 рр.) теж подібна за способом проведення обчислень із аналізом Фур'є. Для розрахунку елементів орбіт небесних тіл А.Клеро в 1754 році та для розрахунку коливань струни Ж.Лагранж в 1759 році використали різновиди дискретного перетворення Фур'є. Перші дослідження, які можна було б ретроспективно назвати Фур'є аналізом, описано в 1770 році в роботі Ж.Лагранжа щодо вивчення розв'язку кубічних рівнянь. Й.К-Ф..Гаусс в 1805 році використав розклад в ряди для тригонометричної інтерполяції орбіт астероїдів. При пошуку розв'язку задачі розповсюдження тепла Ж.Фур'є в 1822 році отримав диференціальне рівняння теплопровідності. Спроба розв'язати це рівняння при заданих граничних умовах привела його до представлення усіх функцій в рівнянні рядами тригонометричних функцій. Ж.Фур'є вважав, що довільну функцію можна представити таким чином. Й.Діріхле в 1829 році довів, що для збіжності рядів Фур'є необхідно накладати на функцію, яка підлягає розкладу, низки обмежень. Ці обмеження викликали пошук іншого представлення функцій рядами. В А.Хаар (1909 р.) запропонував свою систему функцій, які тепер називають вейвлетами. Д.Габор (1946 р.) ввів функції, т.з. атоми Габора, які за своєю суттю та призначенням подібні до функцій Хаара. Значний внесок у теорію вейвлетів Г. Цвейга, який розробив метод неперервного вейвлет-перетворення у 1975 році (початково

називав кохлеарне перетворення, оскільки відкрив його досліджуючи реакцію вуха на звуки) [14]. Термін “вейвлет” введений цей Ж.Морлетом та А.Гроссманом у 1980-ті в значенні “маленька хвиля”. Подальші дослідження вейвлет-представлення призвели до появи багатьох модифікацій. Одна із найвідоміших - стандарт стиснення зображень JPEG 2000. Сьогодні розділяють дискретне вейвлет-представлення та неперервне вейвлет-представлення. Перше використовують зазвичай для стиснення даних, друге - для аналізу сигналів.

Перетворення Радона: Введене в 1917 році австрійським математиком Й.Радонам перетворення та зворотне до нього перетворення стало математичною основою для методів комп'ютерної томографії. В 1963 році А.Кормак використав аналогічне перетворення для томографічного відновлення. В 1969 році інженер-фізик Г.Хаунсфілд сконструював сканер, зображення якого отримували на основі перетворень Кормака. Перші випробування (1972 р.), публікація в 1973 році [15].

3. Передісторія накопичення знань щодо фізичних особливостей фізіологічних процесів

Публікації Е.Парсела та Ф.Блоха підштовхнули проводити дослідження МР сигналів живих організмів. Дослідження часів релаксації МР відгуку та впливу на ці часи процесів дифузії та хімічного обміну води у клітинах та тканинах різних типів з'явилися в науковій літературі: серед них роботи І.Гана (1950), Р.Габіларда (1951, 1952), Г.Карра та У.Перселла (1954), Е.Одеблада (1954, 1955, 1957), О.Джардецькі (1956), Дж.Сінгера (1959), Г.Браттона (1965), А.Ганссена (1967) Дж.Джексона та У.Лангама (1968), С.Газлвуда (1969, 1971), Р.Кука та Р.Віена (1971), Дж.Гансена (1971), П.Лаутербура (1971, 1973, 1974, 1976, 1977, 1978), Р.Дамадяна (1971, 1974), Д.Голліса (1972), Абе Зенуемона та ін (1973), П.Мансфілда (1973, 1976, 1977, 1986), К.Танаки (1974), В.Гіншау (1974, 1976, 1977), А.Гарровея (1974), Д.Гатчінсона (1974), А.Кумара з Д.Велті та Р.Ернстом (1975), Д.Гоулта (1977), У.Едельштейна (1980), Р.Мюллера (1983), П.Рінка (1984). Такі дослідження дозволили накопичити достатньо знань для використання явища ЯМР в медицині. Перші клінічні зображення потребували витрати великої кількості часу та були низької якості. Багато з сьогоднішніх інновацій спираються на роботи І.Гана, П.Лаутербура, В.Гіншау, П.Мансфілда. Спін-ехо послідовність, наприклад, стала великим кроком вперед до повсякденного використання МРТ технології. Хоча сьогодні вже сприймається як даність і викликає бажання замінити швидкими ехо-послідовностями, але в той час розробка такої технології була дуже доречі. Пришвидшення отримання МРТ зображень в клінічних умовах стало можливим завдяки роботам Дж.Генніга (1986), А.Гаазе (1986), Р.Джонса (1993), К.Пруесмана та М.Вейгера (1999). Розвиток МРТ в ролі технології медичної діагностики відкрив шлях для

розробки кількох спеціалізованих методів отримання зображень. Дифузійна МРТ: Е.Стеджскал (1965); функціональна МРТ: Дж.Беліво (1990, 1991); МРТ на основі різниці магнітних властивостей крові: Л.Паулінг та Ч. Коріел (1936), С.Огава (1990), Р.Тернер (1991), К.Квонг (1992); використання контрастних агентів: П.Лаутербур (1978), М.Медонца-Діас (1983), Г.Віенман (1983), Г.Карр (1984) [16].

Результати

Передісторія винаходів та відкриттів у фізиці, математиці та техніці для забезпечення функціонування МРТ сканера заходить глибоко в історію від часів Античності до сьогодення. Поступ винаходів спостерігаємо в деяких випадках незалежно в різних галузях, в інших випадках - винахід в одній галузі знань стає можливим тільки при досягненні успіхів в суміжних галузях знань. Оскільки технологія МРТ знаходиться між медициною, біологією, хімією, фізикою та комп'ютерними науками, то поступ технології можливий в дослідницьких групах з сильним міждисциплінарним зв'язком. Таким чином, винаходи сьогодення для швидкого практичного втілення здебільшого вимагають глибокої міжгалузевої взаємодії дослідників.

Висновки

Поглиблений історичний огляд становлення технології МРТ дозволяє узагальнити розуміння явищ та принципів роботи відповідного медичного обладнання, а також усвідомити взаємовплив досягнень різних галузей науки та техніки на загальний поступ впровадження винаходів у повсякденне життя.

Список використаних джерел

1. J.P. Hornak, The Basics of MRI, Interactive Learning Software, Henrietta, NY, 2012, <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/>.
2. Jahng, Geon-Ho & Park, Soonchan & Ryu, Chang & Cho, Zang. (2020). Magnetic Resonance Imaging: Historical Overview, Technical Developments, and Clinical Applications. Progress in Medical Physics. 31. 35-53. 10.14316/pmp.2020.31.3.35.
3. Cinciute S. 2019. Translating the hemodynamic response: why focused interdisciplinary integration should matter for the future of functional neuroimaging. PeerJ 7:e6621 DOI 10.7717/peerj.6621
4. <https://mysurgeryabroad.com/blog/a-brief-history-of-mri-scanners/>
5. <https://www.siemens-healthineers.com/perspectives/history-of-mri>
6. N.Tesla. Electro-magnetic Motor. No.381,968. Patented May 1, 1888. <https://patents.google.com/patent/US381968>
7. http://web.hep.uiuc.edu/home/serrede/P435/Lecture_Notes/A_Brief_History_of_Electromagnetism.pdf
8. Heinrich Hertz (1893). Electric Waves: Being Researches on the Propagation of Electric Action with Finite Velocity Through Space. Dover Publications. ISBN 1-4297-4036-1.
9. U.S. Patent 586,193 "Transmitting electrical signals", (using Ruhmkorff coil and Morse code key) filed December 1896, patented July 1897
10. Larmor J (1897). "LXIII.On the theory of the magnetic influence on spectra; and on the radiation from moving ions". Philosophical Magazine. 5. 44 (271): 503–512. doi:10.1080/14786449708621095
11. Wolfgang Pauli (December 13, 1946). "Exclusion Principle and Quantum Mechanics" <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/pauli-lecture.pdf>

12. Rabi, I.I.; Zacharias, J.R.; Millman, S. & Kusch, P. (1938). "A New Method of Measuring Nuclear Magnetic Moment". *Physical Review*. 53 (4): 318–327. doi:10.1103/PhysRev.53.318
13. Erik T. Van Dyke et al., Relayed hyperpolarization for zero-field nuclear magnetic resonance. *Sci. Adv.* 8, eabp9242 (2022). DOI:10.1126/sciadv.abp9242
14. G. Zweig, R. Lipes, J. R. Pierce; The cochlear compromise. *J Acoust Soc Am* 1 April 1976; 59 (4): 975–982. <https://doi.org/10.1121/1.380956>
15. G.N. Hounsfield Computerized transverse axial scanning (tomography). *Br. J. Radiol.* 46:1016-1022 (1973).
16. <https://www.magnetic-resonance.org/ch/24-14.html>

УДК 61:602:001.895(091)

Махрова Є.Г.

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ В ГАЛУЗІ ІНЖЕНЕРІЇ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Анотація. Ця стаття прослідковує історію становлення медицини в контексті розвитку та досягнень інженерії. Вона охоплює період від античності до сучасності, звертаючись до ключових етапів, де співпраця між медициною та інженерією привела до значних проривів у лікуванні та діагностиці.

Ключові слова: медицина, інженерія, історія, технології, медичні пристрої, розвиток.

Історія медицини тісно пов'язана з розвитком інженерії, оскільки багато медичних досягнень стали можливими завдяки новим технологіям та винаходам в галузі інженерії. Наприклад, винаходи в області оптики дозволили створити мікроскопи, що дозволили лікарям бачити бактерії та інші мікроорганізми, що спричиняють хвороби. Також, розвиток електроніки дозволив створити різноманітні медичні прилади, які допомагають лікарям діагностувати та лікувати хвороби, такі як ЕКГ-апарати, УЗД-апарати та інші.



Розвиток медицини і інженерії є двома взаємопов'язаними сферами, які мають багато спільних точок контакту. Становлення медицини у контексті розвитку і досягнень інженерії можна прослідкувати на протязі вікових етапів. У ранніх стадіях розвитку медицини, особливо в античності і середньовіччі, лікарі базувалися на філософських та релігійних переконаннях. Їх методи обмежувалися спостереженнями і

дослідженнями, але без наявності наукових інструментів це було складним завданням. У цей же період інженерія розвивалася, проте більша увага була приділена будівництву та механіці.

Античність і середньовіччя: У період античності і середньовіччя медицина базувалася на філософських і релігійних переконаннях. Лікарі того часу засновували свої методи на спостереженнях і дослідженнях, але без наявності наукових інструментів і знань, це було обмеженим. Інженерія також розвивалася, проте більшою мірою зосереджувалася на будівництві, механіці та інших галузях.[1]

Відродження: Епоха Відродження (15-16 століття) принесла значний прогрес у медицині та інженерії. У цей період медицина стала більш науковою завдяки розвитку наукових методів, таких як спостереження, експерименти та раціональний аналіз. Відбулося значне зростання інтересу до наукових методів та досліджень. Медицина стала більш науковою і базувалася на доказовій медицині. Завдяки розвитку інженерії були знайдені нові медичні пристрої та інструменти, такі як мікроскопи та термометри, які допомогли у покращенні діагностики та лікування. Великі фігури, такі як Леонардо да Вінчі, внесли вагомий вклад у розуміння анатомії та функціонування людського тіла.[1]

Інженерія також розвивалася швидкими темпами, з'явилися нові матеріали, інструменти та технології, що сприяли покращенню роботи лікарів та розробці медичних пристроїв. Промислова революція (18-19 століття) прискорила розвиток інженерії, але також відіграла важливу роль у медицині. У цей період відбулося значне зростання інтересу до наукових методів та досліджень. Медицина стала більш науковою і базувалася на



доказовій медицині. Завдяки розвитку інженерії були знайдені нові медичні пристрої та інструменти, такі як мікроскопи та термометри, які допомогли у покращенні діагностики та лікування. З'являються нові матеріали, машини та технології, що дозволили створити складніші та більш точні медичні пристрої. Наприклад, були розроблені перші рентгенівські апарати та електрокардіографи, що дозволило отримати точнішу діагностику.[2]

Промислова революція сприяла розвитку нових матеріалів, інструментів та технологій. Це створило можливості для розробки та вдосконалення медичних пристроїв. Нарешті, почали використовувати апарати для анестезії, які допомогли у проведенні больових маніпуляцій. Також були створені перші механічні пристрої для заміни втрачених функцій органів, такі як штучне серце. Завдяки промисловій революції та розширенню інженерних знань і технологій з'явилися нові можливості для розвитку хірургії та медичних приладів.[3]

Винайдення парових двигунів і залізниць забезпечили швидкий транспорт медичних приладів та розширили можливості лікарів досягти успіху на найбільшій відстані. У цей період були розроблені нові хірургічні інструменти, які покращили точність та ефективність операцій. У 18-19 столітті зростає частка медичної освіти та досліджень. Було засновано нові медичні університети та школи, де лікарі набули більш систематичних знань про анатомію, фізіологію та хірургію. Це сприяло розвитку медичної науки та покращенню діагностики та лікування.[4]

У 20-21 столітті медицина та інженерія відзначили значний прогрес і взаємодія між ними стала ще більш тісною. З'явилися нові медичні пристрої, які революціонізували діагностику, лікування та моніторингу. Ось кілька історичних аспектів становлення медицини в контексті розвитку і досягнень в галузі інженерії в цей період. Розвиток інженерії дав поштовх до створення нових медичних імагінгових технологій. Був розроблений рентгенівський промінь, що дозволяє вперше візуалізувати внутрішні структури організму. Також у 20-му столітті було зроблено комп'ютерну томографію (КТ) та магнітно-резонансну томографію (МРТ), що дозволило зберегти детальні зображення внутрішніх органів та структур тіла, які забезпечують більш точну діагностику. Ці технології суттєво покращили діагностику та стеження за ходом лікування. Винайдення та розвиток нових медичних технологій стали ключовими досягненнями.[5]

Взаємодія медицини та інженерії є ключовою для прогресу в медичній науці та практиці. останні два століття спостерігали за значним розвитком інженерних технологій, які суттєво вплинули на покращення діагностики, лікування та реабілітації хворих, вона виявилася важливою для розвитку медичної науки та практики. Завдяки поєднанню медицини та інженерії ми можемо очікувати подальший розвиток у галузі медичних технологій, розробку більш точних діагностичних методів, ефективніші та інноваційні методи лікування, а також покращення якості життя. Взаємодія медицини та інженерії продовжується, особливо в контексті швидкого розвитку технологій. Продовження співпраці та обміну досвідом між медичними та інженерними спеціалістами є необхідним для

постійного впровадження нових технологій і вдосконалення медичної практики. Таким чином, підтверджуються історичні аспекти становлення медицини в контексті розвитку і досягнень в галузевій інженерії.

Список використаних джерел

1. Білоус В.І., Білоус В.В. Історія медицини і лікувального мистецтва.: монографія. Чернівці : 2019.
2. D. Rajasekaran Development of an automated medical equipment replacement planning system in hospitals. Hoboken, NJ, USA, 2005.
3. A.B. Khalaf, Y. Hamam, Y. Alayli, K. Djouani. The effect of maintenance on the survival of medical equipment. Journal of Engineering, Design and Technology. 2013
4. Arturo Castiglioni. A history of medicine. Routledge Library Editions. 2019.
5. О.І. Олар, О.Ю. Микитюк, В.І. Федів, М.А. Іванчук, О.В. Інноваційні технології у медицині: стан і перспективи. Буковинський медичний вісник. – 2013. Т. 17. – № 2

Андрійчук М.Д., Мороз І.А.

ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ ФІЗИКИ, ХІМІЇ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НМУ імені О.О. Богомольця, Київ

amarid1957@gmail.com, Irafrost2005@gmail.com

Медицина має давню історію, що пов'язана з великими досягненнями фізики, хімії, техніки та інформаційних технологій. До Середньовіччя та початку Нового часу медицина була доволі примітивною, неефективною, що базувалася на міфах та віруваннях. З поступовою появою нових наукових дисциплін, були розроблені сучасні методи дослідження та лікування.

У 17-18 століттях у розвитку медицини були зроблені великі прориви завдяки відкриттям у фізиці та хімії. Прикладом може слугувати електрофорез (від грец. «форезис» – перенесення), це лікувальна процедура. Електроди прикладають на тіло людини. Між тілом та електродом поміщають папір або тканину, просочену електропровідним лікарським препаратом. При включенні струму починається рух заряджених частинок з паперу або тканини в шкіру, потім у тіло людини. Так відбувається процес введення антибіотиків, швидкість якого можна регулювати, змінюючи силу струму. Електроліз застосовують також і для синтезу різних неорганічних та органічних речовин; це вивчається у окремій науці – електрохімії. У 1816 році французький лікар Рене Ланнек винайшов стетоскоп, який міг чути стан серця та легенів пацієнта.

У 19 столітті з'явилися інженерні рішення, які дозволили збільшити точність та ефективність хірургічних операцій. Відкриття анестезії в 1846 році також значно покращило стан використання під час операцій. У цей же час в розробці були також нові методи діагностики та лікування за допомогою X-променів (рентгенівського випромінювання).

У 20 столітті з винайденням та удосконаленням комп'ютерів та інших інформаційних технологій було збільшено точність діагностики та ефективність лікування. Наприклад, з появою електронної мікроскопії, гістологічні дослідження стали детальнішими, що у свою чергу дозволило проводити якіснішу діагностику з подальшим лікуванням. Сучасну медицину важко уявити без технологій на кшталт магнітно-резонансної томографії (МРТ), комп'ютерної томографії (КТ), лазерної терапії, УЗД і тому подібного. Вони відіграють неабияку роль у детальному обстеженні пацієнтів.

Використання інформаційних технологій дозволяє лікарям обмінюватись професійною думкою з колегами, проводити віртуальні консультації (телемедицина) та аналізувати результати обстеження пацієнта на відстані. Неодмінно важливою складовою розвитку медицини є розробка та удосконалення лікарських засобів та методів лікування. Сучасна фармацевтична промисловість заснована на використанні хімії та інших наук, що дозволяє розробляти нові ліки та методи лікування.

Отже, завдяки розвитку фізики, хімії, інженерії та інформаційних технологій було досягнуто значних успіхів у діагностиці та лікуванні хвороб, що забезпечує покращення якості життя.

Список використаних джерел:

1. <https://probapera.org/publication/13/58303/zastosuvannya-elektrolizu.html>
2. <https://kpi.ua/713-10>
3. <https://uk.warbletoncouncil.org/aportaciones-quimica-medicina-2588>

Олар О.І.¹, Юрнюк Н.А.²

МЕДИЧНА ФІЗИКА В СИСТЕМІ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ: ІСТОРИЧНИЙ ШЛЯХ УСВІДОМЛЕННЯ РОЛІ І МІСЦЯ ДИСЦИПЛІНИ

¹ Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці² Педагогічний фаховий коледж Чернівецького національного університету імені Юрія

Федьковича, м. Чернівці

olena.olar@bsmu.edu.ua

Сьогодні медична фізика — це науковий напрямок, який використовує фізичну науку для медицини: профілактики, діагностики та лікування захворювань людини. Напрямок поділяють на кілька підгруп: фізика медичної візуалізації, фізика радіаційної онкології, фізика неіонізуючого медичного випромінювання, фізика ядерної медицини та фізіологічні вимірювання, кожна з яких має власну історію становлення. Проте сьогодні медичною спільнотою все ще важко усвідомлюється необхідність вивчення базового курсу, який готує студента-медика до вивчення медичних дисциплін, безпосередньо пов'язаних з переліченими напрямками медичної фізики. Небагаточисельні праці в цьому напрямку все ще не мають бажаного ефекту.

Відомо, що термін «медична фізика» вперше ввів французький лікар, анатом і генеральний секретар Королівського медичного товариства Фелікс Вік д'Азір у 1778 році. Становлення науки мало тривалу історію, не завжди систематизовану і сформовану щодо медицини структуру, тому й усвідомлення необхідності вивчення студентами-медиками такої дисципліни сформувалося не зразу. Перший підручник з фізики для студентів-медиків був опублікований лише у 1824 році, хоча розрізних робіт за різними напрямками було дуже багато.

У медичній фізиці XIX століття домінувала фізіологічна фізика - фізика, яка застосовувалась до пізнання людського тіла. Темпи розвитку медичних наук у цей період пов'язані з отриманням значних результатів у дослідженнях механічних, теплових, електричних, оптичних і акустичних процесів і властивостей об'єктів, у тому числі, біологічних. Щоб забезпечити викладання, у медичних школах були засновані кафедри академічної фізики. З кінця XIX століття і далі базова фізика була обов'язковим елементом у бакалавраті медичної освіти у країнах Європи, на знак визнання зростаючої важливості фізики в медичній практиці. Напрямки електрофізіології, біомеханіки та офтальмології є прямими результатами застосування фізики до медичних і фізіологічних питань.

Останні роки XIX століття були продуктивним періодом для фізики. Лише впродовж чотирьох років було відкрито X-промені, явище радіоактивності, відкрито радій і виділені радіоактивні ізотопи. Жоден з учених не був медичним фізиком у сучасному розумінні, а їх дослідження не пов'язувалися з перспективою застосування в медицині. Але медичний потенціал цих відкриттів став одразу очевидним. Звичайно недостатнє розуміння процесів з фізичної точки зору на початкових етапах і недостатність знань у плані взаємодії таких чинників з біологічними структурами мали свої недоліки. Але порівнянно швидко накопичені знання дозволили широке їх використання. Незабаром відбувся швидкий технологічний розвиток якості зображення та стандартизації лікування, проникнення методів у медичну практику.

Впродовж XX століття наголос перемістився на використання фізичних методів у діагностиці та лікуванні хвороб: революційні технології формування зображень (комп'ютерна X-променева та магнітно-резонансна томографії та ін.) та ядерна медицина. Поява КТ і розвиток МРТ поглибили розуміння ролі фізики в діагностичній радіології. Це тільки посилило роль і місце медичної фізики в системі медичної освіти.

Розвиток електроніки та комп'ютерних технологій у XX столітті революціонізував практично всі сфери клінічних вимірювань. У цей період приходить усвідомлення необхідності орієнтуватися в галузі інформаційних технологій, починаючи зі студентської лави.

Сучасні тенденції в медицині підкреслюють важливість здорового способу життя та стану навколишнього середовища. Оскільки населення дедалі старіє, можна очікувати, що в XXI столітті весь спектр фізичних концепцій і методів буде застосовуватися все більше і більше для збереження здоров'я, на додаток до нинішнього зосередження уваги на лікуванні хвороб, захисті від випромінювань, надання біофізичних суджень для інтерпретації епідеміологічних «доказів» через посилення уваги до реабілітаційної техніки в усіх її аспектах, кількісної оцінки клітинних процесів та ін. Людство знаходиться на порозі нової революції в постгеномній персоналізованій медицині, де методи, засновані на фізиці, знову в тренді і є плодами попередніх інвестицій у фундаментальні фізичні дослідження. Такий стан речей вимагатиме постійної актуалізації знань напрямку «медична фізика» у здобувачів медичної освіти, оскільки значимі результати можуть бути отримані тільки на перетині наук і у тісній співпраці між науковцями різних напрямків і саме такі завдання повинна ставити перед собою сьогодні медична освіта.

Список використаних джерел

1. Keevil S.F. Physics and medicine: a historical perspective. Lancet. 2011; 379: 1517–24.

2. Duck F.A. The origins of medical physics Physica Medica.2014. 1-6.

Шинкура Л.М., Шинкура В.М.

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ

Фаховий коледж БДМУ, м. Чернівці

shinkura_lora@ukr.net , shinkura.v@bsmu.edu.ua

Завдяки швидкому розвитку інформаційно-комунікативних технологій став можливим розвиток такої галузі медицини як телемедицина, або телемедичні послуги. Точного визначення поняття телемедицина не має і досі, тому що воно стрімко розвивається і далі. Але якщо тлумачити це як медичні послуги, то це послуги на відстані, використовуючи сучасні інформаційно-технічні засоби. Започаткування телемедицини датується 1905 роком, коли вперше В. Ейнтховен здійснив передачу електрокардіограми через телефонні дроти. У 20-х роках нашого сторіччя у Швеції, використовуючи радіозв'язок і азбуку Морзе, надавали медичний супровід морякам судів торгового морського флоту. По радіоканалах проводилися медичні консультації для моряків, що довго знаходилися в плаванні, з 1935 р. аналогічна служба почала працювати в Італії. Це фактично були передумови тих телемедичних послуг які наразі є.

Також необхідно зазначити, що розвиток телемедицини безумовно пов'язаний із розвитком космічної і військової галузей. Можливість швидкої передачі даних про стан здоров'я пілотів або космонавтів була дуже важливою. І безперечно, із розвитком і доступністю сучасних інформаційних технологій, стрімко почала розвиватись і така окрема галузь медицини як телемедицина. Можливість передачі даних через Інтернет розвинула інші канали: електронна пошта, відеозв'язок, месенджери.

Сучасний формат телемедичних послуг дає можливість:

- швидко отримати первинну консультацію спеціаліста;
- віддалено моніторити стан здоров'я;
- значно скоротити витрати на транспортування і лікування хворих
- отримати кваліфіковану консультацію світил медицини.

У період пандемії такий варіант як телеконсультування вирішив проблеми швидких консультацій хворих. Надання медичних послуг відбувалось як через телефонний зв'язок, так і через відеозв'язок. Мінімізація походів до лікаря зменшувала кількість інфікованих. Технологічно телемедицина повинна забезпечувати пряму передачу медичної інформації в

різних форматах: історія хвороби, дані лабораторних досліджень, результати ультразвукової діагностики, комп'ютерної томографії, рентгенівські знімки.

Використання телемедичних послуг у Європі та США пов'язано із великою собівартістю. Дистанційні консультації та отримання онлайн рецептів є значно дешевшим. Крім того ці послуги частково оплачують страхові компанії. Серед найважливіших європейських проєктів в області телемедицини потрібно згадати EMDIS (European Marrow Donor Information System - Європейська система інформації про донорів кісткового мозку); EPIC (European Prototype for Integrated Care - Європейська модель для інтегрованого лікування); FEST (Framework for European Services in Telemedicine); ISAAC - Integrated Support Communication System); NUCLEUS (Customisation Environment for Multimedia Integrated Patient Dossier); SHINE (Strategic Health Informatics Network for Europe).

Цікаво, що у Японії та Великобританії значний попит на телемедичні послуги певним чином пов'язаний із великою кількістю літніх пацієнтів, коли відстань є критичним фактором і необхідний постійний моніторинг стану здоров'я літніх людей.

Технологічні корпорації активно впроваджують у свої гаджети можливість слідкувати за пульсом, серцевим ритмом, насиченням крові киснем. Завдяки цьому телехоспіс як один із видів телемедичних послуг стає доступним і головне простим у користуванні.

Розвитку телемедицини в світі належить велике майбутнє завдяки потужним можливостям сучасних інформаційних технологій, що і надалі розвиваються. І хоча стан розвитку телемедицини і впровадження у сучасну медицину і відрізняється у різних країнах, але цілі і задачі впровадження є ідентичними. Розвиток телемедицини і надалі є могутнім засобом для покращення надання якісної медичної допомоги населенню.

Список використаних джерел.

1. Телемедицина: історія і розвиток URL: http://4ua.co.ua/medicine/va2ad78b4d53a88521316d27_0.html

СЕКЦІЯ 7. НОВІТНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ МЕДИЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ФАХІВЦІВ

UDC: 378.147.091.33-048.63:577.1

Davydova N.V.

CONTEMPORARY SIMULATION-BASED TEACHING METHODS IN BIOCHEMISTRY EDUCATION: EXPLORING POSSIBILITIES FOR MEDICAL UNIVERSITIES

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

davydova.nataliia@bsmu.edu.ua

Abstract: Modern education faces the challenge of teaching science in a way that students not only acquire theoretical knowledge but also develop practical skills necessary for their future professional endeavors. In medical education, simulation-based teaching methods stand out as an effective tool for achieving these goals. This article delves into contemporary simulation-based teaching methods in biological chemistry and their significance and possibilities for medical universities.

Key words: simulation-based education, biochemistry, medicine, virtual laboratory.

Biological chemistry plays a crucial role in medical education, providing a foundation for understanding the molecular mechanisms underlying various physiological processes and diseases. Traditionally, biochemistry education has relied on didactic lectures and practical classes with oral discussion of the topics and laboratory experiments. However, the integration of simulation-based education methodologies could offer opportunities to enhance the teaching and learning experience in biochemistry. Simulation-based methods of biochemistry study in Bukovinian State Medical University are partially implemented. So, in the article we have tried to explore the possibilities and benefits of simulation-based education in teaching biological chemistry in medical universities for its further implementation.

One of the significant advantages of simulation-based education in teaching biochemistry is its ability to enhance practical skills among students. Traditional laboratory experiments often have limitations in terms of time, resources, and safety concerns. Virtual laboratory could offer a valuable platform for students to gain hands-on experience in conducting biochemical experiments

which allows students to perform a wide range of experiments without the constraints of physical materials or equipment. Students can manipulate variables, observe reactions, and analyze data, thus developing proficiency in laboratory techniques and protocols. Virtual laboratory could provide a safe space for students to make mistakes, learn from them, and refine their skills. They can repeat experiments, increase fidelity of the results, test different hypotheses, and explore the consequences of their actions without any risk [8].

In addition to virtual laboratories, simulators provide realistic, interactive, and immersive experiences that mimic real-world laboratory or clinical settings. Students can practice specific techniques, such as pipetting, photometry, spectrophotometry, polarimetry, refractometry, centrifugation in a controlled virtual environment. Simulators provide real-time feedback, help students understand the principles behind the techniques and refine their motor skills [12].

Simulation could help students to develop proficiency in data analysis and interpretation. They can work with simulated data sets, analyze patterns, explore statistical analyses, extract relevant information, visualize trends, interpret experimental results and communicate their findings effectively [15].

In traditional laboratory settings, students must adhere to strict safety protocols and ethical guidelines, which can sometimes limit their practical experiences. Simulations provide a risk-free environment where students can learn and practice laboratory safety procedures without any potential harm to themselves or others [2].

Simulation-based education offers numerous opportunities to promote active learning in theoretical medicine. Active learning shifts the role of students from passive recipients of information to active participants in the learning process. By engaging students in interactive and practical activities, simulation-based approaches foster critical thinking, problem-solving, and application of knowledge in real-world scenarios [1].

Simulation allows the integration of case studies and interactive scenarios, offering students the opportunity to actively engage in problem-solving activities. Students can work individually or in groups to analyze complex biochemical cases, identify the underlying biochemical processes, and propose appropriate solutions or interventions [3].

Simulation-based education enables students to perform virtual experiments and data analysis, promoting active learning in the context of biochemistry. Students can design and conduct experiments, manipulate variables, collect data, and analyze results within a simulated environment. By actively participating in virtual experiments, students develop a practical understanding of experimental design, data collection, and analysis. They learn to interpret experimental outcomes, and draw conclusions which gives a deeper understanding of pathogenesis of many diseases and

enhances students' ability to think critically about experimental procedures and research methodologies [6].

Simulation-based education encourages collaborative learning and reflection, providing opportunities for students to take part in discussions, share ideas, and learn from each other. Virtual team-based learning allows students to work together on complex biochemical challenges, facilitating peer-to-peer interaction and knowledge exchange [13].

Simulation-based approach facilitates a deeper understanding of biochemical concepts by providing visual and interactive representations which enhance students' ability to grasp abstract concepts, visualize molecular structures, and comprehend dynamic biochemical processes. Computer simulations and modeling tools give visual representations help students comprehend the spatial arrangement of molecules, the interactions between biomolecules, and the dynamics of biochemical reactions. Students can explore the three-dimensional structure of proteins, understand enzyme-substrate interactions, and visualize the flow of metabolites through metabolic pathways. This visual approach promotes a holistic understanding of biochemical concepts, beyond what can be achieved through traditional didactic lectures or textbook illustrations [11].

Interactive simulations enable students to investigate the effects of changing parameters, such as pH, temperature, or substrate concentration, on biochemical reactions. They can observe the impact of these changes on reaction rates, equilibrium positions, and enzymatic activity. By experimenting with these simulations, students develop a more intuitive sense of how biochemical processes respond to different conditions [14].

Dynamic modeling simulates the temporal changes in biochemical systems. Students can observe how concentrations, enzyme activities, and reaction rates vary over time in response to different inputs. This dynamic perspective helps students understand the regulatory mechanisms and feedback loops involved in biochemical pathways. They can explore the relationships between enzyme activity, substrate availability, and product formation. Students could explore the dynamics of enzyme kinetics, metabolic fluxes, and signal transduction pathways. They can observe the effects of feedback inhibition, substrate saturation, and allosteric regulation on biochemical processes [4].

Simulation-based education plays a vital role in preparing medical students for real clinical practice. By simulating clinical scenarios and patient interactions, simulation-based approaches help students develop essential clinical skills, enhance their decision-making abilities, and familiarize them with biochemical disorders and treatments [10].

Virtual patient simulations offer a valuable tool for preparing medical students for clinical practice. These simulations replicate real-life patient encounters, allowing students to practice

history-taking, physical examination, and clinical decision-making. Students can interact with virtual patients, assess their symptoms, determine the list of essential biochemical investigations and avoid unnecessary tests, which will help save patients' money. By practicing laboratory test interpretation in a simulated environment, students become proficient in identifying patterns, understanding the clinical significance of test results, and formulating appropriate diagnostic and treatment plans. This hands-on experience prepares them to interpret laboratory data effectively in real clinical scenarios [1].

Simulation-based education allows students to explore diagnostic algorithms and therapeutic interventions commonly used in clinical practice. Through interactive scenarios and case studies, students can engage in decision-making processes related to biochemical disorders. They learn to apply biochemical knowledge, evaluate clinical information, and make evidence-based decisions regarding diagnostics and treatment options [7].

Thus, the use of simulations in the teaching and learning of biochemistry could enhance practical skills, promote active learning, facilitate conceptual understanding, and prepare students for the challenges of real-world clinical practice. Considering the numerous benefits and advancements in simulation-based education, it is worth to implement these methodologies in the teaching of biological chemistry.

References

1. Cook D. A., Triola M. M., Virtual Patients Working Group of the Association of American Medical Colleges. Virtual patients: A critical literature review and proposed next steps. *Medical Education*. 2014. Vol. 48, № 2. 107-116.
2. Harsh J. A., Loken Thornton W. Ethics in the biochemistry laboratory: Student perceptions of researchers // *Journal of Chemical Education*. 2012. Vol. 89, № 5. 596-600.
3. Herreid C. F., Schiller N. A. Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*. 2013. Vol. 42, № 5. P. 62-66.
4. Hmelo-Silver C. E., Duncan R. G., Chinn C. A. Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*. 2007. Vol. 42, № 2. 99-107.
5. Issenberg S. B., McGaghie W. C., Petrusa E. R., Gordon D. L., Scalese R. J. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: A BEME systematic review. *Medical Teacher*. 2005. Vol. 27, № 1. 10-28.
6. Johnstone A. H., Al-Shuaili A. Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*. 2001. Vol. 5, № 2. 42-51.
7. Koh G. C., Hsu L. L., Wong M. L., Fones C. S., Seet R. C., Koh D. Preparation for postgraduate clinical practice: Utility of clinical skills training. *Annals Academy of Medicine Singapore*. 2008. Vol. 37, № 12. 1032-1038.
8. Kozma R. B., Russell J. Students becoming chemists: Developing representational competence. *Chemical Education Research and Practice*. 2005. Vol. 6, № 3. 149-164.
9. Langley G. R., Nikiteas N., Scobie A. P., Tyndall A. V. Teaching the interpretation of biochemical laboratory results: A pilot study. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2015. Vol. 53, №4. 541-546.
10. Linder C., Erickson G. Using simulations to promote conceptual change: The effect of the generation of evidence. *Journal of Research in Science Teaching*. 2006. Vol. 43, № 1. 47-61.
11. Mayer R. E. Multimedia learning (2nd ed.). Cambridge University Press, 2009.
12. McGaghie W. C., Issenberg S. B., Petrusa E. R., Scalese R. J. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Medical Education*. 2010. Vol. 44, № 1. 50-63.
13. Michaelsen L. K., Knight A. B., Fink L. D. Team-based learning: A transformative use of small groups in college teaching. Stylus Publishing, 2004.

14. Smetana L. K., Bell R. L. Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*. 2012. Vol. 34, № 9. 1337-1370.
15. Zerda K. S., Kraft A., Abernethy D. Undergraduate biochemistry laboratory: Understanding the role of the instructor in developing students' data analysis and interpretation skills. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 2017. Vol. 45, № 2. 103-113.

УДК: 378.147.018.46:614.253.1:616-053.2

Богущька Н.К.

ЗВОРОТНИЙ ЗВ'ЯЗОК ЛІКАРІВ-ІНТЕРНІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПЕДІАТРІЯ» ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС МЕТОДИКИ ОБГОВОРЕННЯ КЛІНІЧНИХ ВИПАДКІВ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

nbohutska@bsmu.edu.ua

Анотація. В статті описано результати опитування лікарів-інтернів спеціальності «Педіатрія» щодо ефективності впровадження в навчальний процес такого активного методу навчання як обговорення клінічних випадків (кейсів). Завдяки активному залученню самих учасників навчального процесу в якості тих, хто готує, презентує клінічний кейс та модерує процес обговорення в групі, істотно поліпшується мотивація та ставлення лікарів до їх освітнього середовища.

Ключові слова: зворотний зв'язок, інтернатура, активне навчання.

Вступ. Інтернатура в Україні має дві складові – теоретичну і клінічну, теоретичне навчання відбувається на базі закладів післядипломної медичної освіти або на базі факультетів післядипломної освіти медичних вишів. Задля забезпечення теоретичного навчання бази інтернатури можуть укладати договори з надавачами освітніх послуг. Клінічна складова інтернатури – це робота на посаді лікаря-інтерна у закладах охорони здоров'я. Співвідношення між теоретичною і практичною частинами інтернатури варіюється залежно від спеціальності. У майбутньому очікується зміщення фокуса з вивчення теоретичного матеріалу на здобуття практичних навичок в процесі професійної діяльності [6]. Безперечно, інтерни також опановують необхідний теоретичний матеріал, але його обсяг залежить від об'єктивних потреб програми. Попри необхідність зміщення наголосу з теоретичної на практичну підготовку в інтернатурі, складова теоретичного навчання повинна залишитись.

Як поліпшити лікарями-інтернами сприйняття освітнього середовища? Сучасний підхід акцентує перехід до активного навчання, що охоплює різні дидактичні методи з

активним залученням здобувачів до навчального процесу, та є частковою альтернативою традиційному підходу. Цілі стратегії активного навчання полягають у тому, щоб перенести фокус з викладача на здобувача та сприяти виконанню когнітивних завдань вищого рівня через більш активну участь. Методи активного навчання вимагають від здобувачів навичок вирішення проблем клінічно значущих ситуацій, мотивують і пропонують навчатися та практикувати навички професійної роботи, забезпечують більшу задоволеність від процесу навчання [3]. Впровадження активних навчальних стратегій може допомогти “поєднати” теоретичну та практичну підготовку інтернів, набуття професійних компетентностей, поліпшити сприйняття викладання та організацію навчального процесу, а отже ефективність навчання лікарів-інтернів [1]. Метод обговорення клінічних випадків (ОКВ) може застосовуватися як методика активного навчання з метою «відпрацювання навичок швидкого аналізу та синтезу інформації, класифікації інформації, визначення і розрізнення суттєвих і несуттєвих деталей, критичного мислення, генерації рішень та альтернатив; роботи в команді, комунікації (активне слухання, участь у дискусії тощо) та розвитку розуміння важливості відповідальності й уважності до деталей у своїй роботі» [5]. Тому вважали за доцільне, впровадити ОКВ та дослідити вплив такого впровадження на сприйняття лікарями-інтернами навчального процесу.

Матеріал і методи. Після ознайомлення з методом ОКВ для попередньої оцінки викладачем проведено одну пілотну сесію з лікарями-інтернами першого року навчання згідно стандарту [2]. Дві лікарки-інтерни другого року навчання пройшли навчання для самостійного проведення методики ОКВ, після чого ними проведено дві сесії ОКВ з ротацією ролей в березні та травні 2023 р. Складений опитувальник для оцінки цієї навчальної методики, який по закінченні сесії анонімно заповнили двічі по 9 інтернів та 2 викладачі (які брали участь у сесіях у ролі клінічних експертів). Нами було запропоновано два кейси, метою яких було діагностувати в процесі обговорення «Ювенільний ідіопатичний артрит, системна форма, дебют» та «Феохромоцитома з гіпертонічним кризом». Учасники проявили зацікавленість під час обговорення обох випадків та пройшли анкетування стосовно проведеного ОКВ та побажань щодо наступних сесій. Усього опрацьовано 20 анкет.

Отримані результати. Такий метод активного навчання, як ОКВ, є діяльністю, яка може бути виконана за невеликий проміжок часу, і може бути фасилітована одним або двома членами команди, вона не вимагає багато ресурсів, ця техніка сприяє стимулюванню вищого рівня мислення та обробки інформації в освітній піраміді, розвиваючи навички, необхідні для навчання впродовж життя. Клінічні випадки для ОКВ повинні бути на основі реальних пацієнтів, включати загальні сценарії, узгоджуватися з визначеними результатами навчання,

сприяти прийняттю рішень, стимулювати інтерес і виховувати емпатію щодо пацієнтів. Клінічні випадки повинні бути написані так, щоб дати можливість здобувачам консолідувати та інтегрувати свої мультидисциплінарні знання для надання відповідей на запитання, поставлених в рамках кейсу. ОКВ –доступний метод, адаптований як для малих, так і для великих груп, модератор здійснює обговорення з учасниками сесії, пов’язуючи теорію та практику. Джерело клінічних випадків: веб-сайт журналу New England Journal of Medicine (<https://www.nejm.org/>). Хороший клінічний випадок для сесії ОКВ означає, що відомо, яким шляхом прийти до діагнозу, наявні лабораторні показники / візуалізація / гістологія / обстеження – щось, щоб зробити сесію цікавою, здобувачів має задовільняти рівень складності випадку, в процесі підготовки кейсу слід заповнити всі розділи шаблону презентації, слід пам’ятати про спеціальні категорії шаблону та розміщувати все, куди належить, слід брати до уваги час на проведення кожного етапу та варто використовувати скорочення (див. рис.1).

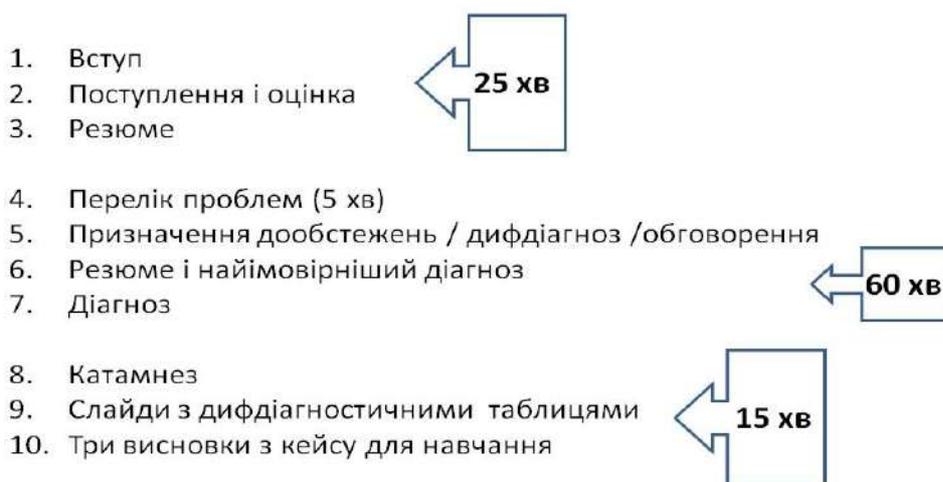


Рис. 1. Підготовка сесії ОКВ: розділи та тривалість роботи.

Усі опитані лікарі-інтерни вважали ОКВ ефективним методом навчання в програмі своєї підготовки до майбутньої практичної діяльності (варіанти відповідей: так, ні, важко відповісти). На запитання «Чи сподобався Вам такий формат заняття?» отримано 15 відповідей – «сподобався» і 5 відповідей – «дуже сподобався» (середнє значення від 1 до 5 максимальних балів – $4,25 \pm 0,44$ балів). Дванадцять лікарів вважали, що ОКВ дозволяє їм здобути фахову компетентність клінічного мислення, а ще 8 – що суттєво допомагає в опануванні цією компетентністю (середнє значення від 1 до 5 максимальних балів – $4,40 \pm 0,50$ балів). 95% опитаних хотіли б, щоб в їх програмі навчання саме такий метод обговорення клінічних випадків застосовували частіше. Для 50% опитаних участь у сесіях

ОКВ була дуже пізнавальною (максимальний бал – 5), ще для 45% - пізнавальною (бал – 4; середнє значення – $4,40 \pm 0,75$ балів). Відповіді на запитання «Який етап клінічного кейсу Вам особисто найбільше сподобався?» відображені на рис. 2.



Рис. 2. Вподобання опитаних інтернів щодо різних етапів ОКВ (у %).

На запитання «Наскільки складним для діагностики, з Вашої точки зору, виявився цей клінічний випадок?» 15 інтернів відповіли – помірно складним (2 бали), по двоє – дуже складним (1 бал) або – ні складним, ні простим (3 бали), та 1 – простим (4 бали) (середнє значення з 5 можливих – $2,10 \pm 0,64$ балів).

Найбільшою трудностю впродовж участі в сесії ОКВ для лікарів-інтернів був діагностичний процес (див. рис. 3).



Рис. 3. Труднощі лікарів-інтернів в процесі розв'язання клінічного випадку (у %)

47% опитаних лікарів-інтернів хотіли б також самостійно підготувати та презентувати клінічний випадок для обговорення в своїй групі. Зворотний зв'язок лікарів-інтернів щодо їх участі в ОКВ свідчив про підвищення мотивації до навчання та поліпшення ставлення до освітнього середовища, що узгоджувалось із даними інших досліджень [4].

Висновки.

1. Метод ОКВ можна легко імплементувати до існуючої навчальної програми з інтернатури, щоб забезпечити активне навчання, це не вимагає додаткового часу, ресурсів і зміни змісту програми.
2. Впровадження ОКВ у навчальний план лікарів-інтернів дозволяє отримати переваги стратегії активного навчання, а участь у сесіях ОКВ покращує навички ключової фахової компетентності – клінічного мислення.
3. Інтерни зацікавлені у імплементації ОКВ в освітній процес, мають бажання проводити такі заняття частіше та брати активну участь у підготовці кейсів для презентації групі.

Список використаних джерел

1. den Bakker C.R., Hendriks R.A., Houtlosser M., Dekker F.W., Norbart A.F. Twelve tips for fostering the next generation of medical teachers. *Medical Teacher*. (2021):1–5. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2021.1912311>
2. Koenemann N., Lenzer B., Zottmann J.M., Fischer M.R., Weidenbusch M. Clinical Case Discussions - a novel, supervised peer-teaching format to promote clinical reasoning in medical students. *GMS J Med Educ*. 2020 Sep 15;37(5):Doc48. doi:10.3205/zma001341 . PMID: 32984507; PMCID: PMC7499459
3. Linsenmeyer M. Brief Activities: Questioning, Brainstorming, Think-Pair-Share, Jigsaw, and Clinical Case Discussions. In: Fornari A, Poznanski A, editors. *How-to Guide for Active Learning*. Cham: Springer International Publishing; (2021): 39–66.
4. Reifenrath, J., Seiferth N., Wilhelm T. et al. Integrated clinical case discussions – a fully student-organized peer-teaching program on internal medicine. *BMC Med Educ* 22, 828 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03889-4>
5. Мигаль А., Трамбовецька Н., Єрьоменко Н. Та співавт. Компетентнісний підхід у медичній освіті; методичний посібник. Україно-швейцарський проєкт «Розвиток медичної освіти», Київ (2021):69-72. https://mededu.org.ua/wp-content/uploads/2021/11/manual_web.pdf
6. Оцінювання освітнього середовища лікарів-інтернів; україно-швейцарський проєкт «Розвиток медичної освіти». Жовтень 2019. <https://mededu.org.ua/wp-content/uploads/2021/05/report-PHEEM-for-web.pdf>

УДК: 378.147.091.3:615

Влад Г.І.

СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ У НАВЧАННІ СТУДЕНТІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

vlad.hanna@bsmu.edu.ua

Анотація

Дослідження зосереджене на вивченні ефективності впровадження сучасних освітніх технологій у навчанні студентів фармацевтичного факультету. Основною метою дослідження є покращення якості навчання та підготовки студентів до сучасного фармацевтичного середовища. Дослідження включає оцінку ефективності використання віртуальних лабораторій, мультимедійних матеріалів, онлайн-дискусій та співпраці у групах, а також мобільних додатків та онлайн-ресурсів.

Ключові слова: учасні технології, дослідження, якість навчання, електронні підручники, додатки, віртуальна реальність

Мета впровадження сучасних освітніх технологій у навчанні студентів фармацевтичного факультету може бути багатогранною. Використання сучасних технологій може забезпечити більш активну, залучаючу та інтерактивну форму навчання, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу студентами. Вони можуть мати доступ до більш широкого спектру ресурсів, включаючи віртуальні лабораторії, електронні підручники, відео-лекції та інші навчальні матеріали. Використання віртуальних лабораторій та симуляцій може надати студентам можливість отримати практичні навички безпосередньо на комп'ютері, що є особливо корисним у фармацевтичній освіті. Вони можуть виконувати вправи та експерименти, вивчати складні процеси та розвивати вміння аналізувати та інтерпретувати дані. Використання сучасних технологій може підтримувати активну участь студентів у навчальному процесі. Вони можуть самостійно вивчати матеріал, брати участь у віртуальних дискусіях, спільно працювати над проектами та спілкуватися з викладачами та однокурсниками. Використання сучасних технологій дозволяє студентам отримати практичні навички та досвід, які є важливими на фармацевтичному ринку праці. Вони можуть знайомитися з новими програмними продуктами, використовувати електронні бази даних препаратів та інші інструменти, які використовуються в фармацевтичній практиці. Впровадження цих технологій допомагає підвищити ефективність навчання, розширити доступ до ресурсів та підготувати студентів до сучасних вимог у сфері фармації[1].



Сучасні освітні технології в навчанні студентів фармацевтичного факультету включають в себе широкий спектр інструментів і ресурсів, які полегшують та покращують процес навчання, сприяють активній участі студентів та стимулюють їх пізнавальну діяльність. Ось деякі з них:

1. Студенти можуть використовувати комп'ютерні програми та симулятори для виконання експериментів у віртуальному середовищі. Це дозволяє їм отримати практичні навички безпосередньо на комп'ютері та розвивати вміння аналізувати та інтерпретувати дані.
2. Замість традиційних паперових підручників студенти можуть користуватися електронними ресурсами, які надають більше інтерактивності та можливостей для взаємодії. Онлайн-курси дозволяють студентам самостійно вивчати матеріал у зручний для них час та темп.
3. Відео-лекції записані викладачами або експертами відображають лекційний матеріал у зручному для перегляду форматі. Вебінари надають можливість студентам спілкуватися та задавати питання в реальному часі.
4. Студенти можуть працювати разом над проектами та завданнями, використовуючи спільні облікові записи, документи та інструменти для колективної роботи. Це сприяє комунікації та співпраці між студентами.
5. Розроблені спеціально для фармацевтичних студентів мобільні додатки надають доступ до навчальних матеріалів, баз даних препаратів, інтерактивних тестів та інших корисних ресурсів навіть поза університетським кампусом.
6. Інтерактивні VR-симуляції можуть допомогти студентам у вивченні складних процесів та процедур, таких як приготування лікарських препаратів або проведення лабораторних досліджень.

Ці технології сприяють активному навчанню, самостійній роботі та розвитку практичних навичок у студентів фармацевтичного факультету. Вони допомагають створити більш залучаюче та ефективне навчальне середовище [2].

Впровадження нових технологій часто пов'язане з додатковими витратами на обладнання, програмне забезпечення, навчання викладачів тощо. Університети та навчальні заклади повинні мати достатні фінансові ресурси для впровадження та підтримки таких технологій. Викладачі повинні бути ознайомлені з сучасними технологіями та мати необхідні навички для їх використання. Це може вимагати додаткового навчання та підтримки викладачів, щоб вони могли ефективно впроваджувати нові методи навчання. Використання

технологій може супроводжуватися технічними проблемами, такими як неполадки з обладнанням, проблеми з підключенням до мережі або збої в програмному забезпеченні. Це може вплинути на безперебійність навчального процесу та вимагати технічної підтримки. Впровадження сучасних технологій може вимагати зміни у ролі викладача, який стає більше наставником та фасилітатором навчання, а також у ролі студента, який стає більш активним учасником навчального процесу. Це може викликати опір з боку деяких викладачів та студентів, які звикли до традиційної моделі навчання. Деякі викладачі та студенти можуть сумніватися у ефективності використання сучасних технологій у навчанні та їх впливу на якість освіти. Крім того, виникають питання щодо оцінювання знань та навичок, які студенти отримують за допомогою нових технологій. Ці проблеми можуть бути подолані шляхом налагодження достатньої підтримки від університетської адміністрації, навчання викладачів, забезпечення належного технічного супроводу та проведення досліджень для оцінки ефективності впроваджених технологій [3].

Фармацевтична галузь постійно розвивається і впроваджує нові технології та методики. Вивчення сучасних освітніх технологій дозволяє студентам бути впевненими в ефективному використанні цих технологій в своїй майбутній професійній практиці. Сучасні технології можуть забезпечити більш активне та залучаюче навчання, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу студентами. Вони стимулюють більш глибоке розуміння концепцій, сприяють розвитку практичних навичок та підвищують мотивацію до навчання. Сучасні технології надають можливість навчатись в будь-який час і з будь-якого місця. Це робить навчання більш гнучким і доступним для студентів, особливо для тих, хто має обмежені можливості щодо присутності на лекціях або перебуває віддалено. Вивчення сучасних освітніх технологій сприяє розвитку цифрових навичок у студентів. Це важливо, оскільки цифрові технології стають все більш необхідними в сучасному світі, включаючи фармацевтичну сферу. Вивчення та дослідження сучасних освітніх технологій сприяють інноваціям та постійному удосконаленню навчального процесу. Це важливо для забезпечення високої якості освіти та відповідності до сучасних вимог. В цілому, вивчення цієї теми допомагає покращити якість освіти, підготувати студентів до сучасного фармацевтичного середовища та розвивати необхідні навички для успішної кар'єри у цій галузі [4].

Застосування інформаційних технологій у фармацевтиці може покращити якість лікування та результати пацієнтів. Інформаційні системи допомагають відстежувати дані про пацієнтів, надають швидкий доступ до медичних записів, оптимізують процес виписування та обробки рецептів, а також покращують безпеку лікарських засобів. Інформаційні технології допомагають автоматизувати та оптимізувати процеси у

фармацевтичній галузі. Вони сприяють швидкому та точному аналізу даних, забезпечують ефективне управління запасами, виробництвом та логістикою, що призводить до економії часу, коштів та ресурсів [5]. Розуміння та використання сучасних інформаційних технологій дозволяє фармацевтичним компаніям залишатись конкурентоспроможними на ринку. Інноваційні рішення, такі як персоналізована медицина, використання штучного інтелекту та блокчейн-технологій, можуть принести значну перевагу в розробці ліків, виробництві та взаємодії з пацієнтами. Інформаційні технології впливають на роль фармацевтів, розширюючи їхні можливості та відповідальність. Фармацевти стають ключовими гравцями у забезпеченні інформаційної підтримки, наданні порад та сприянні пацієнтам у виборі та вживанні лікарських засобів. Розробка та використання інформаційних технологій пов'язані з питаннями безпеки та конфіденційності медичних даних [6]. Вивчення цієї теми допомагає розробляти та впроваджувати заходи для захисту від кібератак, зловживань та несанкціонованого доступу до медичної інформації. Враховуючи ці причини, вивчення інформаційних технологій у фармації є важливим для покращення якості догляду за пацієнтами, оптимізації процесів та забезпечення успішного розвитку фармацевтичної галузі.

Список використаної літератури:

1. Clark, R.C., & Mayer, R.E. (2016). *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. Wiley. ISBN: 978-1119158662.
2. Koohang, A., Harman, K., & Britz, J. (Eds.). (2012). *Cutting-Edge Technologies in Higher Education*. Information Age Publishing. ISBN: 978-1617358273.
3. Bates, T. (2019). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning*. Tony Bates Associates Ltd. ISBN: 978-1774200475.
4. Siemens, G., & Long, P. (Eds.). (2011). *Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education*. Athabasca University Press. ISBN: 978-1927356807.
5. Oblinger, D.G. (Ed.). (2006). *Learning Spaces*. EDUCAUSE. ISBN: 978-0967285384.
6. Rosenberg, M.J. (2006). *Beyond E-Learning: Approaches and Technologies to Enhance Organizational Knowledge, Learning, and Performance*. Pfeiffer. ISBN: 978-0787986834.

УДК 611-013.85:618.39-021.3

Гарвасюк О.В.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ ЯК СКЛАДОВА НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

olexandra.garvasuk@bsmu.edu.ua

Анотація. Інтерактивні методи навчання – методи, які організують процес навчання як спільну роботу викладача та студентів. Самий викладач виступає в ролі не лише джерела знань, фасилітатора, ментора, коуча, а і модератора навчального процесу. Творчі завдання, робота в малих групах та навчальні ігри відносяться до інтерактивних методів навчання. Використання суспільних ресурсів, наприклад, запрошення фахівця в тій чи іншій галузі, відвідування тематичних екскурсій, залучення студентів до участі у соціальних проєктах (змагання, виставки, спектаклі, вистави) також є однією із складових інтерактивних методів навчання. Вивчення нового інформаційного матеріалу шляхом інтерактивної лекції, методології «студент у ролі вчителя» та «кожен вчить кожного», робота з наочними матеріалами (посібником, ментальними картами, інтерактивними плакатами тощо), використання та аналіз відео-, аудіо- матеріалів, практичних завдань, «кейс методу», розбір ситуації з практики учасника, представлення та обговорення складних і дискусійних проблем, робота з документами (складання документів, письмова робота з обґрунтування), тестування, анкетування, іспит з подальшим аналізом результатів – це все також методи інтерактивного навчання.

Ключові слова: інтерактивні методи навчання, патоморфологія, педагогічний процес.

Вступ. Поняття «інтерактивний» запозичене з англійської мови й походить від слова interact (inter – взаємний, act – діяти). Інтерактивний – процес взаємодії, перебування в процесі бесіди, дебат, діалогу. Навчальний процес відбувається шляхом постійної взаємодії викладач-студент, студент-студент, лектор-студент тощо. Використання інтерактивних методів навчання (ІМН) дозволяє вчитися взаємодіяти між собою, у такій роботі і педагог і студенти є суб'єктами навчального процесу [1, 2]. Отже, інтерактивне навчання – це співнавчання та взаємонавчання, процес діалогового навчання, коли відбувається постійна, активна взаємодія студентів між собою та взаємодія викладача з ними.

Мета дослідження: огляд та обґрунтування використання інтерактивних методів навчання у медичному закладі вищої освіти у процесі проведення практичного заняття.

Методи дослідження: аналіз, узагальнення та систематизація відомостей науково-методичної літератури.

Результати дослідження та їх обговорення. В арсеналі викладача є різноманіття освітніх технологій, способів і методів навчання. До прикладу практичне заняття може бути проведене у вигляді тренінгу, дебатів, «мозкового штурму», ділових та рольових навчальних ігор, з використанням тренажерів, імітаторів, комп'ютерної симуляції, методів «малих груп» або Веб-квесту [3, 4, 5, 6]. Лекційний матеріал можна подати за допомогою використання комп'ютерних навчальних програм, інтерактивних плакатів, скрайбінгу або ментальних карт. Приклад вживаних ментальних карт на кафедрі патологічної анатомії Буковинського державного медичного університету з предмету патоморфологія для студентів 2-го та 3-го курсів спеціальностей «Медицина» та «Стоматологія» зображено на рисунках 1 та 2. Заняття із запрошеним фахівцем можна провести у вигляді «круглого столу», заняття-конференції, майстер-класу. Захист проєкту чи самостійної роботи можна запропонувати у вигляді регламентованої доповіді з наступною дискусією типу форуму. Невід'ємною частиною ІМН є і участь у предметних олімпіадах, навчально-дослідницьких проєктах, у науково-практичних конференціях, з'їздах, симпозіумах, конгресах. Екскурсії до анатомічних музеїв, відвідування лікарських конференцій, консилиумів, розбір клінічних випадків, підготовка та захист історії хвороби різнобічно допоможуть у розвитку клінічного мислення майбутнього фахівця [7, 8, 9].



Рис. 1 – Види росту пухлин (ментальна карта)



Рис. 2 – Вторинні зміни у пухлинах (ментальна карта)

Використання у навчальному процесі ІМН базується на принципах науковості, інформативності та саморозвитку, взаємозв'язку теорії та практики, оптимальному поєднанні індивідуальної та колективної активності. Важлива особливість інтерактивних ігор – їх здатність мотивувати навчання студента, сприяти соціалізації та професійному розвитку, надання можливості перевірити знання на практиці та в ургентній ситуації, розвивати й інтегрувати навички та здібності [10]. Роль викладача полягає в тому, щоб запропонувати такі навчальні ситуації, які є професійно цінними для студента. Саме в таких симуляційно-ігрових ситуаціях студент зможе асоціювати себе з лікарем-хірургом чи лікарем будь якого фаху, набуде необхідних практичних навичок, по суті «приміряє» спеціальність на себе.

Порівняно з реальною професійною діяльністю, коли прийняте рішення призводить до певних результатів, в ігровій взаємодії можна змінити перебіг вчинків, спосіб діяльності, мислення тощо. У разі негативного результату можна «відмотати» назад і почати з початку, аби забезпечити позитивний вихід із проблемної ситуації. Загалом, це і надає можливість майбутнім фахівцям обрати найбільш оптимальний та ефективний шлях формування власного професіоналізму і професійної компетентності [11].

Висновки. Головними перевагами інтерактивних методів навчання є можливість активізації самостійної пізнавальної і розумової діяльності студентів, посилення мотивації до вивчення дисципліни, підвищення самооцінки в процесі отримання позитивних результатів, розвиток навичок володіння сучасними інформаційними технологіями.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці спеціальних методик інтерактивних ігор, навчальних ділових та рольових ігор, які доцільно застосовувати у процесі навчання та професійній підготовці майбутніх спеціалістів медичної галузі.

Список використаної літератури:

1. Volkova NP. Interaktyvni tekhnolohii navchannia u vyschii shkoli [Interactive learning technologies in higher education]. Dnipro; 2018. 360 p. (in Ukrainian)
2. Hevko IV. Use of modern information technologies in training students of high schools. Scientific Journal of M.P. Dragomanov National Pedagogical University. Series 5 Pedagogical Sciences: Realities and Perspectives. 2018;62:46-50. [in Ukrainian]
3. Serheieva SM. Tekhnolohiia Veb-kvest [Web-quest technology]. Lysychans'k; 2016. 18 p. (in Ukrainian)
4. Maruxo HB, Prado C, de Almeida DM, Tobase L, Grossi MG, Vaz DR. Webquest and Comics in the Formation of Human Resources in Nursing. Rev Esc Enferm USP. 2015;49(Spec N):68-74. doi: [10.1590/s0080-623420150000800010](https://doi.org/10.1590/s0080-623420150000800010)
5. Jahromi ZB, Mosalanejad L. Integrated method of teaching in Web Quest activity and its impact on undergraduate students' cognition and learning behaviors: a future trend in medical education. Glob J Health Sci. 2015;7(4):249-59. doi: [10.5539/gjhs.v7n4p249](https://doi.org/10.5539/gjhs.v7n4p249)
6. Sanford J, Townsend-Rocchiccioli J, Trimm D, Jacobs M. The WebQuest: constructing creative learning. J Contin Educ Nurs. 2010;41(10):473-9. doi: [10.3928/00220124-20100503-04](https://doi.org/10.3928/00220124-20100503-04)
7. Burgess A, van Diggele C, Roberts C, Mellis C. Team-based learning: design, facilitation and participation. BMC Med Educ [Internet]. 2020[cited 2022 Dec 16];20(Suppl 2):461. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7712595/pdf/12909_2020_Article_2287.pdf doi: 10.1186/s12909-020-02287
8. Kaur M, Manna S, Ahluwalia H, Bhattacharjee M. Flipped Classroom (FCR) as an Effective Teaching-Learning Module for a Large Classroom: A Mixed-Method Approach. Cureus [Internet]. 2022[cited 2022 Dec 17];14(8):e28173. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9491688/pdf/cureus-0014-00000028173.pdf> doi: [10.7759/cureus.28173](https://doi.org/10.7759/cureus.28173)
9. Kang HY, Kim HR. Impact of blended learning on learning outcomes in the public healthcare education course: a review of flipped classroom with team-based learning. BMC Med Educ [Internet]. 2021[cited 2022 Dec 13];21(1):78. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7845047/pdf/12909_2021_Article_2508.pdf doi: 10.1186/s12909-021-02508
10. Hurevyeh R, Kademiya M. Suchasni interaktyvni tekhnolohii navchannia studentiv [Modern interactive technology learning of students]. Teoriia i praktyka upravlinnia sotsial'nymy systemamy: filosofii, psykholohiia, pedahohika, sotsiolohiia. 2014;4:99-104. (in Ukrainian)
11. Ramnanan CJ, Pound LD. Advances in medical education and practice: student perceptions of the flipped classroom. Adv Med Educ Pract. 2017;8:63-73. doi: [10.2147/amep.s109037](https://doi.org/10.2147/amep.s109037)

УДК: 378.147.091.313:577.1

Григор'єва Н.П.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ БІОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

hryhorieva.nadiia@bsmu.edu.ua

Анотація. У роботі наведені приклади застосування інтерактивних методів навчання під час вивчення студентами біологічної хімії.

Ключові слова: інтерактивне навчання, біологічна хімія

Вимоги часу, реформування системи освіти в Україні вимагає від викладачів застосування методів навчання, що сприяють розвитку творчих засад особистості з урахуванням її індивідуальних особливостей [1]. Активність, самостійність, творчість, здатність адаптуватися до постійних змін – ці риси особистості стають найважливішими на сучасному етапі історичного розвитку, а їх формування потребує нових підходів до процесу навчання. Тому сьогодні найефективнішими є інтерактивні методи навчання.

У процесі пасивного навчання викладач є головною дійовою особою, яка керує ходом заняття, а учасники навчального процесу виступають у ролі пасивних слухачів.

Активне навчання залучає студентів до участі у формуванні пізнавальної інформації та пробуджує особисту відповідальність за те, що вони роблять/

Інтерактивне навчання залучає студентів до спілкування – це діалогове навчання, яке підвищує мотивацію до навчання, створює сприятливе соціально-психологічне середовище, формує почуття задоволення від навчання, віри у свої можливості, забезпечує можливість застосування своїх знань і вмінь на практиці.

За допомогою інтерактивних технологій студенти вчаться:

- аналізувати навчальну інформацію, творчо підходити до засвоєння навчального матеріалу,
- формулювати власну думку, правильно її висловлювати, доводити власну позицію, аргументувати, дискутувати,
- слухати іншу людину, поважати альтернативну думку,
- моделювати різні соціальні ситуації,

- будувати конструктивні взаємовідносини в групі, уникати конфліктів, шукати компроміси, прагнути до діалогу,
- розвивати навички проектної діяльності, самостійної роботи.

Саме інтерактивне навчання значно збільшує відсоток засвоєння матеріалу. Про це свідчать результати досліджень Національного тренінгового центру США, які зображені у вигляді «Піраміди навчання» [2] (рис. 1).



Рис. 1. Піраміда навчання Едгара Дейла (Факультет соціології права, 2021)

Кожен метод інтерактивного навчання має дотримуватися таких принципів:

Принцип активності - кожен студент має брати активну участь у процесі спілкування і активно взаємодіяти з іншими.

Принцип відкритого зворотного зв'язку – передбачає забезпечення можливості висловлення учасниками навчального процесу своїх думок, ідей або заперечень щодо поставлених завдань.

Принцип експериментування реалізується шляхом активного пошуку студентами нових ідей і шляхів вирішення поставлених завдань, що стимулює їх до розвитку творчості особистості.

Принцип довіри у спілкуванні. Саме на це спрямована спеціальна організація групового простору у ході проведення занять.

Принцип рівності позицій передбачає, що вчитель не прагне нав'язати студентам свою думку, а діє разом з ними; кожен учасник навчального процесу має змогу побувати у ролі організатора, лідера.

Саме інтерактивні методи навчання сприяють розвитку творчих здібностей особистості, можливості вільно почуватися у сучасному суспільстві. Тому метою даної

роботи є висвітлення методів інтерактивного навчання, які застосовуються при вивченні біологічної хімії.

Сучасні вимоги до освітнього процесу, які викладені в стандартах освіти, потребують навчити студента застосовувати наукову інформацію у професійній діяльності. Реалізувати такі завдання тільки шляхом використання інтерактивних методів навчання.

Основними інтерактивними методами навчання є: відпрацювання навичок; робота у групах; дискусії; мозкові штурми; рольові ігри; аналіз історій і ситуацій.

У курсі «Біологічної хімії», який викладається студентам-медикам та фармацевтам, є широкі можливості застосування інтерактивних методів навчання для формування сучасного висококваліфікованого спеціаліста. Наведемо декілька прикладів їх використання під час вивчення біологічної хімії.

Метод рівного навчання – це навчання рівними наставниками, які мають схожий життєвий досвід, спільні інтереси, приблизно однаковий вік, однакове розуміння проблеми [3]. Цей цикл має три етапи:

- відбір і підготовка інструкторів,
- проведення інструкторами занять у своїх цільових групах,
- проведення моніторингу діяльності інструкторів.

Цей метод ми застосовуємо на першому курсі під час вивчення студентами основ органічної хімії. Правильне написання студентом основних формул органічних сполук – запорука у вивченні і розумінні біологічної хімії. Тому коли слабкий студент не може опанувати основний матеріал теми, практикуємо сильному студенту, який добре розібрався в даному питанні, навчити якийсь фрагмент заняття слабшого. Наскільки ефективно пройшло навчання контролюємо шляхом виконання конкретного завдання студентом, що навчався. Якщо результат виявляється позитивним, позитивні емоції й задоволення отримують обидва – і хто навчав, і хто навчався. Під час складних тем практикуємо під час заняття декілька груп навчання, але за схемою один на один: один в ролі викладача, один в ролі студента. На першому курсі використовувати одного студента в ролі викладача на групу студентів мало ефективно, хоча в окремих темах можна застосовувати.

Рольова гра є ефективним методом апробації нових моделей поведінки. Вона дає можливість студенту «приміряти» їх на себе у безпечних умовах. Це також допомагає краще зрозуміти почуття уявного персонажу і розвинути навички емпатії. Завдяки рольовій грі студент має змогу краще зрозуміти і висловити свої почуття [4].

На другому курсі рольову гру можна провести у темі «Цукрове навантаження» на закріплення матеріалу. На початку заняття студенти мають добре розібратися у цьому методі

діагностики прихованих форм цукрового діабету: як проводити, які зміни мають бути у здорової людини після введення цукру і хворого на цукровий діабет. Дійові особи: пацієнт, лаборант і лікар. Під час заняття гру можна провести двома групами: одна відпрацьовує навички проведення методики цукрового навантаження зі здоровим пацієнтом, друга – з хворим на цукровий діабет. Кожна група оформляє отримані результати у вигляді графіку. Після завершення гри всі учасники навчального процесу аналізують і обговорюють отримані результати. Безпосередня участь студентів в отриманні результатів розвиває у них здатність до прогнозування результатів.

Аналіз історій і ситуацій. Цей метод використовуємо на завершальному етапі вивчення біохімії – у модулі «Біохімія тканин і фізіологічних функцій», коли студенти вже опанували основні біохімічні терміни, знають особливості перебігу метаболічних процесів за умов фізіологічної норми і можуть застосувати свої знання для аналізу патологічного процесу. Ситуаційну задачу розв'язуємо всією групою (або у малих групах) і кожен студент висловлює та обґрунтовує свою думку для вирішення завдання. Наприклад, для вирішення клінічної задачі «Інгібування активності лактатдегідрогенази посилено відбувається в скелетних м'язах, в кінцевому рахунку може призвести до пригнічення гліколізу. Виснаження внутрішньоклітинних яких речовин буде спостерігатися у пацієнта і до порушення яких метаболічних циклів це призведе?» студенти мають пригадати шляхи розпаду глюкози, шляхи утворення АТФ тощо.

Використання будь-яких технологій інтерактивного навчання сприяє формуванню аналітичного мислення у студентів. Критично підходячи до кожного випадку, здобувачі освіти із самого початку не лише обґрунтовують свою точку зору, але й аналізують діяльність інших. Це дозволяє створити умови для успішної самореалізації майбутніх фахівців охорони здоров'я в подальшій професійній діяльності, оскільки ця технологія припускає інтеграцію знань у різних напрямках медицини та фармації, творчий підхід, можливості для саморозвитку та самореалізації, оволодіння комунікативними вміннями, прогресивними технологіями діагностування та лікування різних захворювань [5, 6].

Для розвитку критичного мислення у студентів ефективно використовувати під час навчання діаграму Ішікави (прийом «Фішбоун») – графічний спосіб, який можна застосувати під час засвоєння теоретичного матеріалу для встановлення причинно-наслідкових зв'язків, особливо для встановлення біохімічних механізмів виникнення патологій [7]. Зокрема, механізму виникнення кетонемії при цукровому діабеті, атеросклерозу, жирової інфільтрації печінки тощо (рис. 2).

Fishbone буде доречним як під час індивідуальної, так і в процесі роботи в групах. В останньому випадку учасники групи зможуть обговорити проблемне питання та поглянути на нього з різних точок зору.



Рис. 2. Діаграма Ішікави механізму виникнення кетонемії

Використання інтерактивних методів навчання в навчальному процесі полегшує формування у здобувачів освіти загальних та професійних компетентностей тому, що:

- 1) Сприяє адаптації та дії в новій ситуації, можливості працювати в команді.
- 2) Активізує увагу студентів.
- 3) Мобілізує їх розумову діяльність.
- 4) Стимулює до самостійної роботи, до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
- 5) Формує здатність обґрунтовувати та приймати рішення.

Підготовка конкурентноспроможного студента в сучасних умовах потребує від викладача постійного удосконалення педагогічних прийомів з використанням інформативно-комунікаційних технологій у навчальному процесі.

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про освіту». Режим доступу: <https://osvita.ua/legislation/law/2231/>.
2. Умови ефективного навчання. Активне й пасивне навчання. Режим доступу: <https://mozok.click/377-umovi-efektivnogo-navchannya-aktivne-y-pasivne-navchannya.html>.
3. Принцип «Рівний – рівному». Режим доступу: <http://www.y-peer.kg/peer>.
4. Воронка М.І. Організація та проведення ділових педагогічних ігор. Методичні рекомендації. Запоріжжя, 2006. 47 с.
5. Дрожик Л.В. Підготовка викладачів медичних та фармацевтичних спеціальностей до реалізації особистісно орієнтованого навчання. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2019. № 62. С. 60-64.
6. Баханов, К. О. Організація особистісно орієнтованого навчання: poradnik молодого вчителя історії. Харків : Основа, 2008. 159 с.
7. Прийом фішбоун: як ефективно використати. Режим доступу: <https://teach-hub.com/pryjom-fishboun-yak>.

УДК 577.3

Єгоренков А.І., Пащенко В.В., Шкроб'як А. С., Кушнір І. О.

ІНТЕГРАЦІЯ ЗНАНЬ НА ПРИКЛАДІ ІНФОРМАЦІЙНО-НАВЧАЛЬНИХ КЕЙСІВ ЗА ТЕМОЮ
“ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ ДЛЯ МЕДИЦИНИ ТА ОСВІТИ” ТА “БІОФІЗИЧНІ ТА
БІОМЕДИЧНІ АСПЕКТИ КАРДІОТОКОГРАФІЇ” ДЛЯ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ
СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м.Київ

altaikiev1@gmail.com

Анотація: У даній роботі наведені приклади навчально–інформаційних кейсів, які несуть науково-просвітницький характер, тому їх можна використовувати як для інформування різних груп суспільства так і для навчання студентів медичних спеціальностей. Дані навчальні кейси реалізують міждисциплінарну інтеграцію знань з природничих та клінічних дисциплін.

Ключові слова: навчально-інформаційний кейс, міждисциплінарна інтеграція, віртуальна реальність (VR), посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), кардіотокографія (КТГ), біофізичний стан плода.

Розвиток технологій у сучасному світі став поштовхом і для вдосконалення медицини. Медична сфера зазнає значних змін, методи лікування та діагностики вимагають від лікаря не лише високої кваліфікації та глибоких знань в своїй галузі, але й інтегрованих знань з таких предметів як біологічна та медична фізика, медична інформатика, біологія, хімія, тощо для вирішення актуальних питань медицини сьогодення. Міждисциплінарний підхід полягає у поєднанні знань, практик та методик різних галузей науки та допомагає глибше зрозуміти проблему. В сучасній науковій літературі описується ефективність використання у навчанні інформаційних кейсів, створених на основі інформації та знань про конкретне питання, з різних галузей науки [1].

Мета дослідження. Метою нашої роботи було створення двох навчальних інформаційних кейсів “Віртуальна реальність для медицини та освіти” та “Біофізичні та біомедичні аспекти методу кардіотокографії”, що стосуються актуальних питань медицини для формування у студентів медичних спеціальностей навичок аналізу предмету під кутом

зору міждисциплінарних зв'язків. В процесі нашого дослідження було проведено оцінку ефективності даного методу подачі матеріалу за допомогою опитування студентів та статистичної обробки отриманих даних.

Актуальність даної роботи полягає у створенні таких навчальних умов інформування студентів, в яких виникає розуміння значення природничих дисциплін для проникнення в суть певних методів діагностики та лікування. Дані нашого дослідження вказують на необхідність міждисциплінарної інтеграції природничих та клінічних дисциплін для розробки та застосування багатьох методів у лікувальній практиці.

Матеріали та методи. Використовувався аналіз наукової літератури, спостереження за використанням описаних методів у реальній практичній ситуації, вивчення клінічних випадків, педагогічне спостереження та анкетування під час апробації у навчальному процесі. Для презентації навчально-інформаційних кейсів було використано презентації онлайн та онлайн лекції доповідачів, відеоматеріали з демонстрацією застосування студентами медичної апаратури. Кожний захід навчального впровадження починався (згідно з концепцією навчальних кейсів) з інформації та аналізу, що стосувалася реальних випадків використання методів, які були предметом розгляду кейсу. Для отримання результатів та оцінки ефективності застосування кейсу було використано опитування студентів. Результати опитування було оброблено за допомогою статистичних математичних методів.

Результати та обговорення. Кожен розроблений кейс містить презентацію, відеолекцію, відео про приклади застосування медичної апаратури (відповідно до теми кейсу), словник - глосарій. Першим прикладом нашої роботи є розробка навчально-інформаційного кейсу за темою "Віртуальна реальність для медицини та освіти" для студентів медичних спеціальностей. Даний кейс розглядає питання з точок зору медичної та біологічної фізики, фізіології, психології та біоетики. Дану тему було обрано у зв'язку з актуальністю пошуку підходів для вирішення соціально-медичної проблеми ПТСР серед населення України сьогодні. Останнім часом велика кількість людей стали учасниками або свідками травмуючих подій, що є потенційними факторами ризику підвищення ймовірності розвитку ПТСР. Наприклад, дослідження підтверджують підвищений рівень симптомів ПТСР не тільки серед військових, а і серед осіб, переміщених внаслідок військових дій [2]. Технології VR зарекомендували себе як метод допоміжної терапії у сучасній лікарській практиці [3]. Зокрема, нещодавні дослідження показують, що VR є потенційно ефективним методом терапії ПТСР [4]. Ефективність використання VR показано також в: нейрореабілітації [5], процесі пологів та допомоги вагітним [6], офтальмології [7], психіатрії [8]. Прикладом для нашого навчально-інформаційного кейсу є використання окулярів VR для

допоміжної терапії при лікуванні ПТСР, що практикується в Київській обласній психоневрологічній лікарні №2. Кейс містить презентацію, термінологічний словник - глосарій, відеоролики про галузі застосування VR, відеоматеріали з сеансів з використанням VR апаратури, надані спеціалістами Київської обласної психоневрологічної лікарні №2 та пояснення лікарів щодо порядку проведення терапії. План кейсу включає: класифікацію та методи створення VR, шляхи впливу VR на системи людських аналізаторів, зв'язок зорового та просторового аналізатору у відповідь на віртуальне середовище, галузі використання VR технологій, приклади використання в медицині та медичній освіті, аналіз переваг та недоліків використання VR в медицині, а також аналіз можливих наслідків.

Для розкриття теми використано такі форми подачі матеріалу: лекція-презентація, відеоматеріали та наочне застосування апаратури VR студентами [9]. Апробації кейсу проводились в онлайн і офлайн режимах. Після апробації було проведено анкетування слухачів, що включало пункти про актуальність даної теми, оцінку презентації та підготовки конкретного матеріалу, доступність інформації для розуміння студентами молодших курсів, новизну даної інформації для слухачів.

Оцінювання педагогічної ефективності кейсу здійснювалося за шкалою від 1 до 10 балів. Результати опитувань були опрацьовані з визначенням середніх значень у групах студентів з різними відповідями, використанням рангової кореляції Спірмена та оцінки рівня значущості відмінності за критерієм Манна - Уїтні. Загалом студенти дали позитивну оцінку щодо доступності матеріалу ($9,4 \pm 1$) та цінності інформації ($8,4 \pm 1,4$), поданої в кейсі. Також більшість з них впевнена в необхідності вивчення даного питання студентами медичних спеціальностей ($9,5 \pm 0,8$). Респонденти були розділені і дві групи, відповідно до того як вони відповідали (Так або Ні) щодо доцільності використання VR в медицині. В середньому, респонденти, що відповіли Так, дали вищу оцінку за питаннями "Навчальна цінність інформації для медичної освіти" та "Доступність розуміння представленого матеріалу". В своїх есе та коментарях слухачі відзначили свою зацікавленість до подання матеріалу у вигляді подібних міждисциплінарних кейсів та покращене сприйняття інформації у такому форматі.

Другим прикладом нашої роботи є розробка та впровадження навчально-інформаційного кейсу за темою: "Біофізичні та біомедичні аспекти методу кардіотокографії". КТГ використовують для оцінки фетального біофізичного стану плода у вагітних. Така оцінка багато в чому дозволяє зробити висновки про перебіг вагітності, аномалії розвитку плода, спрогнозувати результат пологів. Моніторинг серцевої діяльності плода значно розширює можливості пренатальної та інтранатальної діагностики, що

дозволяє ефективно вирішувати питання правильної тактики ведення вагітності та пологів, тим самим знижуючи показники перинатальної захворюваності та смертності. Обладнанням для проведення цього дослідження є кардіотокограф. Монітор приладу фіксує зміни в інтервалах між різними циклами серцевої діяльності плоду. Пристрої також оснащені датчиками, які можуть одночасно фіксувати скорочувальну активність матки і ворухіння плоду [10]. Серцева діяльність плоду реєструється спеціальним ультразвуковим перетворювачем з частотою 15-20 МГц, який працює на основі ефекту Доплера. Він неінвазивний і має досить високу надійність. Це забезпечує його широке використання в практичній медицині [12].

Практичним прикладом (з якого і починається, відповідно до концепції кейсів у освіті, навчальна робота за даною темою) цього кейсу є використання методу КТГ на II-III триместрах вагітності [11]. Для підвищення ефективності кейсу було проведено спостереження за проведенням методу КТГ на вагітних жінках (за згодою жінок) на крайніх термінах вагітності. Спостереження відбувалось в ДУ “Інститут педіатрії, акушерства і гінекології ім. академіка О.М. Лук’янової НАМН України”. Після спостереження за проведенням КТГ результати аналізувалися разом з інтернами та лікарями акушерами-гінекологами щодо розшифрування показників та подальшого ведення вагітної жінки [13].

Навчально-інформаційний кейс включає в себе: лекцію у вигляді презентації, відеоролики про особливості методу та суть його проведення, термінологічний словник-госарій з термінами, які мають безпосереднє відношення до теми. План кейсу включає в себе: основні діагностичні методи, фізико-технічні основи методу КТГ, аналіз основних показників КТГ, оцінку КТГ за шкалою Фішера в модифікації Кребса, а також питання комплексних досліджень [14]. Проведення лекційно-демонстраційних виступів виявилось найбільш дієвим методом перевірки ефективності нашого кейсу. Під час декількох апробацій було проведено анкетування слухачів. Опитування включало пункти про актуальність даної теми, оцінку презентації та підготовки конкретного матеріалу, доступність інформації для розуміння студентами молодших курсів, новизну даної інформації для слухачів.

Оцінювання здійснювалося за шкалою у 10 балів. Результати опитувань були опрацьовані з визначенням середніх значень у групах студентів з різними відповідями, використанням рангової кореляції Спірмена та оцінки рівня значущості відмінності за критерієм Манна - Уїтні. В цілому студенти дали позитивну оцінку щодо якості поданого матеріалу ($9,4 \pm 0,8$) та доступності інформації ($8,4 \pm 0,6$), поданої в кейсі. Також переважна

більшість слухачів виявилася впевненою в необхідності розгляду даної теми серед студентів медичних спеціальностей ($9,5 \pm 0,6$). Першим запитанням було: «Чи був метод КТГ раніше знайомим для Вас?». Відповіді студентів розділились на Так (50%) – Ні (50%). В середньому, респонденти, які відповіли Так, дали вищу оцінку за питаннями «Доступність поданої інформації» та «Необхідність теми КТГ для студентів медиків в балах». В своїх коментарях слухачі висловилися щодо захоплення поданою темою, позитивного та легкого сприйняття інформації у навчально-інформаційному форматі. Використано можливість самоаналізу проведених виступів після перегляду результатів анкетування, перегляду запису виступу. Отримано кілька порад, як від студентів, так і від викладачів. Представлений кейс був проаналізований педагогами, які були присутні на лекції (щодо змісту кейсу з теми та форми його подання для студентів).

Висновки. Міждисциплінарний підхід до вивчення тем “Віртуальна реальність для медицини та освіти” та “Біофізичні та біомедичні аспекти методу кардіотокографії”, запропонований у даних кейсах, показав позитивні результати, оскільки підвищився рівень мотивації студентів щодо вивчення окремих фундаментальних та клінічних дисциплін. Також даний метод подачі інформації студенти в обох випадках відзначили як доступний та ефективний. Для збільшення доступності змісту кейсу виявилось ефективним поєднання презентації, лекції, інформаційних фото- відеоматеріалів, інформаційних постерів, додатків та глосаріїв.

Список використаних джерел

1. S. Crowe, K. Cresswell, A. Robertson, G. Huby, A. Avery & A. Sheikh. (2011) The case study approach. *BMC Medical Research Methodology* (11), 100 2.
2. M. Ben-Ezra , R. Goodwin, E. Leshem , Y. Hamama-Raz (2023) PTSD symptoms among civilians being displaced inside and outside the Ukraine during the 2022 Russian invasion
3. Vayssiere, P.E. Constanthin, B. Herbelin & O.Blanke (2022) Application of virtual reality in neurosurgery: Patient missing. A systematic review *Journal of Clinical Neuroscience* (95), 55-62
4. Kothgassner, O. D., Goreis, A., Kafka, J. X., Van Eickels, R. L., Plener, P. L., & Felnhofer, A. (2019). Virtual reality exposure therapy for posttraumatic stress disorder (PTSD): a meta-analysis. *European Journal of Psychotraumatology*, 10(1).
5. S. Hajesmaeel-Gohari, F. Sarpourian & E. Shafiei (2021) Virtual reality applications to assist pregnant women: a scoping review. *BMC Pregnancy and Childbirth* . (21) , 249
6. D. Perez-Marcos1, M. Bieler-Aeschlimann & A. Serino (2018) Virtual Reality as a Vehicle to Empower Motor-Cognitive Neurorehabilitation. *Frontiers in Psychology* (9), 2120
7. O.S. Chuan, P. L. Cheng, C. T. Ling & S.H.Wei (2020) A Novel Automated Visual Acuity Test Using a Portable Head-mounted Display *Journal of the American Academy of Optometry* 97(8), 591-597 2
8. A.Wiebe, K.Kannen, B. Selaskowski & A.Mehren (2022) Virtual reality in the diagnostic and therapy for mental disorders: A systematic review. *Clinical Psychology Review* .(98).
9. <https://www.youtube.com/watch?v=9Hzj8pOHgJk>
10. Rebecca Jeanmonod, Shellie L. Asher, Blake Spirko Pediatric Emergency Medicin. Cambridge University Press, 2019.
11. Edwin Chandraharan. CTG Interpretation: From Patterns to Physiology. Cambridge University Pres, 2018.
12. Wood Paul L, Gordon H. Dobbie. Electronic Fetal Heart Rate Monitoring: A Practical Guide. 2017.



13. Зотова А.Б. Вплив хронічної внутрішньоутробної гіпоксії на морфологічні особливості в ранньому постнатальному періоді : автореф. дис. Харків, 2019.
14. Стаффер Д., Рунге М.С., Паттерсон К., Росси Джозеф С. Кардіологія з ілюстраціями Неттера. 2021.
15. Овсянников Д.Ю., Кршеминская И.В., Абрамян М.А. Педіатрія.. серцево-легенева реанімація, неонатологія, 2021.
16. <https://www.youtube.com/watch?v=3N1Ks4P81rs>

УДК: 004.738.54

Заріцька О. О., Мельник О. М.

ОСВІТНІ МЕДИЧНІ ПЛАТФОРМИ В УМОВАХ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

o.o.zaritska@gmail.com , omlnk1988@gmail.com

Анотація: В даній статті проаналізовано зміни, яких зазнав освітній процес в Україні впродовж останніх років. А також запропоновано шляхи вирішення викликів, які постають перед здобувачами освіти в сучасних реаліях. Завдяки дослідженню, яке полягало у проведенні анкетування серед 151 здобувачів освіти 1-6 курсів Національного медичного університету імені О.О. Богомольця було визначено найпопулярніші платформи для освіти, актуальність їх застосування та потреба розвитку даного засобу організації навчання. Також було проаналізовано літературні джерела, що стосуються гейміфікації освітнього процесу. Наведено переваги та недоліки та перспективи розвитку цього інструменту.

Ключові слова: діджиталізація, освітні медичні платформи, гейміфікація.

Впродовж останніх років освітній процес в Україні зіштовхнувся із багатьма викликами. Так, через пандемію COVID -19, а тепер через повномасштабну війну росії проти України навчання повністю або частково відбувається у дистанційному форматі. Отже, постає важливе питання щодо здатності здобувачів освіти у організації власного освітнього процесу, а також у пошуку нових джерел для оптимізації засвоєння навчального матеріалу.

Для дослідження потреби здобувачів освіти у сучасних освітніх засобах інформації ми дослідили потребу студентів у онлайн платформах. Для цього було проведено анкетування, у якому взяли участь 151 здобувач освіти 1-6 курсів Національного медичного університету імені О.О.Богомольця. В ході опитування було встановлено, що 94% опитаних використовує будь-які онлайн-платформи, водночас лише 86% опитаних користується медичними онлайн-платформами, для вивчення всіх дисциплін. У зв'язку із переходом на дистанційне навчання через COVID-19 та повномасштабну війну проти України потреба у

онлайн - платформах зросла на 66% та 76,2% відповідно. Таким чином, дане анкетування демонструє чітку потребу здобувачів освіти у сучасних освітніх джерелах.

Аналізуючи платформи, якими користуються респонденти нашого опитування можна виділити наступні групи:

Додатки та сайти для підготовки до ліцензійних іспитів: “Мій успішний крок”, “K-Test”, “Testcentr”, “Krok Plus”, “MedKror”, “Xoorb”, “Тестування. Укр”, “testcentr.net”

Онлайн-платформи для безперервного розвитку: “Doctor thinking”, “Medvoice”, “Accemedin”, “Ukrmedinfo.org”.

Платформи для пошуку та вивчення медичної інформації: “Anatom.ua”, “Empendium”, “BMJ”, “Clinical key”.

Більш технологічними платформами є онлайн-атласи: Complete Anatomy, 3D anatomy, Pathology Outlines.

В окремий розділ слід віднести платформи, які поруч із традиційними методами навчання надають можливість вивчати матеріал з використанням інтерактивних засобів: “Osmosis”, “Amboss”. Такі платформи націлені на всебічний розгляд теми, а також на засвоєння та повторення вивченого матеріалу із використанням різноманітних технік навчання: мнемоніки, флеш-картки, систематичне проходження тестових завдань, повтор завдань, розв’язання яких викликає найбільше труднощів, перегляд коротких відео тощо. Такі платформи об’єднують у собі властивості різних платформ, зазначених вище, а отже, є більш універсальними та зручними у використанні.

Серед причин, чому здобувачі освіти обирають такі засоби навчання респонденти зазначили такі характеристики:

- Матеріал подано доступною та зрозумілою мовою: 64,9%.
- Зручність для систематизації та пригадування матеріалу: 61,6%.
- Можливість опрацьовувати матеріал у будь-якому місці: 53%.
- Постійний доступ до освітніх матеріалів: 42,4%.
- Можливість вивчати матеріал з мінімальним устаткуванням: 37,7%.
- Наявність інтерактивних завдань: 35,8%.

Отже, такі платформи користуються попитом, навіть попри досить високу передплату: наприклад, станом на 09.06.2023 місячна передплата на Amboss становить \$14.99, а річна передплата на Osmosis коштує \$199. Однак, варто згадати, що з початком повномасштабної війни проти України, Osmosis разом із іншими застосунками Elsevier надали українським здобувачам освіти безкоштовний доступ [1].

Слід зазначити, що український ринок подібних онлайн платформ досі не дуже розвинений. Однак, за нашим прогнозом, цей напрямок є актуальним, тому що, по-перше, існує попит серед студентів - за даними нашого анкетування 98% охоче користуються і користувалися б українськими онлайн медичними платформами. По-друге, 50,3% опитаних користувалися б такими засобами, навіть за передплатою.

Крім того, важливою рисою сучасних онлайн медичних платформ є використання гейміфікації. Гейміфікація (або ігрофікація) - використання ігрових підходів для неігрових процесів [2]. Однак, слід зазначити, що на даному етапі автори схильні використовувати різні терміни для однієї концепції або один і той самий термін для різних концепцій, що може бути спричинене тим фактом, що в літературі про ігри немає консенсусу щодо того, що таке концептуально «гра» [2].

Серед переваг освітньої гри для викладання та навчання [4].

Гра як засіб навчання:

- Покращує когнітивні, емоційні, психомоторні знання та набуття навичок.
- Надає можливості позакласного навчання.
- Забезпечує повторюваний досвід навчання.
- Забезпечує ефективну стратегію навчання (інструмент), що є можливою для зрілих здобувачів освіти.
- Покращує процес викладання та навчання.
- Зміцнює засвоєння знань.
- Надає можливість інструкторам обговорити на надати інструкції.
- Забезпечує негайний зворотний зв'язок.
- Є цінним методом навчання абстрактних понять.
- Виходить за рамки основної навчальної програми.
- Налаштовує навчальний вміст для диференціації за темпом і способом (візуальний чи слуховий) навчання.
- Прискорює поглиблене вивчення обраних галузей.
- Надає можливість для взаємного залучення учнів і вчителів для обміну ідеями та спільної роботи.
- Також важливим аспектом є підвищення мотивації та інтересу шляхом забезпечення різноманітності навчання, забезпечення позитивних емоцій та емоційної стабільності, встановленні кращої прив'язаності до навчальних закладів та дотримання підходу, орієнтованого на здобувача освіти.

Серед недоліків використання цифрової гри у викладанні та навчанні в сфері медичних професій [4].

- Загрозливий і лякаючий змагальний характер ігор для деяких учнів.
- Потенціал тривоги та збентеження для здобувачів освіти.
- Невідповідність стилів навчання окремих здобувачів освіти.
- Нудьга у тих, хто погано виконує завдання, що призводить до де мотивації.
- Серйозність контенту призводить до втрати ігрових характеристик, задоволення та мотивації, та, як наслідок, нудьги.
- Відсутність співпраці між здобувачами освіти.
- Потенційна негативні реакція користувачів на дизайн гри.
- Грошові витрати.
- Ефективно навчати за допомогою ігор.
- Впроваджувати велику кількість навчального матеріалу як ігровий контент.
- Необхідність підготовки здобувачів освіти та викладачів.

Натомість, на даному етапі численні дослідження не виявили жодних негативних наслідків використання гейміфікації в освіті медичних процесій [2].

До прикладу, застосування гейміфікації для вивчення анатомії шляхом використання ігор допомогли покращити вивчення цієї дисципліни у 97% випадків [3].

Водночас, досі існує дефіцит ґрунтовних досліджень, що лежать в основі наслідків гейміфікованих освітніх втручань, тобто бракує досліджень, які могли б надати розуміння механізмів, задіяних у гейміфікованому навчанні [2].

В умовах діджиталізації новітні технологічні рішення все більше набуватимуть ваги та важливості. Це стосується і освітнього процесу різних рівнів. Саме тому, розвиток сучасних онлайн медичних платформ з використанням новітніх навчальних технік, в тому числі гейміфікації, є перспективним напрямом роботи. Припускається, що в подальшому застосування таких засобів зможе покращити культуру самодисципліни, самоосвіти та самодослідження серед здобувачів освіти, а створення вітчизняних аналогів стане потужним кроком у діджиталізації української освіти.

Список використаних джерел

1. Українським студентам-медикам і практикуючим лікарям надано безкоштовний доступ до медичних ресурсів ELSEVIER. [Електронний ресурс] // Міністерство освіти і науки України онлайн портал. - Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/ukrayinskim-studentam-medikam-i-praktikuyuchim-likaryam-nadano-bezkoshtovnij-dostup-do-medichnih-resursiv-elsevier>

2. van Gaalen, A.E.J., Brouwer, J., Schönrock-Adema, J. *et al.* Gamification of health professions education: a systematic review. *Adv in Health Sci Educ* 26, 683–711 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10459-020-10000-3>
3. Perumal V, Dash S, Mishra S, Techataweewan N. Clinical anatomy through gamification: a learning journey. *N Z Med J.* 2022 Jan 21; 135(1548):19-30. PMID: 35728127. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35728127/>
4. Bigdeli S, Kaufman D. Digital games in health professions education: Advantages, disadvantages, and game engagement factors. *Med J Islam Repub Iran* 2017; 31 (1) :780-785
URL: <http://mjiri.iums.ac.ir/article-1-4341-en.html>

УДК 378.147+378.147.88

Іванчук М.А.

ЗМІШАНЕ НАВЧАННЯ ЯК МЕТОД ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua

Анотація. В роботі розглянуті сучасні принципи персоналізованого навчання студентів, зокрема моделі змішаного навчання

Ключові слова: змішане навчання, персоналізоване навчання

За останні кілька років комп'ютерні технології дозволили викладачам вийти за межі уніфікованого підходу до викладання. Викладачі опанували навчальні стратегії, що допомагають задовольнити потреби індивідуальних здібностей студентів. У минулому було важко досягти персоналізованого навчання через значну кількість часу, яку викладач мав витрати для його розробки. Сучасні технології значно полегшили процес і дозволили викладачам по-справжньому перейти на персоналізоване навчання. Персоналізоване навчання можна проводити багатьма способами, найпоширенішим з яких є змішане навчання [1].

В освітніх програмах модель змішаного навчання прийнята в усьому світі відповідно до технологічного розвитку та посилення цифровізації. Дизайни змішаного навчання є лідерами тенденцій у вищій освіті, частково через їхню гнучкість і зручність для студентів. Середовища змішаного навчання включають не лише фізичну присутність викладачів і студентів, але також володіння та контроль студентів над часом, місцем, обстановкою, шляхом і темпом, у якому відбувається навчання. Концепція змішаного навчання означає поєднання віртуальних цифрових онлайн-медіа, навчання традиційними методами в класі та особистих занять під керівництвом інструктора [2].

Змішане навчання – це модель, яка поєднує навчання в аудиторії та онлайн. Модель змішаного навчання зазвичай базується на веб-сайті викладача, де він публікує завдання, які

студенти можуть виконувати онлайн. У змішаному навчанні часто використовуються адаптивні онлайн-навчальні програми, які можуть покращити навички та знання студентів [3]. Змішане навчання – це не те саме, що технологічне навчання. Воно виходить за рамки використання персональних комп’ютерів і високотехнологічних гаджетів. Змішане навчання передбачає використання Інтернету, щоб надати кожному студенту більш персоналізований досвід навчання, включаючи посилений контроль студента над часом, місцем, шляхом та/або темпом навчання.

Моделі програм змішаного навчання представлені на рис. 1

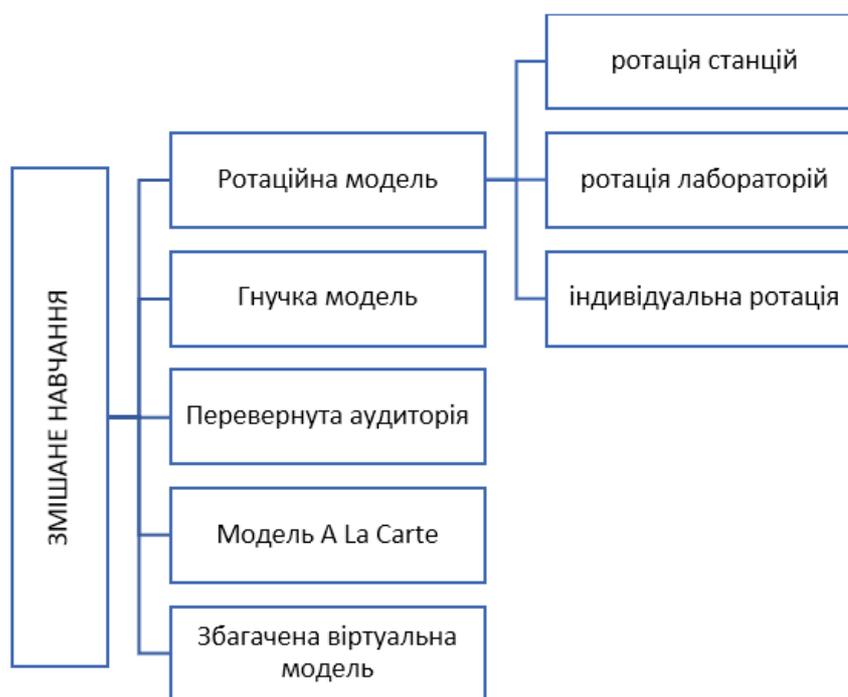


Рис.1 Моделі змішаного навчання

Розрізняють три типи **ротаційної моделі** – ротація станцій, лабораторій та індивідуальна ротація.

Ротація станцій. Дана модель дозволяє учням чергувати станції за фіксованим розкладом, де принаймні одна зі станцій є станцією онлайн-навчання.

Ротація лабораторій дозволяє студентам чергувати між станціями за фіксованим графіком. Однак у цьому випадку онлайн-навчання відбувається у спеціальній комп’ютерній лабораторії. Ця модель передбачає гнучкі розклади з викладачами, а також дозволяє закладам вищої освіти використовувати наявні комп’ютерні класи (лабораторії).

Модель *індивідуальної ротації* дозволяє студентам чергуватися між станціями, але за індивідуальним розкладом, встановленим викладачем або програмним алгоритмом. На відміну від інших моделей ротації, студенти не обов'язково чергуються на кожній станції.

Гнучка модель дозволяє студентам рухатися за плавним графіком між навчальними видами діяльності відповідно до їхніх потреб. Онлайн-навчання є основою навчання студентів у гнучкій моделі. Викладачі надають підтримку та інструктаж на гнучкій основі, у міру необхідності, поки студенти опрацьовують навчальну програму та зміст курсу. Ця модель може дати студентам високий ступінь контролю над своїм навчанням.

Модель **перевернутої аудиторії** перевертає традиційне співвідношення між часом аудиторного заняття та домашньою роботою. Студенти навчаються вдома за допомогою он-лайн методичних вказівок і лекцій, а викладачі використовують час аудиторних занять для опанування студентами практичними навичками під керівництвом викладача. Дана методика є дуже поширеною у медичних ЗВО, зокрема під час вивчення клінічних дисциплін.

Модель A La Carte (фр. à la carte — за меню) дозволяє студентам пройти елективний онлайн-курс із офіційним онлайн-викладачем на додаток до інших обов'язкових курсів. Наприклад, Khan Academy (Академія Хана) <https://www.khanacademy.org> надає безкоштовні освітні послуги з різноманітних галузей знань

Збагачена віртуальна модель дозволяє студентам виконувати більшість практичних робіт онлайн вдома, але при цьому відвідувати заклад освіти для обов'язкових очних навчальних занять з викладачем. На відміну від гнучкої моделі, програма навчання за збагаченою віртуальною моделлю зазвичай не вимагає щоденного відвідування закладу освіти; наприклад, деякі програми можуть вимагати відвідування лише двічі на тиждень [5].

Звісно, перераховані вище моделі можна комбінувати, і кожен викладач будує ту модель комбінованого навчання, яка найкраще підходить для предмету, який він викладає та для його студентської аудиторії. При розробці власної моделі комбінованого навчання викладачу необхідно пройти наступні кроки [4]:

- Визначте проблему, яку потрібно вирішити або мету, яку потрібно досягнути
- Зберіть команду
- Мотивуйте студентів
- Оберіть необхідні комп'ютерні застосунки
- Переосмисліть свій навчальний простір
- Виберіть модель змішаного навчання
- Пам'ятайте, що створення програми змішаного навчання, це процес, а не подія.

Успіх змішаного навчання великою мірою залежить від правильного обрання комп'ютерних технологій. Сучасні технології надають студентам широкі можливості вибору для творчого відображення своїх знань. Можливість мати свободу вибору (не тільки програмного продукту, який вони створюють, щоб продемонструвати свої знання, а й у інших аспектах навчання) – це одна з переваг змішаного навчання з точки зору студентів.

Протягом останніх кількох років сприйняття онлайн-навчання стало сприятливим, оскільки студенти та викладачі все частіше вважали його життєздатною альтернативою деяким формам очного навчання. Отже, можливості, які пропонує змішане навчання, тепер добре зрозумілі, а його гнучкість, легкість доступу та інтеграція складних мультимедійних засобів і технологій займають перше місце в списку його переваг. Поточна увага цієї тенденції зосереджена на розумінні того, як застосування цифрових методів навчання впливає на навчання студентів. Багато досліджень продемонстрували підвищення творчого мислення, самостійного навчання та здатності студентів пристосовувати свій навчальний досвід до своїх індивідуальних потреб [2]. В той же час, якщо змішане навчання не буде успішно сплановано та реалізовано, воно може бути не вигідним, особливо з огляду на сильну залежність від технічних ресурсів або інструментів, за допомогою яких здійснюється змішане навчання. Отже, має бути забезпечена надійність технології для уникнення ризику невдачі та критики скептиків. Відсутність цифрової грамотності може стати суттєвою перешкодою для студентів, які намагаються отримати доступ до матеріалів курсу; тому доступність високоякісної технічної підтримки має першочергове значення при змішаному навчанні

Список використаних джерел

1. <https://skillshop.exceedlms.com/>
2. Ebba Ossiannilsson *Blending learning. The state of nation*, 2017, 42 p.
3. <https://www.christenseninstitute.org/blended-learning/>
4. <https://www.blendedlearning.org/models/>
5. Michael B. Horn and Heather Staker, *Blended: Using Disruptive Innovation to Improve Schools*, San Francisco: Jossey-Bass, 2014.

УДК 371.68:004.9

Іліка В.В., Іліка О.В.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ПІД ЧАС ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

vitaliy.ilika@bsmu.edu.ua

Анотація. Важливим засобом навчання у вищих навчальних закладах медичного профілю є мультимедійні технології, раціональне поєднання яких з традиційними методами навчання забезпечить ефективне досягнення мети та завдання навчальних занять. Переваги мультимедійних технологій складно переоцінити, адже вони надають суттєву допомогу як викладачеві у донесенні лекційного матеріалу, покращуючи умови керування увагою студентів, так і самим студентам, підвищуючи їх мотивацію, розвиваючи пізнавальну активність, стимулюючи їх самостійність, що загалом пришвидшує процес навчання та покращує якість засвоєння матеріалу. Водночас, не заперечуючи очевидні переваги використання мультимедійних технологій, як свідчить практика, їх застосування не позбавлене ряду недоліків, котрі стосуються дизайну, графічних зображень, текстового супроводу, побудови презентаційних матеріалів. Тому тільки за умови ретельної підготовки мультимедійних презентацій, їх ергономічного проектування вони спроможні стати справді дієвою методикою формування високого рівня професійної компетентності майбутніх медичних фахівців.

Ключові слова: комп'ютерні технології, мультимедійна презентація.

XXI століття - століття високих комп'ютерних технологій. Сучасний студент живе в світі електронної культури. Змінюється і роль викладача в інформативній культурі – він повинен стати координатором інформаційного потоку. Отже, викладачу необхідно володіти сучасними методиками та новими освітніми технологіями, щоб спілкуватися на одній мові зі студентами [1].

Сучасне навчання неможливо уявити без технологій мультимедіа, яка включає в себе сукупність комп'ютерних технологій, що одночасно використовують кілька інформаційних середовищ: графіку, текст, відео, фотографію, анімацію, звукові ефекти, високоякісний звуковий супровід та ін. [2].

Методи та прийоми використання мультимедіа на лекції різні [3], але при їх впровадженні ми виконуємо єдине завдання: зробити заняття цікавим. Основні переваги використання мультимедійних презентацій:

- **системність і структурно-функціональна зв'язаність подання лекційного матеріалу**
 - можливість систематизувати та структурно представити навчальний матеріал відповідного лекційного заняття; дозволяє здійснити проблемну побудову лекції, акцентуючи увагу на головних компонентах заняття, відображаючи їх у формі слайду-тексту, в цілому полегшуючи виклад навчального матеріалу [4];
- **інформаційна ємність** - можливість у одній презентації розмістити великий обсяг графічної, текстової, звукової інформації, презентації збагачують інформативну насиченість лекції, що відповідає потребі оперативності викладу інформації на лекційному занятті, сприяє підвищенню темпоральної продуктивності лекційного заняття [5];
- **наочність** - презентація унаочнює, конкретизує чи обґрунтовує певні теоретичні положення, дозволяє проникнути глибше до суті пізнаваних явищ, а студентам допомагає більш швидко та ефективно засвоїти інформацію за темою лекційного заняття;
- **активація емоційного впливу** (емоційна привабливість) - презентація надає можливість подати інформацію не лише в зручній для сприйняття послідовності, але й ефектно поєднувати звукові та візуальні образи, добирати домінуючі кольори, задля створення у студентів позитивного ставлення до інформації, це своєю чергою дозволяє активізувати студентську аудиторію, підтримувати з нею постійний контакт, що оптимізує психологічну обстановку, справляє стимулюючий ефект на пізнавальну активність слухачів [6];
- **багаторазовість, доступність та зручність використання** - готовою презентацією можна користуватись у паралельних групах, що полегшує процес підготовки викладача до лекційного заняття, крім цього презентації можуть бути доступні для студентів до і/або після лекції (розміщеної на диску, флешці або в мережі Інтернет, на відповідних освітніх платформах). У викладача та студентів є можливість здійснити повтор найбільш складних моментів даної лекції та за потреби матеріалу попередніх лекцій [7].

Отже, враховуючи ряд переваг у застосуванні презентацій під час ведення лекційних занять є доцільним враховувати дані аспекти при підготовці презентацій до лекційних занять. А чи всім зазначеним рекомендаціям відповідають наші мультимедійні презентації? З метою

відповіді на запитання, нами було проаналізовано 18, з вільним доступом в мережі інтернет, презентацій до лекцій з дисципліни «Патоморфологія». Відтак, було виявлено наступні відображені у таблиці, на наш погляд упущення та недоліки, які повинні стати предметом майбутнього доопрацювання.

Таблиця

Упущення та недоліки при підготовці мультимедійних презентацій до лекцій з дисципліни
«Патоморфологія»

№	Недоліки	Обґрунтування
1	Обрання складного дизайну	може відволікати увагу студентів від усного подання матеріалу лектором, адже презентація має бути лише фоном для усного повідомлення матеріалу, аудиторія має слухати й сприймати матеріал, а не лише переглядати картинки на екрані
2	Перевантаження слайду надмірною кількістю інформації	коли сторінка слайду заповнена текстом, малюнками, фотографіями, звуковими фрагментами, мета слайду часто губиться в аудиторії
3	Використання довгих речень та формулювань	використання більш довгих текстів ускладнює їх читання і перевантажує слайд
4	Неправильність розміщення коментарів по відношенню до рисунків	ускладнює сприйняття студентами відображеної на слайді інформації
5	Одноманітна побудова презентації	частіше переважають текстові слайди і малюнки, рідше – схеми, графіки, таблиці, відео- та аудіо матеріали, відтак презентація може видаватися студентам монотонною

6	Не використання красивих зображень чи анімацій	використання таких здатне зробити їх візуально привабливішими, і підтримувати потрібний емоційний настрій, що полегшить сприймання й запам'ятовування представленого матеріалу
---	--	--

Отож, в сучасному інформаційному світі прогресивним та перспективним є використання сучасних технологій, зокрема, і в сфері освітньої діяльності, спрямоване на її модернізацію задля вдосконалення. Серед вказаних важливим засобом навчання у вищих навчальних закладах медичного профілю є мультимедійні технології, раціональне поєднання яких з традиційними методами навчання забезпечить ефективне досягнення мети та завдання навчальних занять. Переваги мультимедійних технологій складно переоцінити, адже вони надають суттєву допомогу як викладачеві у донесенні лекційного матеріалу, покращуючи умови керування увагою студентів, так і самим студентам, підвищуючи їх мотивацію, розвиваючи пізнавальну активність, стимулюючи їх самостійність, що загалом пришвидшує процес навчання та покращує якість засвоєння матеріалу. Водночас, не заперечуючи очевидні переваги використання мультимедійних технологій, як свідчить практика, їх застосування не позбавлене ряду недоліків, котрі стосуються дизайну, графічних зображень, текстового супроводу, побудови презентаційних матеріалів. Тому тільки за умови ретельної підготовки мультимедійних презентацій, їх ергономічного проектування вони спроможні стати справді дієвою методикою формування високого рівня професійної компетентності майбутніх медичних фахівців.

Список використаної літератури

1. Інноваційні технології навчання : навч. посібн. для студ. вищих технічних навчальних закладів / за ред. Х.Ш. Бахтіярова, наук. ред. А.В. Арістова., упорядн. словника С.В. Волобуєва. Київ : НТУ, 2017. 172 с.
2. Мультимедійні системи як засоби інтерактивного навчання: посібник / М. І. Жалдак та ін. ; за редакцією Ю. О. Жука. Київ : Педагогічна думка, 2012. 112 с.
3. Городецький В.І. Створення мультимедійної презентації до кваліфікаційної роботи: методичні вказівки. Івано-Франківськ, Симфонія форте, 2015. 60 с
4. Гладуш В. А., Лисенко Г. І. Педагогіка вищої школи: теорія, практика, історія : навч. посіб. Дніпропетровськ, 2014. 416 с.
5. Гаврілова Л., Хижняк І. Класифікація лекційних презентацій та вимоги до них. *Вісник Львівського університету*. 2010. С. 361-367.
6. Музальов, О. О. Шиделко А. В. Професійна адаптація особистості в процесі вивчення предмета "Культурологія" у ВПУ : навчально-методичний посібник. Київ : Педагогічна думка, 2012. 185 с.
7. Діордіца Т, Білевич С, Вороніна М, Гладушина Р. Види й недоліки мультимедійних презентацій, досвід побудови класифікації. *Вища школа*. 2020. № 10. С.23-39

УДК 614.23

Кушнір О.Ю.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

«Буковинський державний медичний університет» Чернівці

kushnir@bsmu.edu.ua

Анотація. Для багатьох країн це вперше, коли студенти можуть продовжувати здобувати освіту онлайн через платформи електронного навчання. Інноваційні технології – це інструмент для глибшого навчання та отримання досвіду навчання, окрім навчання на основі лекцій. З появою студентів, які вирости з інтернет-технологіями, значення електронного навчання може збільшитися. В епоху стрімкого розвитку технологій електронне навчання пропонує можливість поширювати досвід клініцистів серед широкої аудиторії.

Розглянемо, основні можливості включення дистанційного навчання у читання лекцій в медичних університетах.

Ключові слова: дистанційне навчання, професійні компетенції, академічна культура, освіта медичного університету.

Постановка проблеми загалом. Сфера освіти була однією з найбільш постраждалих від спалаху COVID-19. Після оголошення пандемії, відбулося вимушене припинення відвідування занять. Заходи проти поширення вірусу призвели до закриття шкіл та університетів по всьому світу, і деякі з них залишаються закритими й досі. Але відбувається щось таке, чого ще десять років тому було неможливо уявити. Для багатьох країн це перший випадок в історії, коли студенти можуть продовжувати здобувати освіту онлайн через платформи електронного навчання.

Хоча міленіали та покоління Z вже вимагали змінити методи навчання, не всі установи мали цифрову інфраструктуру, готову впоратися зі всесвітнім карантинном.

Аналіз досліджень та публікацій. Дистанційне навчання, яке також називають дистанційною освітою, електронним навчанням та онлайн-навчанням, форма навчання, в якій основними елементами є фізичне відокремлення викладачів і студентів під час навчання та використання різних технологій для полегшення спілкування студент-викладач та студент-студент [6 с. 223]. Дистанційне навчання традиційно спрямоване на тих, хто не може відвідувати аудиторні лекції, знаходиться на відстані, наприклад, військовослужбовці, а також нерезиденти або особи у віддалених регіонах. Однак дистанційне навчання стало невід'ємною частиною світу освіти, з тенденціями, які вказують на постійне зростання [2

с.1]. Електронне навчання описує використання інформаційних технологій або Інтернету для навчальної діяльності. Інтеграція електронного навчання в медичну освіту підтримується теорією навчання дорослих; учасники контролюють зміст, послідовність, темп, час і засоби інформування, використовують різні стилі навчання. Курси стандартизовані з точки зору змісту та викладу та можуть включати оцінювання та зворотній зв'язок [3 с.3163].

Виділення раніше невирішених частин загальної проблеми. Традиційно очні курси включають лекції та практичні заняття, що супроводжуються слайд-презентацією, передбачають дискусію з студентами. Деякі викладачі використовують різні методи під час навчання, такі як лекції, демонстрації, дискусії, вправи та інші активності.

Але при розробці нового онлайн-курсу або гібридного курсу потрібно розробити стратегії для ефективного передачі матеріалу лекцій в онлайн-середовищі, що сприятиме залученню студентів і досягненню навчальних цілей курсу. Залучення інструкторської команди може бути корисним етапом у процесі розробки курсу, щоб допомогти у цьому завданні.

Ця робота спрямована на аналіз основних можливостей використання дистанційного навчання для проведення лекцій у медичних університетах. Комп'ютерні технології навчання, також відомі як нові інформаційні технології, використовуються для підготовки та передачі інформації, де комп'ютер є основним засобом комунікації [5 с.135].

Інформаційно-комунікаційні технології навчання (ІКТ) — це сукупність методів і технічних засобів впровадження інформаційних технологій на основі комп'ютерних мереж та засобів забезпечення ефективного процесу.

Під час проведення практичних занять та лекцій комп'ютерні технології дозволяють:

1. Зекономити час, шляхом більш ефективного представлення матеріалу.
2. Прикрасити матеріал яскравими кольорами і графікою, що сприяє більш емоційному, естетичному та науково обґрунтованому сприйняттю матеріалу.
3. Оптимізувати процес навчання, впливаючи на різні чуттєві аналізатори студентів, слухачів.
4. Індивідуалізувати навчання, надаючи можливість студентам працювати власним темпом і підлаштовувати матеріал під їхні потреби.
5. Сконцентруватися на найважливіших аспектах заняття, забезпечуючи акцентування уваги на конкретних питаннях.
6. Забезпечити доступ до попередньо вивченого матеріалу в будь-який момент, що дає змогу повернутися до раніше опрацьованої інформації.

7. Дозволяти студентам самостійно використовувати навчальний матеріал і працювати з ним на свій лад.

Використання інформаційних технологій у навчальному процесі сприяє підвищенню рівня самостійності у пізнанні, забезпечує високий рівень наочності та постійний самоконтроль усвідомлення знань та навичок, а також сприяє формуванню необхідних професійних компетенцій. Використання інформаційно-комунікаційних технологій також може включати консультативну роботу, де можливі онлайн-консультації через консультаційний веб-сайт закладу освіти.

На етапі методичного опрацювання [2 с.274] процесу навчання викладач має додаткові можливості:

1. Об'єднувати зусилля професорсько-викладацького колективу для спільної роботи та обміну досвідом.
2. Розробляти, модернізувати та коригувати електронні матеріали для навчання.
3. Систематично накопичувати матеріали і ресурси, що сприяють вдосконаленню навчального процесу.
4. Підвищувати мотивацію навчання і самого викладача шляхом використання інформаційних технологій.

Одну з ключових ідей в новітніх методах викладання медико-біологічних дисциплін займає академічна доброчесність. Вона зазвичай формується через труднощі, помилки і навчальний процес, а також через постійне спілкування та саморефлексію всієї університетської спільноти щодо себе і своїх проєктів. Академічна доброчесність не є статичною, вона постійно розвивається і вимагає постійного оновлення та розширення [1 с. 51]. Наприклад, співробітники закладу вищої освіти МОЗ України «Буковинський державний медичний університет» наповнили сервер дистанційного навчання електронними навчальними матеріалами. Мультимедійні можливості серверу дистанційного навчання «Moodle» дозволили викладачам візуалізувати навчальний матеріал у вигляді навчальних таблиць, лекційних презентацій, відеоматеріалів тощо. Це дає змогу підвищити інтерес учнів до навчального матеріалу практичного заняття або лекції, покращити його засвоєння, щоб якнайкраще використати відведений час [4 с.135].

Новітні технології дистанційного навчання допомагають оволодіти необхідними компетенціями і мають бути поєднаними з реальною клінічною практикою при вивченні студентами медико-біологічних дисциплін у закладах вищої освіти.

Висновок.

Включення елементів інноваційних технологій дистанційного навчання у презентації лекцій та практичних занять в при вивченні студентами медико–біологічних дисциплін у закладах вищої освіти. дозволяє досягти наступних результатів:

-Забезпечення двостороннього зворотного зв'язку у процесі навчання, що сприяє взаємодії викладача і студентів.

-Організації навчання більш інтенсивним та ефективним шляхом використання можливостей мультимедійних освітніх систем для наочного та ефективного представлення навчального матеріалу.

-Підвищенню наочності навчального процесу за допомогою візуальних елементів, що допомагають студентам краще розуміти та запам'ятовувати матеріал.

-Забезпеченню доступу до різних джерел інформації та допомозі у пошуку необхідних даних.

-Індивідуалізації навчання для задоволення потреб максимальної кількості студентів з різними стилями навчання та здібностями сприймання.

-Моделюванню досліджуваних процесів або явищ для кращого розуміння студентами.

-Організації колективної та групової роботи, сприяючи співпраці і взаємодії між студентами.

-Контролю навчальних досягнень за допомогою інтерактивних засобів та оцінюванню студентів.

-Створенню сприятливої атмосфери для спілкування і обміну думками між викладачем і студентами.

Список використаних джерел

1. Academic honesty as a basis for sustainable development of the university / International. grace. Foundation "International. stock. research. education. policies "; for general ed. TV Finikova, AE Artyukhova - K .; Tucson, 2016. - 234 p.
2. Gary A. Berg Distance learning. <https://www.britannica.com/topic/distance-learning>. 2020.
3. Khaled Zehry , Neel Halder , Louise Theodosiou E-Learning in medical education in the United Kingdom. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2011, Volume 15, Pages 3163-3167. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.265>
4. Kushnir OY The relevance of the use of cognitive technologies in the study of biological chemistry by future medical workers. Current issues of higher medical and pharmaceutical education: experience, problems, innovations and modern technologies: materials of the educational conference (Chernivtsi, April 18, 2018). - Chernivtsi, 2018: 474 - 475.
5. Kushnir O.Yu., Kupchanko K.P. Theoretical and methodological principles of formation of basic professional competencies of specialists of medical universities of I-II, III-IV levels of accreditation. International scientific-practical congress of pedagogues, psychologists and medics "New Trends of Global scientific ideas." [March 10, 2016 Geneva (Switzerland)]. 2016. P. 134 - 138.
6. Samaruk NM Use of information and computer technologies as an effective means of teaching future mathematicians. International scientific conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of Mikhail Pavlovich Lenyuk, October 28-29. 2016: conference materials. Cherniv. nat. Univ. Yuri Fedkovych. 2016: 223-225.

УДК 378.6:61.091.33-027.22:004.94

Лобач Н.В, Саєнко М.С.

СИМУЛЯЦІЙНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава

natasha301277@gmail.com , Saenkomarina89@ukr.net

Анотація. У статті розглядається важливість практичних навичок здобувачів вищої освіти та проблеми їх отримання за умови традиційного навчального середовища. Можливим варіантом вирішення цих проблем розглядається використання технологій інтерактивного навчання та комп'ютерних симуляційних технологій. У статті стверджується, що комп'ютерне моделювання може забезпечити реалістичний та інтерактивний досвід навчання, який точно імітує реальні життєві ситуації, дозволяючи здобувачам освіти розвивати практичні навички в контрольованому середовищі. Також пропонується використовувати електронні підручники і мультимедійні ресурси як ефективний спосіб доповнення теоретичних навчальних матеріалів. У статті розглянуто можливості використання технологій комп'ютерної симуляції для підвищення якості освіти та доступності практичного навчання майбутніх лікарів.

Ключові слова: симуляційні комп'ютерні технології, інтерактивне навчання, майбутні лікарі.

Система освіти завжди надавала велику увагу фундаментальній теоретичній та практичній підготовці фахівців різних галузей. Для того, щоб успішно працювати та вирішувати професійні завдання у майбутній професійній діяльності, здобувачі освіти неодмінно повинні володіти практичними навичками на високому рівні. Однак, зазвичай виникає декілька причин, які ускладнюють цей процес у рамках навчального закладу. До них відносять фінансові та організаційні причини, а також певні етичні обмеження. У цьому контексті виникає необхідність у використанні новітніх технологій та зростає популярність методу інтерактивного навчання.

У сучасному світі використання передових технологій у навчальному процесі набуває все більшої актуальності. Увага приділяється інтерактивному навчанню, яке є більш ефективним та забезпечує більші можливості для залучення студентів до навчального процесу. Як зазначають Д. Остапчук та Н. Мирончук, інтерактивне навчання – це специфічна

форма організації пізнавальної діяльності, яка має передбачувану мету – створити комфортні умови навчання, за яких кожен здобувач освіти відчуває свою успішність, інтелектуальну спроможність [2].

У зв'язку з цим все більшу популярність отримують симуляційні комп'ютерні технології, які дозволяють студентам практикуватися в реальних ситуаціях, що можуть виникати в професійній діяльності. Це не тільки підвищує якість навчання, але і забезпечує більш глибоке розуміння матеріалу та збільшує мотивацію студентів до навчання.

Мета. Визначити можливості застосування технологій комп'ютерної симуляції з метою підвищення якості освіти та доступності практичного навчання майбутніх лікарів.

Комп'ютерна симуляція є однією з інтерактивних форм навчання і визначається як моделювання навчальної ситуації і послідовне її програвання з метою вирішення, а отже перенесення здобувачів освіти у ситуації, що імітують реальні, тобто навчання дією або в дії [1].

Дійсно, комп'ютерна симуляція може бути використана як ефективна інтерактивна форма навчання, оскільки вона дозволяє створити обстановку реальної діяльності та процесу взаємодії, що імітують виконання професійних навичок у повсякденній роботі та житті. Крім того, комп'ютерна симуляція дозволяє ефективно контролювати весь процес навчання.

Симуляційні комп'ютерні технології допомагають підвищити якість викладання теоретичного матеріалу. Наприклад, використання електронних підручників та посібників, які насичені мультимедійним контентом, можуть відігравати важливу роль у викладанні теоретичного матеріалу, тим самим забезпечувати здобувачам освіти вільний доступ до цінної інформації. Такі матеріали можуть містити не тільки текстові описи, але й графіки, ілюстрації, відео- та аудіо- матеріали, що робить навчальний процес більш наочним і зрозумілим [3].

Крім того, такі електронні матеріали можуть бути зручними для студентів, які навчаються дистанційно або на самостійній основі. Вони можуть вивчати матеріал у зручний для себе час та у тому темпі, який найбільше для них підходить, повертаючись до нього повторно, якщо виникає у цьому потреба.

Насичення підручників та посібників мультимедійним контентом може забезпечити більш ефективне засвоєння матеріалу студентами, оскільки вони можуть бачити реальні приклади та демонстрації, що допомагає зрозуміти складні концепції та процеси. Крім того, відеосупровід та інші наочні засоби можуть сприяти підвищенню зацікавленості студентів та збільшити їх мотивацію до навчання.

Симуляційні комп'ютерні технології допомагають не тільки підвищити якість викладання теоретичного матеріалу, але й формують практичні навички. Зокрема, їх можна використовувати у процесі підготовки студентів медичних вищих навчальних закладів. Здобувачі освіти можуть вільно практикуватися на інтерактивних тренажерах та віртуальних моделях, що імітують реальні клінічні сценарії та медичні інструменти. Наприклад, майбутні лікарі використовують імітаційні моделі органів, щоб вивчати різні аспекти структури та функціонування органів та систем тіла. Віртуальні лабораторії та симулятори дозволяють студентам відтворювати та досліджувати різні медичні процедури (наприклад, хірургічні операції) без ризику нанесення шкоди реальним пацієнтам. Крім того, тренажери, призначені для розвитку моторики та координації рухів, допомагають студентам розвивати практичні навички (введення ін'єкції та встановлення внутрішньовенного катетера).

Використання таких симуляторів дозволяє студентам набувати практичні навички без ризику для свого здоров'я та здоров'я пацієнтів. Крім того, це забезпечує можливість багаторазового повторення та поглиблення знань. Такий підхід до навчання дозволяє зменшити ризик нещасних випадків та збільшити ефективність навчального процесу. Крім того, мультимедійні анімаційні імітатори дозволяють практикуватися в навичках роботи з об'єктом у різних умовах, що сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу в безпечному та контрольованому середовищі [4].

Отже, робота з віртуальними тренажерами змушує здобувачів освіти стати активними учасниками навчального процесу, оскільки отримана інформація спонукає до відповідної дії, що збільшує інтенсивність розумових процесів. У багатьох практичних галузях, включаючи медицину та охорону здоров'я, комп'ютерна симуляція може допомогти студентам набути практичні навички без значних витрат часу та ресурсів та при цьому знизити ризики для здоров'я людей. Такий підхід може бути корисним як допуск для проведення роботи із пацієнтами. Крім того, віртуальні тренажери-симулятори можуть бути використані для проведення вихідного контролю знань та умінь з використанням контролюючих тренажерів, програм для тестування знань, включаючи теоретичний матеріал, практичні та лабораторні роботи. Вони дозволяють студентам самостійно вчитися та готуватися до практичних завдань, а також здійснювати вхідний контроль знань перед виконанням практичної частини. Деякі з таких тренажерів можуть бути налаштовані на різний рівень складності, що дозволяє студентам перевірити свої знання та підготуватися до більш складних завдань.

Отже, симуляційні тренажери можна поділити на групи, відповідно до функцій, які вони виконують:

- тренажери засвоєння навчального матеріалу - це програми, що надають можливість вивчати навчальний матеріал у вигляді електронних підручників, посібників, збірки лекцій та ін.;
- тренажери, що розвивають практичні навички – дозволяють здобувачам освіти отримати цінний досвід практичної роботи з різними технічними пристроями, які можуть бути небезпечні у реальному житті;
- контролюючі тренажери - дозволяють швидко та об'єктивно оцінювати знання та навички студентів.

Висновки. Правильно організоване навчання з використанням симуляційних технологій дедалі ширше впроваджується як додатковий етап медичної освіти, що дозволяє підвищити якість підготовки медичних працівників. При симуляційному навчанні ті чи інші дії можна повторювати багаторазово до того моменту, доки вони не будуть повністю сформовані та доведені до автоматизму. Також важливо удосконалювати їх до повного усунення помилок. І, звичайно, впровадження системи симуляційного навчання дає цілу низку переваг для охорони здоров'я та медичної освіти в цілому. При цьому слід зазначити, що симуляційні методики не можуть замінити весь обсяг практичної діяльності студентів-медиків, особливо її клінічну частину, що забезпечує безпосередній досвід взаємодії з пацієнтами. Проте розумне поєднання симуляційних технологій навчання та клінічної роботи дозволить підвищити рівень підготовки та професіоналізм майбутніх лікарів, а також ефективність медичної допомоги населенню, яку вони будуть надавати.

Список використаних джерел

1. Никоненко О.С., Шаповал С.Д., Дмитрієва С.М., Грицун Т.О. Використання методик стимуляційного навчання у підвищенні професійної компетенції лікарів та парамедиків на кафедрах ДЗ «ЗМАПО МОЗ України» *Медична освіта*, 2016. № 2. С. 120-123.
2. Остапчук Д., Мирончук Н. Інтерактивні методи навчання у вищих навчальних закладах. *Модернізація вищої освіти в Україні та за кордоном* : збірник наукових праць. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 140-143.
3. Сілкова О. В., Лобач Н. В. Електронний навчально-методичний комплекс як основний ресурс інформаційно-освітнього середовища вищого медичного навчального закладу. *Актуальні питання дистанційної освіти та телемедицини* : мат. всеукр. наук.-метод. відеоконф. з міжнар. участю. Запоріжжя, 2018. С. 55–57.
4. Yuriy R., Huzchenko S., Lobach N., Karbovanets O., Bokova S., Isychko L. Modern digital learning and simulation technologies in higher medical education: definitions, innovative potential. *Amazonia Investiga*. 2022. Vol. 11, Issue 60. P. 53–61.

УДК 378.147:004.77

Махрова Є.Г.

INTERNET-ЗАСТОСУНКИ ДЛЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Анотація. У статті представлені застосунки, які можна використати при складанні навчального матеріалу для студентів вищих медичних закладів освіти, що допоможуть студентам запам'ятовувати матеріал, швидко знаходити інформацію, а також знижувати рівень стресу та підвищувати фокусування на навчанні.

Ключові слова: Internet-застосунки, навчальний процес, академічна та професійна успішність, Anki, Quizlet, Calm, Forest, Evernote, Anatomy & Physiology, Netter's Anatomy Flash Cards, Visible Body, MedNotes, Medical Dictionary by Farlex, Lecturio, Medscape, Geeky Medics, Prezi, Google Slides, Canva, Keynote.

Медичний університет – це місце, де студентам доводиться стикатися з величезною кількістю нової інформації та навчальних завдань, що потребують великої уваги та наполегливості. У такому середовищі, знання інноваційних інструментів та технологій можуть стати важливим допоміжним засобом для полегшення навчального процесу та підвищення ефективності вивчення матеріалу.

1. Студентам медичних університетів варто звернути увагу на додатки, які допоможуть їм ефективніше розпоряджатись часом для вивчення матеріалу, запобігти виникненню стресу та дисциплінувати себе [1]:

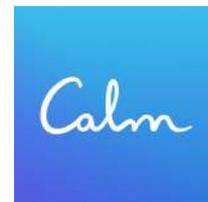
Anki – це програма для навчання на основі флеш-карток. Вона допомагає студентам запам'ятовувати нові терміни та поняття, що потрібні для вивчення медичних предметів. Ця програма дозволяє створювати власні колоди карток або завантажувати готові набори з Інтернету.



Quizlet – ресурс із схожим принципом, що працює на основі використання флеш-карток. Багато хто вже знайомий з ним, адже він налічує базу даних з понад 200 мільйонів карток, що дозволяє студентам легше знаходити підходящий набір.



Calm – це застосунок для медитації та заспокоєння. Очевидно, для студентів медичного університету, які постійно вивчають нові матеріали та стикаються зі стресом, цей застосунок може стати корисним інструментом для зменшення тривоги та постійних хвилювань.



Forest - це застосунок, який допомагає студентам зосередитися та залишатися фокусованими на навчанні. Він працює за принципом гри, де користувачі можуть вирощувати віртуальні дерева, що не зростають, якщо вони відволікаються.

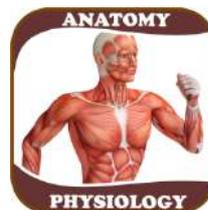


2. Від застосунків, що допоможуть студенту сконцентруватись, впорядкувати інформацію та вивчити її у найменший термін, варто перейти до програм, що надають змогу зберігати та використовувати в практиці наявний матеріал [2].

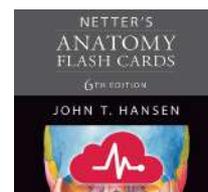
Evernote: дозволяє вам зберігати, організовувати та синхронізувати різні типи нотаток. Ви можете завантажувати підручники у PDF-форматі або сканувати сторінки підручників і зберігати їх у вашому акаунті Evernote для зручного доступу до них.



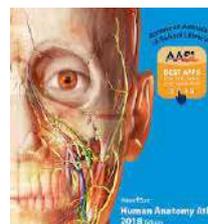
Anatomy & Physiology: містить повний підручник з анатомії та фізіології, який можна використовувати без доступу до Інтернету. Додаток містить ілюстрації, відео та інтерактивні тестові завдання, що допомагають краще зрозуміти матеріал.



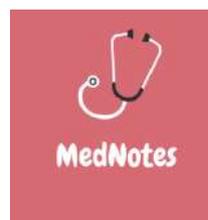
Netter's Anatomy Flash Cards: містить колекцію карток з анатомії, які можна використовувати для повторення та вивчення матеріалу. Картки містять докладні ілюстрації та описи анатомічних структур.



Visible Body: пропонує 3D-моделі дозволяє розглядати різні системи організму. Ви можете маніпулювати моделями, виконувати розрізи та досліджувати деталі структур. Цей застосунок може бути використаним як для вивчення анатомії, гістології так і фізіології, біохімії та ін., адже дозволяє побачити та візуалізувати процеси, що проходять навіть на клітинному рівні.



MedNotes: допомагає студентам медичного університету організувати та зберігати свої нотатки та матеріали. Він надає можливість створювати цифрові записки, зберігати інформацію про лекції, підручники, додаткову літературу та інші ресурси.



Medical Dictionary by Farlex: надає доступ до медичного словника з понад 180,000 термінів та визначень. Додаток може бути корисним для студентів медичного університету, які шукають визначення термінів, що зустрічаються у підручниках та лекціях.



Lecturio: Це освітній ресурс, який надає відеолекції, навчальні матеріали та тести з різних медичних предметів. Дозволяє також знаходити як новий матеріал, так і зберігати наявний.



Medscape: надає студентам медичного університету спектр корисного матеріалу. Дозволяє користувачам отримувати актуальну і достовірну інформацію про медичні теми, включаючи діагностику, лікування, прогнозування та профілактику різних захворювань. Застосунок також містить функції, які дозволяють вести медичні розрахунки, переглядати взаємодію між препаратами та багато іншого, що може бути корисним у медичній практиці.



Geeky Medics: створена для навчання різних практичних навичок, таких як спілкування з пацієнтами, визначення діагнозу, призначень та лікування. Платформа надає відеоуроки, інтерактивні вправи, сценарії клінічних ситуацій, статті, підказки та інші корисні матеріали для покращення навичок медичної практики.



3. Також необхідно відзначити програми, які можуть бути корисним інструментом у реалізації та представленні вивченого матеріалу, або виконанні індивідуальних завдань, самостійних робіт, підготовки додаткової інформації шляхом створення, наприклад, презентації [3].

Prezi - це онлайн-інструмент для створення презентацій, який дозволяє створювати їх нестандартними та креативними. Він має багато функцій, таких як анімація, 3D-елементи та мультизагальність.



Google Slides - це безкоштовна програма для створення презентацій, яка працює в браузері. Вона має багато функцій, таких як шаблони дизайну, додавання зображень та інших медіа-елементів, анімація та спільний доступ з іншими користувачами.



Canva - це інструмент, який можна використовувати для створення презентацій, постерів, листівок та інших графічних елементів.



Дозволяє розкрити творчий потенціал при підготовці, а також є дуже зручною у використанні.

Keynote - це програма для створення презентацій, яка є частиною пакету програм Apple iWork. Має не менше функцій, ніж аналоги. Надає можливість створювати роботи використовуючи готові шаблони або створювати свої, додавати анімації, візуалізувати текст та багато іншого



Завдяки цим застосункам, студенти медичного університету можуть стати продуктивнішими у навчанні, отримати доступ до актуальної медичної інформації та покращити розуміння складних концепцій [4]. Вони допомагають студентам зберігати, створювати інтерактивні навчальні матеріали та самостійно перевіряти свої знання [5].

Цей список застосунків повинен бути використаний при складанні навчального матеріалу для студентів вищих медичних закладів. Він стане надійним помічником студентам і сприятиме їхній академічній та професійній успішності.

Список використаних джерел

1. К. Фурнье Використання мобільних додатків студентами-медиками та резидентами в клінічних умовах: пошукове дослідження. 1 квітня 2022 р. Асоціація бібліотек здоров'я. Доступ до матеріалу URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35950082/>
2. Медичний Клуб Медичні програми-довідники. [Електронний ресурс]. Доступ до матеріалу URL: <https://medical-club.net/uk/medicinskie-programmy-spravochniki/>
3. Х. Вілласі, Н. Колдер Зробити розрахунки більш захоплюючим для студентів вищих медичних навчальних закладів. 19 квітня 2017 р. Філіал, Школа педагогіки та навчальних програм, Університет Вайкато, Нова Зеландія.
4. Л.Й. Костенко, А.О. Чекмарьов, А.Г. Бровкін, І.А. Павлуша Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі : електронні ресурси в науці, культурі та освіті [Електронний ресурс]: Бібліотечний вісник. — 2003. — № 4. — С. 43. — Режим доступу до журн. <http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm>
5. К.Лі Вентола Мобільні пристрої та програми для медичних працівників: використання та переваги. 2014 травень; 39(5): 356–364. МедіМедіа, США, Нью Джерсі

378.016:616.1/.4-07]-057.875-054.6

Микитюк О.П., Ілащук Т.О.

АКАДЕМІЧНА ІСТОРІЯ ХВОРОБИ В КУРСІ ПРОПЕДЕВТИКИ ВНУТРІШНІХ ХВОРОБ ДЛЯ ІНОЗЕМНИХ СТУДЕНТІВ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

oksanamp@gmail.com , tetiana.ilashchuk@gmail.com

Анотація. У статті проаналізовано обґрунтовано доцільність написання навчальної історії хвороби при вивченні пропедевтики внутрішніх хвороб – як творчого завдання, що виконує інтегративну роль між теорією і практикою; проаналізовано основні відмінності між історією

хвороби і практиці лікаря і у процесі навчання; приведено основні складнощі курації за умов дистанційного навчання і шляхи їх подолання.

Ключові слова: пропедевтика внутрішніх хвороб, дистанційне навчання, історія хвороби

Історія хвороби пацієнта практиці лікаря стаціонару – один із найважливіших документів, заповнення та ведення якого потребує не лише профільних знань, але й скрупульозності, системності, самодисципліни. Від акуратності записів, своєчасності і правильності її заповнення залежить не лише прийняття правильних діагностично-лікувальних рішень для пацієнта, але й юридична захищеність обох сторін, вірний статистичний облік випадку тощо. Студенти, майбутні лікарі навчаються веденню документації стаціонару, починаючи з третього курсу, шляхом написання першої, академічної, історії хвороби, у ході вивчення пропедевтики внутрішніх та дитячих хвороб.

Академічна історія хвороби в курсі пропедевтики внутрішніх хвороб суттєво відрізняється від її клінічної версії. Відмінності обумовлені тим, що на час курації пацієнта студенти при належному засвоєнні матеріалу встигають опанувати лише основні, типові прояви ряду найбільш розповсюджених захворювань; вони знайомі поверхнево з міжнародною класифікацією нозологій; їхню увагу не акцентують на диференційній діагностиці та випадках поєднання декількох захворювань у одного пацієнта (супутня патологія). Також, студенти 3 курсу перебувають на стадії активного опанування базової фармакології (групи ліків, загальні механізми їх дії, основи фармакокінетики і фармакодинаміки), тому, орієнтуються лише приблизно, які лікарські засоби можуть бути застосовані при тій чи іншій хворобі, але не готові підбирати індивідуалізовану, клінічно обґрунтовану схему лікування.

Оскільки одним із ключових завдань вивчення пропедевтики внутрішніх хвороб є налагодження діалогу з пацієнтом і проведення структурованого опитування: виявлення скарг і їх деталізація, вміння виокремити серед них основні і другорядні; збір анамнезу хвороби з уточненням, у випадку хронічного захворювання, як попереднього маршруту пацієнта, так і окремо – причин теперішнього звернення; системний підхід до анамнезу життя з акцентуванням уваги не лише на формальні питання, але й на потенційні фактори ризику і прогресування захворювання. Наступним кроком є опанування техніки фізикальних методів обстеження хворих з інтерпретацією отриманих результатів як окремо (оцінка даних перкусії, аускультатії тощо), так і розуміння взаємозв'язку між виявленими відхиленнями і виявлення потенційних синдромів.

Студент повинен усвідомити золоте правило: «не записано – отже, не зроблено». У академічній історії хвороби має послідовно бути зафіксовано всі результати бесіди з хворим і

його обстеження. Частою помилкою є механічне перечислення скарг без зазначення їх інтенсивності, характеру чи особливостей, що створить у майбутньому перешкоди щодо розуміння ступеня важкості захворювання і диференціювання різного генезу одного і того ж явища. Також, при проведенні додаткового опитування по системах і органах, варто акцентувати увагу на суттєвій деталі: закордонні фахівці з дисципліни радять опитувати явища, яких у себе не спостерігав пацієнт, не як «відсутні», а як такі, наявність яких хворий заперечує. Приміром, фіксувати - хворий відзначає, що на момент огляду біль у тій чи іншій ділянці тіла його не турбує, кашлю (нудоти, серцебиття тощо) у себе він не помічав тощо – тобто, апелювати щоразу до хворого, пам'ятаючи, що весь процес опитування є збором суб'єктивної інформації (вона не може бути напряму підтверджена і збирається зі слів іншої сторони). Це привчає до дисципліни подібних записів у майбутньому і дозволить уникати у майбутній практиці ряду суперечливих ситуацій.

У клінічній практиці ряд розділів історії хвороби, за умов відповідного дозволу адміністрації, заповнюються у вигляді препринтів, де можна вибрати опцію «норма». Проте, для академічної історії хвороби цей варіант неприйнятний. Студенти при вивченні предмета часто підсвідомо акцентують увагу на окремих деталях і патологічних ознаках: зміна кольору ділянки, структури, висипи; і поза їх увагою може залишитися порушення пропорцій, легка асиметрія тощо, для врахування яких потрібна цілісна оцінка ураженої ділянки. Завдання описати здорову частину тіла з урахуванням всіх деталей, на які повинен звернути увагу лікар, іноді видається складнішим, ніж назвати ознаки захворювання.

Також, більшість вітчизняних підручників подає матеріал, приділяючи меншу увагу антропометричним та расовим особливостям - відтінки шкіри, виявлення ряду ознак у осіб іншої раси, пропорції тіла і антропометричні особливості, оскільки класично цитує класиків, які створювали рекомендації для вітчизняної практики. Проте, в епоху глобалізації і міграції студент має бути підготований до роботи з представниками різних народностей і на інших континентах, а отже, чітко розуміти, що в певній ситуації нормою є те, що притаманне абсолютній більшості населення в даній місцевості.

При написанні навчальної історії хвороби студент робить перші спроби сформулювати діагноз (з допомогою викладача) та обґрунтувати його. Саме на цьому етапі виникають труднощі, якщо попередньо робота по збору клінічної інформації була проведена поверхнево. Так, факт наявності нападів стискаючого болю в ділянці серця може свідчити про стенокардію, але якщо на стадії збору у хворого скарг не уточнили, при якому рівні навантаження він виник, чи триває в даний час, упродовж якого часу умови виникнення нападів відносно сталі тощо, та чи здійснювалися спроби його купувати, - то в подальшому

недостатньо підстав для обґрунтування факту, чи є стенокардія стабільною, і якщо так, то про який функціональний клас може йти мова. Саме на цій стадії приходить розуміння того, що кожна деталь, відзначена пацієнтом, є важливою, і виступає цеглинкою до фундаменту, на якому триматиметься майбутній діагноз і лікувальна стратегія.

І нарешті, саме при написанні історії хвороби, увагу студента ще раз акцентовано на важливості ретельного пошуку факторів ризику появи і прогресування хвороби на стадії збору анамнезу життя - при генеруванні рекомендацій хворому (розділ «первинна і вторинна профілактика»), він вперше звертає увагу на динаміку ознак при перебуванні у стаціонарі, заповнюючи щоденники спостереження за пацієнтом і згодом – складаючи епікриз.

Безумовно, оптимальним варіантом курації хворого є безпосереднє присутність студентів у терапевтичному відділенні стаціонару із прямою взаємодією з пацієнтом, яка доповнюється вивченням його медичної документації і повторним відвіданням (можливо, у позаурочний час) з метою оцінки динаміки стану, появи нових симптомів тощо. Проте, починаючи з весни 2020 року (вже втретє), виникло безліч обмежень, особливо для студентів-іноземців. Серед основних причин - карантинні обмеження, які змусили багатьох виїхати за межі держави і продовжити навчання дистанційно; періодичні спалахи COVID-19, при яких на двотижневий карантин з переходом на дистанційне навчання, навіть за фізичної присутності в Україні, періодично відправляли групи студентів; воєнний стан, який тривав з лютого 2022 року і спричинені ним складнощі щодо приїзду в Україну. Навіть у мирний час, іноземці, порівняно з вітчизняними студентами, мали більше труднощів при роботі з пацієнтами: мовний бар'єр (недостатнє володіння українською мовою у призмі медичної термінології), культурно-релігійні обмеження тощо. Саме тому пошук ефективних стратегій, які б дозволили за короткий час – 2 академічні години – максимально залучити студентів і урізноманітнити завдання (запобігання списуванню) став важливим викликом у процесі викладання пропедевтики внутрішніх хвороб.

За досвідом останніх років, нами виділено потенційно ефективні підходи, які дозволяють імітувати частково курацію пацієнта і надати студентам вихідну інформацію для написання історії хвороби. Серед них – використання навчальних відеоматеріалів з освітніх ресурсів; доповнення їх або й повна заміна – на попередньо підготовані викладачем додаткові фотографії, фотокопії тощо з утворенням тематичних кейсів; реверсний аналітичний підхід «від діагнозу до пацієнта» (наприклад, на підставі власного досвіду або при наявності членів родини, які мають хронічні захворювання, що відповідають навчальному профілю).

Безумовною перевагою іноземних студентів є вільне володіння іноземною мовою і велика кількість цифрових освітніх ресурсів. Ряд видавництв (Elsevier, McGrawHill),

ресурсів з підготовки до перекладання іспитів у США (Kaplan's, USMLE preparation, Osmosis) та блогерів з медичною освітою пропонують до перегляду кількахвилинні безкоштовні відеоматеріали, в яких демонструється, приміром, первинний контакт лікаря і хворого, діалоги при повторному відвідуванні, побудова комунікації у ряді клінічних ситуацій, у яких увагу студента можна переключити з предмету бесіди на її учасників – з визначенням і оцінкою стану свідомості, положення у ліжку, тілобудови, постави, шкірних покривів, голосу тощо. Доповнити перегляд доцільно графічними матеріалами або фотографіями візуально визначуваних симптомів; переліком скарг (доцільно рекомендувати студентам уточнити у викладача їхні особливості, інтенсивність тощо); аудіозаписом дихальних шумів та серцевого ритму, притаманного для обраного викладачем захворювання; результатами лабораторних обстежень та фотокопіями ЕКГ, рентгенографії тощо. Це дозволить застосувати класичний індуктивний підхід, від деталей до цілого, залишивши студенту простір для написання легенди, оцінки потенційних обставин тощо.

Альтернативою є реверсний дедуктивний аналітичний підхід «від діагнозу до проявів». Студентам можна запропонувати в якості домашнього завдання сконтактувати з членами родини, сусідами чи близькими, які мають хронічні захворювання, за темами, які відповідають вже опанованому навчальному матеріалу. При цьому завданням стає не встановлення діагнозу на підставі виявлених симптомів, а навпаки, пошук проявів хвороби і їх особливостей на підставі вже наявних медичних заключень і рекомендацій. У випадку, коли у процес задіяний родич, студенти, як правило, більш мотивовані, уважні, наполегливі, і написання історії хвороби для них набуває особистого забарвлення, надаючи завданню вагомості.

Таким чином, попри всі виклики дистанційного навчання, досягнення і діджиталізацію медицини, написання історії хвороби залишається актуальним і важливим тренінгом на шляху професійного становлення лікаря-фахівця. Відсутність прямого контакту з пацієнтом не є безумовною перешкодою у даному випадку, оскільки існують альтернативні шляхи забезпечення навчального процесу у даному напрямку.

Список використаної літератури

1. Історія хвороби : методичний посібник для викладачів та студентів III курсу медичних і міжнародних факультетів / [Л. А. Ковалевська, С. В. Врублевська, О. Ю. Урсу та ін.]. – Одеса: Міжнародний гуманітарний ун-т., 2022. – 47 с.
2. Історія хвороби [Електронний ресурс] : метод. посіб. для викладачів та студентів II - III курсів мед. і міжнар. ф-тів / В.В. Сиволап [та ін.] – Запоріжжя : ЗДМУ, 2016. – 72 с.
3. Обстеження пацієнта. Схема історії хвороби : методичні вказівки для студентів вищих медичних учбових закладів III–IV рівнів акредитації та лікарів-інтернів : кишеньковий довідник / уклад.: Т. С. Оспанова, Ж. Д. Семидоцька, О. С. Більченко, І. О. Чернякова, А. Б. Борзенко. – Харків : ХНМУ, 2018. – 46 с.

4 Мостовий Ю. М. Керівництво з клінічного обстеження терапевтичного хворого та написання історії хвороби. Навчальний посібник для студентів медичних вузів, які навчаються українською, англійською або російською мовою / Ю. М. Мостовий, А. В. Демчук, Т. В. Константинович. – Вінниця: Центр ДЗК, 2018. – 120 с.
УДК: 616.89:378.147(043.2)

Назарук В.В., Юрценюк О.С.

ДОСЛІДЖЕННЯ СХИЛЬНОСТІ ДО ДЕПРЕСИВНОГО РОЗЛАДУ У СТУДЕНТІВ - МЕДИКІВ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

nazaruk.viktorii.med@bsmu.edu.ua , yurtsenyuk.olga@bsmu.edu.ua

Анотація. В даній статті розглядається поширеність виникнення депресивної симптоматики серед студентів вищих медичних закладів України та молоді, що там не навчається віком від 17 до 25 років на основі методу анкетування. Метою дослідження було визначити поширеність та характеристики депресивного розладу серед цієї групи населення в порівнянні з респондентами, що не навчаються в медичних університетах. В процесі анкетування та оцінки результатів використовувалася шкала депресії Бека. Отримані результати дослідження були аналізовані з використанням статистичних методів та можуть вплинути на розвиток ефективних стратегій попередження та інтервенції для зменшення ризику депресивного розладу серед студентів-медиків та подальших досліджень факторів ризику виникнення даного розладу.

Ключові слова: депресія, депресивний розлад, студенти-медики, тест депресії Бека, депресивна симптоматика.

Постановка проблеми. На даний момент депресивний розлад є одним із найпоширеніших розладів у світі. На жаль, студенти медичних університетів України не є винятком у зв'язку з багатьма негативними факторами сучасного зовнішнього середовища. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я поширеність психічних розладів серед студентів вищих навчальних закладів (віком від 16 до 30 років), складає понад 33%, адже принаймні один раз респонденти повідомляли про діагностичні психічні розлади [1, 2]. ВООЗ також повідомляє, що депресія стане другою за значимістю причиною інвалідності та смертності серед людей до 2020 року [3]. Це є значущою проблемою, особливо серед молоді, адже даний розлад досить негативно впливає на активність, працездатність, фізичний та емоційний стан студента, а отже і його успішність в навчальному закладі та подальшому житті.

Аналіз основних досліджень та публікацій. При огляді 167 перехресних досліджень різних країн щодо розповсюдженості депресивної симптоматики серед студентів-медиків шляхом отримання самозвіту загальна поширеність даного розладу становила 27,2% [4]. Результати опитувань в Україні показують підвищення вказаної тенденції. Зокрема, можна виділити дослідження Подгорної Е.А. та Купиної М.В [5], результати якого показують, що м'яка ступінь порушень зафіксована у 43,3% студентів, помірний ступінь - 30%, середній ступінь тяжкості - 6,7%. Також до уваги можна взяти фактор впливу COVID-19 на ментальну активність студентів [6]. В даному випадку поширеність депресії серед студентів-медиків які перехворіли на COVID-19 складає 44,8%. При чому, у студентів вищих медичних закладів освіти, на відміну від інших осіб, що перенесли COVID-19, виявлено значно вищий рівень депресії.

Метою статті є визначення поширеності депресивного розладу та вираженості його прояву у студентів медиків в порівнянні з респондентами, що не навчаються у вищих медичних закладів освіти віком від 17 до 25 років.

Вклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводилися серед 2 розділених груп: 116 студентів вищих медичних закладів освіти України та 106 респондентів, що не навчаються у вищих медичних закладів освіти віком від 17 до 25 років, всього 222 осіб. Опитування та розрахунок результатів проводився за допомогою шкали депресії Бека [7]. Для інтерпретації були виділені наступні оцінки депресії: 0-13 балів – відсутність депресивної симптоматики; 14-19 балів – легка депресія; 20-28 балів – виражена депресія; 29-63 балів – важка депресія. Загальні показники дослідження у групі студентів вищих медичних закладів освіти становлять наступні дані: 44% – відсутність депресивної симптоматики, 19% – легка депресія, 23,3% – виражена депресія і 12,1% – важка депресія. З огляду на дані результати, ми визначили, що у 56% студентів медичного спрямування присутні в більшій чи меншій мірі депресивна симптоматика. Щодо другої групи, то ми прослідковуємо збільшення негативної тенденції, а саме: 37,7% – відсутність депресивної симптоматики, 20,6% – легка депресія, 19,8% – виражена депресія і 20,8% – важка депресія. При порівнянні обох груп не визначається значна різниця у поширеності легкої та вираженої депресії, проте показник важкої депресії у людей, що не навчаються на медичному профілі збільшується на 8,7 %, що є досить небезпечним показником. Також ми виділили фактор статі у двох групах. Щодо першої групи студентів-медиків, то у чоловіків депресія відсутня у 63,6%, а у жінок у 39,4%, легка депресія прослідковується у 9,1% чоловіків, жінок – 21,3%, виражена не складає значної різниці, проте загрозлива тенденція прослідковується у поширенні важкої депресії, що переважає у жінок – 23,4%, відповідно у чоловіків – 4,5%. У

другої групи прослідковуються наступні результати: у 45% чоловіків і 25,8 % жінок депресивні симптоми відсутні, проте у них переважає легка депресія – 25% у чоловіків та 18% у жінок, виражена депресія складає 15% у чоловіків та 22,7% у жінок, важка – 15% у чоловіків та 25,8% у жінок. Отже, ми визначили, що у респондентів чоловічої статі депресивні симптоми відсутні у більшій мірі в обох досліджуваних групах. Проте, показник легкої депресії дещо відрізняється, адже, якщо у першій групі у жінок більший прояв легкої депресії, то у другій групі все навпаки. Варто зазначити рівень вираженої депресії, який в першій групі не складає різниці, а у другій прослідковується більша вираженість депресивної симптоматики у жінок ніж у чоловіків. В обох групах у жінок переважає рівень важкої депресії. Така гендерна різниця також була відслідкована в багатьох дослідженнях [8, 9, 10, 11, 12]. Факторами депресії жінок можуть виступати різні чинники, зокрема генетичні, біологічні, соціальні, психологічні та фінансові [9, 10]. Розуміння цих причин допоможе розвинути більш точні підходи до діагностики, лікування та попередження депресії у різних груп населення, що має важливе значення для поліпшення психічного здоров'я студентів та покращення якості освіти у вищих медичних закладах України.

Висновки. Таким чином, в результаті дослідження ми виявили, що у 56% студентів вищих медичних закладів освіти віком від 17 до 25 років в тій чи іншій мірі прослідковується депресивна симптоматика. В порівнянні респонденти, що не навчаються у медичних закладах, мають більше поширення депресивної симптоматики – 62,3%. Було досліджено вираженість депресії у людей різної статі та виявилось, що у чоловіків депресія в більшій мірі відсутня в порівнянні з жінками та у меншій мірі прослідковується поширеність важкої депресії. Подальші дослідження можуть спрямовуватися на вивчення конкретних причин і факторів ризику, які сприяють розвитку депресії у студентів медичних факультетів. Це може включати аналіз академічних навантажень, стресових ситуацій, переживання переходу до нового оточення, особистісних чинників та інших елементів, що можуть впливати на психічне здоров'я студентів. Також розвиток та оцінка ефективності програм психологічної підтримки та інтервенцій можуть бути додатковими перспективами. Дослідження можуть спрямовуватися на визначення оптимальних стратегій, таких як консультування, психотерапія, тренування стресостійкості та інші підходи, що допоможуть студентам медичних факультетів зменшити ризик депресивного розладу та покращити їх психічне благополуччя.

Список використаних джерел:

1. Auerbach, R. P., Mortier, P., Bruffaerts, WHO World Mental Health Surveys International College Student Project: Prevalence and distribution of mental disorders. *Journal of Abnormal Psychology*. 2018. №127. С. 623–638.
2. Karyotaki, E., Cuijpers, P., Albor Sources of stress and their associations with mental disorders among college students: Results of the World health Organization World Mental Health Surveys International College Student Initiative. *Frontiers in Psychology*. 2020. №11. С. 11.
3. Slavin S.J., Chibnall J.T. Finding the Why, Changing the How: Improving the Mental Health of Medical Students, Residents, and Physicians. *Acad Med*. 2016. №91. С. 1194.
4. Lisa S. Rotenstein, BA, Marco A. Ramos, MPhil, Matthew Torre Prevalence of Depression, Depressive Symptoms, and Suicidal Ideation Among Medical Students: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA*. 2016. №316. С. 2214–2236.
5. Актуальні питання нейронаук: Збірник тез Всеукраїнської конференції молодих вчених та студентів (Харків 27 квітня 2018 р.) / Міністерство освіти і науки України, Харківський національний медичний університет. Харків. 2018. 61 с.
6. Людмила Ю. , Роман Т., Андрій Ш., Марія К. Поширеність тривоги та депресії та фактори ризику їх виникнення у студентів медиків які перенесли COVID-19. Психосоматична медицина та загальна практика. 2021.
7. An inventory for measuring depression / A.T. Beck, C.H. Ward, M. Mendelson та ін. *Archives of General Psychiatry*. 1961. №4. С.561–571.
9. Parker G, Brotchie H. Gender differences in depression. *Int Rev Psychiatry*. 2010. №22. С. 429–36.
10. Nolen-Hoeksema S, arson J, Grayson C. Explaining the gender difference in depressive symptoms. *J Pers Soc Psychol*. 1999. №77. С. 1061.
11. Goodwin RD, Gotlib IH. Gender differences in depression: the role of personality factors. *Psychiatry Res*. 2004. №126. С. 135.
12. Hyde JS, Mezulis AH. Gender Differences in Depression: Biological, Affective, Cognitive, and Sociocultural Factors. *Harv Rev Psychiatry*. 2020. №28. С. 4–13.
13. Sex Differences in Depression: Does Inflammation Play a Role? / Derry HM, Padin AC, Kuo JL та ін. *Curr Psychiatry Rep*. 2015. №17. С. 78.

УДК 61:378.147:004:001.891.53-021.131

Письменецька І.Ю.¹, Пелешенко Г.Б.², Лебеденко В.Ю.²

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ У ВИЩУ МЕДИЧНУ ОСВІТУ

¹ Дніпровський медичний інститут традиційної і нетрадиційної медицини, Дніпро

² Дніпровський державний медичний університет, Дніпро
peleshenko_ganna@ukr.net, ip01589@gmail.com

Анотація. Стаття присвячена використанню у медичній освіті віртуальних лабораторій, які дозволяють студентам отримати практичні навички без необхідності відвідувати фізичні лабораторії. Розглядаються основні переваги використання платформ Amrita, Labster та PraxiLabs, такі як можливість проведення експериментів без ризику для життя та здоров'я, доступність для студентів з усього світу та зручний режим роботи. Крім того, в статті висвітлюється особистий досвід використання цих платформ в освітньому процесі медичного ВИЩу.

Ключові слова: віртуальні лабораторії, VirtualLabs, Amrita, Labster, PraxiLabs.

У 2020 році нова хвороба, спричинена важким гострим респіраторним синдромом коронавірусу 2 (SARS-CoV-2), призвела до пандемії. У відповідь на цю загрозу університети та інші навчальні заклади були змушені перейти з очної моделі викладання на віддалені або віртуальні альтернативи. Масштабний світовий локдаун призвів до вибухового розвитку інформаційних технологій в освіті. В свою чергу цифрові технології зробили революцію в царині навчання за рахунок нових інноваційних засобів доступу до освітніх ресурсів. З розвитком онлайн-навчання інформаційні платформи стали невід'ємною частиною освіти, надаючи можливість студентам і викладачам співпрацювати, обмінюватися ідеями та отримувати доступ до широкого спектру освітнього контенту [7]. У нашій країні ситуацію ще більше загострила війна, що зробило онлайн навчання фактично безальтернативним. Різноманітні цифрові платформи дозволяють користуватися різними інструментами для навчання, що включають додаткові веб-ресурси, відеолекції, анімовані демонстрації та самоперевірку знань. Одним із перспективних напрямків застосування таких платформ є інтерактивні віртуальні лабораторії.

Віртуальні лабораторії, також відомі як онлайн-лабораторії, - це симуляції лабораторних експериментів і процедур, до яких можна отримати доступ в Інтернеті. Віртуальні лабораторії призначені для відтворення проведення експериментів у реальних лабораторних умовах, що дозволяє студентам отримати практичний досвід і розвинути практичні навички. Віртуальні лабораторії включають інтерактивні симуляції, 3D-моделі та збір даних у реальному часі і охоплюють широкий спектр дисциплін. Симуляційні лабораторії використовують в різних освітніх контекстах: у вищій, середній та професійній освіті. У вищій освіті віртуальні лабораторії доповнюють традиційні лабораторні заняття, дозволяючи студентам практикувати і закріплювати свої навички в позаурочний час. Віртуальні лабораторії також використовують в дистанційному навчанні та онлайн-освіті, надаючи студентам можливість отримати лабораторний досвід без потреби у фізичному обладнанні.

Світова практика свідчить, що такі лабораторії успішно використовують при підготовці медиків і вони навіть мають переваги перед використанням реальних лабораторій, особливо під час пандемії [1-4]. Цікаво, що використання онлайн-симуляцій можливе не тільки при викладанні фундаментальних дисциплін, але навіть для відпрацювання клінічних навичок [5] чи для підготовки фармацевтів [6].

Онлайн-лабораторії мають кілька переваг над традиційними лабораторними практиками. По-перше, доступ до віртуальних лабораторій можна отримати з будь-якого місця, де є підключення до Інтернету. Таким чином, вони забезпечують віддалений доступ до

сучасного лабораторного обладнання, за рахунок чого їх можливо використовувати як для курсу в Інтернеті, так і для гібридної (онлайн-офлайн) освіти. По-друге, такі платформи надають студентам віртуальну версію лабораторії, яку можливо застосовувати заздалегідь, навчаючи їх технікам, навичкам, процесам, протоколам та базовій теорії. По-третє, студенти можуть вчитися на спробах і помилках у віртуальному середовищі, набувати досвіду в лабораторних процедурах та протоколах, що готує їх до майбутньої роботи в реальних лабораторіях.

Однією з найважливіших переваг електронних платформ є те, що вони забезпечують високоякісну освіту з низькими витратами, бо не потребують дорогого фізичного обладнання, і надають студентам доступ до сучасних лабораторій без необхідності у додатковій інфраструктурі, допоміжному персоналі, технічному обслуговуванні чи розхідних матеріалах.

Не менш важливим є те, що симуляційні підходи є абсолютно безпечними для здоров'я студентів. До того ж вони можуть покращити їх психологічний настрій, бо забезпечують високий рівень інтерактивності в ігровому середовищі, яке допомагає зацікавити студентів і мотивувати їх готовність до засвоєння теоретичних питань дисциплін, що вивчаються.

Але на тлі багатьох переваг онлайн-лабораторії мають також деякі недоліки. Віртуальні лабораторії можуть бути менш цікавими та захопливими, ніж традиційні, оскільки їм бракує фізичних відчуттів та зворотного зв'язку, які виникають під час роботи з реальним обладнанням. Крім того, віртуальні лабораторії можуть не повністю відтворювати складність і непередбачуваність реальних лабораторних умов, що обмежує ступінь, до якого студенти можуть відпрацьовувати і розвивати практичні навички.

Вже існує певний вибір серед повністю безкоштовних, частково безкоштовних і повністю платних інтерактивних віртуальних лабораторій і навіть фонди, які підтримують їх розробки. Наприклад, Amgen Foundation США (<https://www.amgen.com>) надає фінансування для розробки та впровадження віртуальних лабораторій у вищій освіті. А колекція віртуальних лабораторій на порталі MERLOT (Мультимедійний освітній ресурс для навчання та онлайн викладання) (<http://www.merlot.org>) забезпечує доступ до різноманітних віртуальних лабораторій з різних предметів, включаючи біологію, хімію, фізику та інженерію. Сайт має рецензовані віртуальні лабораторії, які були розроблені та протестовані викладачами.

У ДМІ ТНМ, починаючи з 2021 року, вивчалися можливості використання віртуальних лабораторій на платформах Amrita, Labster та PraxiLabs, а з 2022 року вони

активно застосовуються при викладанні навчальних предметів. В ДДМУ можливість інкорпорування таких платформ у структуру навчального процесу аналізується з 2023 року.

Проект "Віртуальні лабораторії" (<https://vlab.amrita.edu>) в Amrita Vishwa Vidyapeetham - це ініціатива, спрямована на надання високоякісного лабораторного досвіду студентам і викладачам в усьому світі. Amrita – частина глобального проекту VirtualLabs, який заснований державними установами Індії, що дозволяє безкоштовне використання цього ресурсу. Проект був запущений у 2009 році і з того часу розробив велику колекцію віртуальних лабораторій з різних предметів, включаючи фізику, хімію, біологію, біотехнологію та біомедицину, комп'ютерні науки та інженерію. Проект отримав широке визнання за свій інноваційний підхід до природничо-наукової освіти і навіть має декілька нагород та відзнак, в тому числі нагороду Всесвітнього саміту з освіти у 2011 році. Після такого успіху проект зазнав ще більшу підтримку і перетворився у консорціум дванадцяти інститутів-учасників, Міністерства розвитку людських ресурсів, Уряду Індії під егідою Національної комісії з розвитку освіти за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій. Віртуальні лабораторії за цим проектом є інтерактивними та захопливими і надають студентам практичний досвід виконання експериментів та моделювання у віртуальному середовищі. Лабораторії базуються на програмному забезпеченні з відкритим вихідним кодом і є доступними на сайті проекту. Кожна віртуальна лабораторія супроводжується детальними інструкціями, що включають довідкову інформацію про експеримент, покрокові інструкції з виконання експерименту та запитання, на які учні мають відповісти на основі своїх спостережень, анімацію лабораторної роботи, її симуляцію та посилання на веб-ресурси. Віртуальні лабораторії також включають такі функції, як збір даних у реальному часі, інструменти для аналізу даних і мультимедійні ресурси, такі як анімації та відео. Окрім розробки лабораторій, за цим проектом також проводять навчання та надають підтримку вчителям та учням щодо ефективного використання його розробок.

Labster (<http://www.labster.com>) - це онлайн-платформа, яка надає віртуальні лабораторні симуляції для студентів вищих навчальних закладів та коледжів. Платформа була заснована у 2012 році і базується в Данії, але її віртуальні лабораторії доступні по всьому світу. Labster пропонує широкий спектр віртуальних лабораторій з різних предметів, включаючи біологію, хімію, фізику та інженерію. Віртуальні лабораторії платформи призначені для відтворення досвіду проведення експериментів у реальних лабораторних умовах, що дозволяє студентам отримати і розвинути практичні навички [8,9]. Кожна віртуальна лабораторія супроводжується детальними інструкціями та процедурами і включає інтерактивні симуляції, 3D-моделі та збір даних у реальному часі. Платформа також надає



студентам можливість співпрацювати та спілкуватися зі своїми однолітками та викладачами, дозволяючи їм ділитися своїми знахідками та обговорювати свої результати. Labster отримав кілька нагород і відзнак за свій інноваційний підхід до природничо-наукової освіти, включаючи нагороду EdTechXGlobal за найкраще EdTech-рішення у сфері віртуальної або доповненої реальності у 2018 році. Платформа також співпрацює з кількома навчальними закладами та організаціями по всьому світу, зокрема з Массачусетським технологічним інститутом, Гарвардом та Каліфорнійським університетом. Labster пропонує модель на основі підписки з різними варіантами цін для окремих студентів, навчальних закладів та корпоративних клієнтів. Платформа надає безкоштовний пробний період для користувачів, щоб протестувати віртуальні лабораторії та вивчити можливості платформи. У листопаді 2022 року Міністерство освіти і науки України та платформа Labster оголосили про співпрацю, що відкриває безкоштовний доступ до інтерактивних курсів Labster для усіх шкіл, коледжів та університетів України. Наш досвід застосування платформи Labster показав, що вона надає студентам навчальний інструмент, який можна використовувати у своєму власному темпі та у зручний час. Це дозволяє студентам з нижчим рівнем знань та навичок наздоганяти своїх однолітків. У той же час викладачі можуть відслідковувати активність студентів, втручатися у їх роботу та допомагати, коли студенти не опановують навчальні матеріали. Ця платформа використовує візуальне та інтерактивне навчання, ігрове середовище та захопливі історії, які допомагають кращому засвоєнню теоретичної інформації та сприяють цілісному концептуальному розумінню теми. Загалом, Labster є цінним ресурсом для викладачів та студентів, які прагнуть доповнити свій лабораторний досвід віртуальними симуляціями та експериментами. Зручний інтерфейс, широкий вибір віртуальних лабораторій та інтерактивні функції роблять його популярним вибором для дистанційного та онлайн-навчання.

PraxiLabs (<https://praxilabs.com>) – це онлайн-платформа, яка надає віртуальні лабораторні симуляції для студентів вищих навчальних закладів та учнів К-12. Платформа була заснована єгипетськими дослідниками Khadija та Safiya El-Bedweihy у 2016 році і базується в Єгипті, але її віртуальні лабораторії доступні англійською та арабською мовами по всьому світу. PraxiLabs отримала кілька нагород і відзнак за свій інноваційний підхід до природничо-наукової освіти, в тому числі нагороду "Кращий арабський стартап в галузі освіти" на конкурсі ArabNet Startup Battle 2018 року. Платформа також співпрацює з кількома освітніми установами та організаціями по всьому світу, включаючи Програму розвитку Організації Об'єднаних Націй та Міністерство освіти Єгипту. PraxiLabs пропонує доступ на платформу на основі підписки, з різними варіантами цін для окремих студентів, навчальних

закладів та корпоративних клієнтів. Платформа також надає безкоштовний пробний період для користувачів, щоб протестувати віртуальні лабораторії та вивчити можливості платформи. PraxiLabs відтворює реальні сучасні експерименти, що сприяє кращому розумінню студентами теоретичного матеріалу, розвиває їх експериментальні, творчі та наукові здібності. Планується, що кожний протокол буде мати детальну інструкцію проведення лабораторної роботи та додаткову теоретичну інформацію у форматі pdf, коротку анімаційну інструкцію з головними етапами проведення експериментів у форматі mp4, повний автономний запис лабораторної роботи у форматі mp4, тестування для самоперевірки та симуляцію експерименту. Застосування інтерактивних лабораторій у навчанні студентів перших курсів на практичних заняттях з медичної, біоорганічної та біологічної хімії показало, що активним студентам цікаво самостійно працювати у віртуальних лабораторіях і пояснювати іншим проведення роботи і отримані результати. Для менш активних студентів додаткові пояснення однокурсників допомагають краще засвоїти матеріал, а застосування інтерактивних лабораторій зменшує страх можливих помилок. Крім того, використання віртуальних лабораторій дозволяє підвищити мотивацію студентів до навчання шляхом демонстрації зв'язків теоретичних знань з їх практичним застосуванням.

Таким чином, аналіз досягнень іноземних навчальних закладів та наш безпосередній досвід показали, що віртуальні лабораторії є цінним ресурсом для викладачів і студентів у вищих навчальних закладах, школах та професійних коледжах. Хоча вони і мають деякі недоліки порівняно з традиційними лабораторіями, але надають і ряд переваг, включаючи доступність, економічну ефективність і можливість доповнювати традиційні лабораторні умови, що робить їх цінним здобутком для дистанційного навчання, онлайн- та гібридної освіти. Застосування інтерактивних віртуальних лабораторій – це додатковий крок до безбар'єрної, інклюзивної та гуманістичної освіти. Саме тому з розвитком комп'ютерних технологій віртуальні лабораторії стають все більш популярними та затребуваними.

Список використаної літератури

1. Quesada V. Virtual laboratory lessons in enzymology. *Biochem Mol Biol Educ.* 2020 Sep; 48(5), P.442-447.
2. Costabile M. Using online simulations to teach biochemistry laboratory content during COVID-19. *Biochem Mol Biol Educ.* 2020 Sep; 48(5), P.509-510.
3. Vasiliadou R. Virtual laboratories during coronavirus (COVID-19) pandemic. *Biochem Mol Biol Educ.* 2020 Sep; 48(5), P.482-483.
4. Anksorus HN, Bradley CL, VanLangen KM, Renfro CP, Mingura ML, Sourial M. The catalyst for change in teaching and assessing virtual laboratory skills. *Curr Pharm Teach Learn.* 2021 Dec; 13(12), P.1550-1554.
5. Monteiro O, Bhaskar A, Ng AKM, Murdoch CE, Baptista-Hon DT. Computer-based virtual laboratory simulations: LabHEART cardiac physiology practical. *Adv Physiol Educ.* 2021 Dec 1;45(4), P.856-868.
6. Coyne L, Merritt TA, Parmentier BL, Sharpton RA, Takemoto JK. The Past, Present, and Future of Virtual Reality in Pharmacy Education. *Am J Pharm Educ.* 2019 Apr; 83(3):7456.



7. Zhang X, Al-Mekhled D, Choate J. Are virtual physiology laboratories effective for student learning? A systematic review. *Adv Physiol Educ.* 2021 Sep 1;45(3):467-480.
8. Alvarez KS. Using Virtual Simulations in Online Laboratory Instruction and Active Learning Exercises as a Response to Instructional Challenges during COVID-19. *J Microbiol Biol Educ.* 2021 Mar 31; 22(1), P.22.
9. Karara AH, Nan A, Goldberg B, Shukla R. Use of Science Lab Simulation During a Two-Week Virtual Biomedical Research Training Summer Camp for Underserved Minority Youth: A COVID-19 Adjustment. *J STEM Outreach.* 2021 Jul;4(2), P.10.

УДК 378.6:61.01/09-048.78

Саєнко М.С.

ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНИХ ОСВІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МЕДИЧНИХ ФАХІВЦІВ

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава

saenkomarina89@ukr.net

Анотація. У статті розглядаються сутність понять «освітні технології» та «сучасні технології», обґрунтовано доцільність їх застосування в галузі освіти. Запропоноване власне розуміння сутності поняття «новітні освітні технології». Визначено, що у зв'язку зі зміною вимог і викликів сучасної медицини актуальним питанням є використання новітніх освітніх технологій у процесі підготовки медичних фахівців. Основна увага зосереджена на можливостях їх використання у процесі організації навчального процесу зі здобувачами освіти медичних закладів освіти. Визначені переваги та можливості використання новітніх освітніх технологій у процесі підготовки спеціалістів галузі медицини та охорони здоров'я.

Ключові слова: новітні освітні технології, працівники медичної сфери, віртуальні симулятори, тренажери, телемедицина, комп'ютерне моделювання.

Постановка проблеми. Сучасне суспільство існує у постіндустріальну епоху, для якої характерним є стрімке поширення інформаційних технологій та їх вплив на всі аспекти життя. Освіта не є винятком, адже у цій галузі новітні освітні технології відіграють важливу роль. На сьогоднішній день перед здобувачами освіти відкриваються нові можливості, про які раніше можна було лише мріяти. Якщо говорити про медичну освіту, то новітні технології, які використовуються у ній, відіграють важливу роль, адже вони дозволяють покращити підготовку фахівців цієї галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наукових доробках вітчизняних науковців активно розглядається питання щодо можливостей використання новітніх освітніх технологій у процесі підготовки здобувачів вищої освіти. Зокрема, М. Артюшина та

О. Саркісова досліджували проблему використання сучасних освітніх технологій у вищій школі [1], С. Шевчук розглядала сучасні освітні технології у професійній підготовці кваліфікованих робітників [8], авторський колектив у складі Н. Лобач, М. Саєнко та Л. Ісичко зосереджували свою увагу на провадженні інноваційних педагогічних технологій у вищій освіті з метою забезпечення якісного дистанційного навчання в умовах воєнного стану [4]. Питання щодо застосування сучасних освітніх технологій у процесі підготовки працівників медичної сфери було предметом дослідження М. Остафійчук, В. Батіг, А. Бамбуляк, Л. Лопушняк, які розглядали можливості застосування педагогічних технологій при підготовці майбутніх стоматологів [5]. Про необхідність ознайомлення студентів медичних вузів з можливостями використання інформаційно-комунікаційних технологій у майбутній професійній діяльності в процесі вивчення медичної інформатики йдеться у науковому доробку М. Саєнко та Г. Мороховець [6]. Р. Сухоносів, А. Терещенко, Л. Лопушняк, В. Гончаренко, М. Гаркуша висвітлювали питання щодо застосування методу симуляційного навчання та кейс технологій при професійній підготовці майбутніх лікарів [7]. Не зважаючи на існування робіт вказаної тематики, на сьогоднішній день в теорії та практиці підготовки майбутніх медичних працівників існує проблема відсутності більш менш єдиного та чіткого тлумачення поняття «сучасні освітні технології» та можливостей їх застосування.

Формулювання цілей статті. Метою даного дослідження є формулювання поняття «новітні освітні технології», а також обґрунтування можливостей їх застосування у процесі підготовки здобувачів вищої освіти у медичній галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасному світі освітні технології відіграють значну роль в освітній галузі. У дослідженні, проведеному М. Артюшиною, дається таке тлумачення: «освітня технологія – це певна системна організація процесу освітньої діяльності, навчання чи викладання, спрямована на досягання відповідних освітніх (навчальних, управлінських чи виховних) цілей, яка включає використання певних інструментів, технік, прийомів, засобів, ґрунтується на сучасних науково-технічних досягненнях та забезпечує кращу результативність, ефективність навчально-виховного процесу» [1].

Надзвичайно популярним в наш час є термін «сучасні освітні технології». Н. Грицай вважає, що термін «сучасні технології» означає найефективніші й швидкі способи досягнення результатів на певному рівні розвитку суспільства. Сучасні освітні технології відрізняються зміною характеру діяльності учасників навчального процесу та зміною пріоритетів від передачі знань до створення умов для більш повного розкриття особистісного потенціалу здобувачів освіти [2].

Отже, зважаючи на існуючі підходи щодо тлумачення досліджуваного поняття, ми можемо сформулювати власне визначення. Сучасні освітні технології – це технології освітньої діяльності, що відповідають сучасному контексту, є раціональними й цілеспрямованими у сучасних умовах. Вони широко використовуються в освіті й спрямовані на досягнення інтенсивності та ефективності навчання в сучасному світі.

Оскільки новітні технології швидко розвиваються, їх вплив на освіту є неоціненним. Перш за все, завдяки існуванню сучасних освітніх технологій здобувачі освіти мають можливість використовувати електронні підручники. Якщо раніше в них був доступ лише до традиційних паперових підручників, то зараз електронні підручники можна опрацьовувати, використовуючи для цього комп'ютери, планшети або смартфони. По-друге, здобувачі освіти мають можливість навчатися онлайн – онлайн-курси та вебінари дозволяють людям отримувати освіту у будь-якому місці та в зручний для них час. По-третє, існування масових відкритих онлайн-курсів дозволяє тисячам студентів одночасно брати участь у навчанні за допомогою онлайн-платформ. Це надає можливість отримати якісну освіту від провідних університетів та експертів у різних галузях. Крім цього, завдяки технологіям співпраці та віртуальному навчанню студенти можуть працювати разом над проектами, навіть якщо вони фізично знаходяться в різних місцях. Вони можуть обмінюватися ідеями, співпрацювати над завданнями та навіть проводити віртуальні зустрічі. Також існує можливість персоналізованого навчання. Завдяки технологіям індивідуалізації та адаптації навчання, студенти можуть отримувати освіту, пристосовану до їх потреб і можливостей. Алгоритми аналізують дані про кожного студента та рекомендують індивідуальні матеріали та завдання, які відповідають їхньому рівню знань і інтересам. Це дозволяє кожному студенту розвиватися у власному темпі і зосереджуватися на тих аспектах, які є для нього найбільш важливими. Як відомо, за сучасних умов штучний інтелект проникає все більше у наше життя. Важливим є те, що його також можна застосовувати в освіті для аналізу даних та створення персоналізованих програм навчання. Штучний інтелект також може бути використаний у системах оцінювання та зворотного зв'язку, так як він сприяє більш об'єктивному та ефективному процесу оцінювання. Більше того, новітні освітні технології дають можливість використовувати віртуальні лабораторії та симулятори, що дозволяє студентам отримувати практичний досвід у безпечному та контрольованому середовищі. Вони можуть проводити експерименти, виконувати вправи та навіть розв'язувати складні задачі, що наближає їх до реального професійного досвіду.

Таким чином, у результаті використання новітніх освітніх технологій навчання стає більш доступним, цікавим та ефективним. Не виключенням є і процес підготовки

працівників медичної сфери. Актуальність новітніх освітніх технологій у процесі підготовки медичних фахівців визначається, перш за все, зміною вимог і викликів сучасної медицини. Загальновідомо, що сфера охорони здоров'я постійно розвивається, стають все більш доступними нові технології, методи діагностики та лікування. Саме тому медичним фахівцям необхідно бути орієнтованими на інновації та оволодівати новими знаннями і навичками, щоб відповідати сучасним вимогам.

У процесі професійної підготовки майбутніх медичних фахівців існує величезний досвід використання новітніх освітніх технологій. Впровадження інноваційних методів навчання сприяє ефективному засвоєнню матеріалу та розвитку необхідних навичок і вмінь у здобувачів.

Розглянемо приклади використання новітніх освітніх технологій у процесі підготовки медичних фахівців.

1. Застосування віртуальних симуляторів та тренажерів – ці технології дозволяють студентам відтворювати різні клінічні сценарії та проводити практичні вправи у віртуальному середовищі. Вони можуть навчатися взаємодії з віртуальними пацієнтами, діагностувати та лікувати їх, навчатися виконувати процедури та операції безпечно та ефективно.

2. Використання широкого спектру мобільних додатків та електронних ресурсів, які надають студентам доступ до медичної літератури, клінічних протоколів, медичних довідників та іншої корисної інформації. Це дозволяє їм швидко знаходити необхідну інформацію та оновлювати свої знання.

3. Застосування відео-лекцій та онлайн-курсів дозволяє здобувачам освіти самостійно вивчати матеріал у тому темпі та у той час, який їм найбільше підходить. Вони можуть переглядати лекції від провідних експертів, вивчати різні теми та розвивати свої професійні навички.

4. Використання телемедицини та відео конференцій дозволяє студентам отримувати дистанційні консультації від лікарів та експертів з усього світу. Вони можуть спостерігати за проведенням медичних процедур у реальному часі, отримувати поради та відповіді на свої запитання від професіоналів.

5. Технології віртуальної реальності та розширеної реальності дозволяють студентам відчувати себе у віртуальному медичному середовищі, де вони можуть навчатися проводити складні медичні процедури, взаємодіяти з віртуальними органами та системами тіла. Це дозволяє майбутнім працівникам медицини та охорони здоров'я отримати

практичний досвід та покращити свої навички безпосередньо перед застосуванням їх на реальних пацієнтах.

6. Комп'ютерне моделювання відкриває перед ними можливості працювати з комп'ютерними моделями, які дозволяють студентам відтворювати складні клінічні сценарії та вправи. Це дозволяє їм набувати практичного досвіду без ризику для пацієнтів. Вони можуть тренувати навички реагування в екстрених ситуаціях, а також проведення діагностики та лікування хвороб.

Використання новітніх освітніх технологій у процесі підготовки медичних працівників має безліч переваг [6]. Перш за все, вони дозволяють покращити якість навчання, роблять його більш ефективним та цікавим для студентів. Інтерактивність, візуалізація, використання симуляцій та тренажерів сприяють кращому засвоєнню матеріалу та розвитку практичних навичок. По-друге, сучасні технології забезпечують широкий доступ до інформації та можливість спілкування з експертами з усього світу. Це дає студентам можливість бути в курсі останніх досягнень у медицині, обмінюватись досвідом та отримувати консультації від провідних фахівців. Завдяки постійному розвитку цифрових технологій, таких як віртуальна реальність, інтерактивні програми та мобільні додатки, створюються нові можливості для навчання та вдосконалення навичок. Це дозволяє медичним фахівцям отримувати практичний досвід. Як відомо, медичні фахівці повинні володіти не лише клінічними навичками, але й ефективною комунікацією з пацієнтами та колегами. Використання новітніх освітніх технологій допомагає розвивати ці навички, викладаючи студентам реальні ситуації та можливість практикуватись в безпечній і контрольованій обстановці. Також новітні освітні технології сприяють розвитку навичок самостійного навчання у медичних фахівців. Інтерактивні онлайн-курси, відеоуроки, електронні підручники та інші цифрові ресурси надають можливість студентам вивчати матеріал у власному темпі та повторювати його скільки потрібно. Використання новітніх освітніх технологій може підвищити мотивацію та зацікавленість студентів у навчанні. Це допомагає зберегти їхню увагу, активізувати когнітивний процес і покращити загальну ефективність навчання.

Враховуючи ці фактори, варто відмітити те, що використання новітніх освітніх технологій є надзвичайно актуальним питанням у процесі підготовки медичних фахівців, допомагаючи їм отримати необхідні знання, навички та компетенції для ефективної роботи у сучасній медичній практиці. Вони сприяють формуванню конкурентноспроможних фахівців, здатних впроваджувати інновації, використовувати сучасні технології та ефективно взаємодіяти з пацієнтами.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Таким чином, новітні освітні технології в процесі підготовки медичних фахівців є невід'ємною складовою, що допомагає забезпечити якісну та сучасну підготовку медичного персоналу. Використання новітніх освітніх технологій в медичній підготовці сприяє підвищенню якості навчання, активнішому залученню студентів до навчального процесу, формуванню практичних навичок та розвитку професійних компетенцій. Ці технології допомагають медичним фахівцям бути краще підготовленими до сучасних вимог та викликів у медичній сфері. Перспективи подальших досліджень вбачаємо у більш детальному вивченні можливостей використання новітніх освітніх технологій у процесі професійної підготовки медичних фахівців.

Список використаної літератури

1. Артюшина М. В., Саркісова О. Ю. Сучасні освітні технології у теорії та практиці підготовки здобувачів вищої освіти до викладацької діяльності. *Вісник Національного авіаційного університету*. Серія: Педагогіка. Психологія. 2022. № 20.
2. Грицай Н. Б. Сучасні технології навчання у методичній підготовці майбутніх учителів біології. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка*. 2016. Вип. 30. С. 40–48.
3. Добровольська К. В. Медичні симулятори як складова інноваційної освіти. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія : Педагогіка. Соціальна робота. 2017. Вип. 1. С. 84–87.
4. Лобач Н., Саєнко М., Ісичко Л. Впровадження інноваційних педагогічних технологій у вищій освіті для забезпечення якісного дистанційного навчання в умовах воєнного стану. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2023. Вип. 61, Т. 2. С. 255–259.
5. Остафійчук М. О., Батіг В. М., Бамбуляк А. В., Лопушняк Л. Я.. Застосування педагогічних технологій при підготовці майбутніх стоматологів. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2021. Том 22, Випуск 1 (77). С. 162–167.
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. Сухонос Р.О., Терещенко А.О, Лопушняк Л.Я., Гончаренко В.А., Гаркуша М.А. Застосування методу симуляційного навчання та кейс технологій при професійній підготовці майбутніх лікарів. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. Том 23, Випуск 1 (81). С. 154–158.
8. Шевчук С.С. Сучасні освітні технології у професійній підготовці кваліфікованих робітників: навчально-методичний посібник. Біла Церква: БІНПО ДЗВО «УМО» НАПНУ, 2022. 158 с.

УДК: 378.4/6.016:611/612]37.091.31:004.67

Слипанюк О.В.¹, Микитюк О.П.², Микитюк О.Ю.²

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

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

² Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

olga.slipanyuk@pnu.edu.ua , oksanamp@gmail.com , mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua

Сьогодні, коли Україна переходить на вищий рівень цифрової трансформації, перед освітою постає завдання впровадження у навчальний процес нових методів та засобів навчання, які б мотивували студентів і формували у них як спеціальні, так і загальні компетентності. Також, важливим завданням освіти сьогодні є і сприяння ефективному отриманню необхідних програмних результатів навчання та практичних навичок майбутніх випускників закладів вищої освіти.

Над засобами навчання сторіччями працювали видатні педагоги світу. Вони заклали методичну базу сучасної педагогіки навчання і виховання молодих поколінь. Практика показує незмінність основних дидактичних установ класичної педагогіки. Технічні засоби навчання дозволили доповнити та урізноманітнити види аудиторної та позааудиторної діяльності [4].

Кожен студент сьогодні має, використовує і готовий використовувати мобільний телефон у навчанні, навіть якщо викладач досі не налаштувався на нові технічні засоби навчання. Елементарний доступ до Інтернету за допомогою мобільного телефону вже дає можливість змінити організацію освітнього процесу.

Смартфони і планшети – це ті самі персональні комп'ютери, які мають сенсорний екран, функції підключення до Wi-Fi і високошвидкісний доступ до Інтернету, фотокамеру, мікрофон, операційну систему з можливістю встановлювати різні додатки, підтримку змінних носіїв інформації. Не важко помітити, що цих можливостей цілком достатньо для повноцінної мобільної роботи в навчальному процесі.

Використання мобільних пристроїв та програм у навчанні дає можливість студентам отримувати контрольований доступ до навчальних матеріалів, а викладачам – керувати процесом навчання й відслідковувати його ефективність.[1]. Мобільні пристрої роблять цікавішим навчальний процес і забезпечують доступ до потрібної інформації у будь-який час [5].

Застосовувати мобільні пристрої під час вивчення медико-біологічних дисциплін в університетах можна на різних етапах лекційних, практичних та лабораторних занять. Зокрема, при проведенні лекційного заняття, ефективним методом оцінки знань з поточної теми є експрес-опитування за допомогою онлайн тестів; на етапі закріплення, на основі того ж онлайн -тестування, ми визначаємо засвоєння поданого матеріалу; одночасно цей прийом навчання допомагає студенту узагальнити отримані знання, закріпити поняття та визначити прогалини у засвоєнні окремих термінів.

Використання мобільних пристроїв студентами на лабораторному чи практичному занятті робить його ефективнішим, оскільки спонукає студентів брати активну участь у навчанні, взаємодіяти між собою та викладачем, через виконання різних завдань, що сприяє зацікавленості навчальним матеріалом, формуванням практичних навичок та інформаційної компетентності.

Також, неабияке значення мають мобільні пристрої при виконанні студентами самостійної роботи, підготовці до поточного контролю та підсумкового контролю знань.

У наш час розроблено і запропоновано достатня кількість мобільних додатків, платформ та ресурсів. У своєму дослідженні ми проаналізуємо ті, які допоможуть візуалізувати навчальний матеріал, закріпити отримані під час заняття поняття, сформувати практичні навички, швидко оцінити рівень знань студентів та засвоєння навчального матеріалу. Залежно від дидактичної мети заняття, у навчальному процесі, використовують наступні платформи і мобільні додатки:

- Google Forms, Anatomy Quiz, Physiology Quiz, Kahoot, Plickers, Quick quadratics – ці додатки дозволяють за короткий час провести опитування та визначити рівень знань студентів;
- Prezi, Pow Toon, Power Point – дозволяють візуалізувати навчальний матеріал, підготувати та переглядати презентації до занять;
- Complete Anatomy - дозволяє досліджувати людський організм з високою деталізацією і бачити його різні системи та органи у 3D. Також додаток включає в себе різні інтерактивні функції які дають можливість побачити різні процеси та рухи в організмі;
- Medscape - дозволяє взаємодіяти з понад 129 медичними спеціальностями, загальною медициною та стоматологією, а також містить більше 4 мільйонів наукових статей та додаткову інформацію для медиків;
- Visual Anatomy - цей додаток має багато матеріалів про людський організм, включаючи анатомію органів систем м'язів та кісток. Він також надає можливість

досліджувати різні покрокові процедури та операції;

- BioDigital Human - дозволяє вивчати будову та функцію людського тіла, використовуючи 3D-моделі;
- Visible Body, Anatomy 3D Atlas - це додатки для вивчення анатомії, які містять інтерактивні 3D-моделі людського тіла;
- BioVloх - це додаток який дозволяє створювати та досліджувати макромолекули, зокрема білки, за допомогою 3D-моделювання. Він допомагає зрозуміти, як білки взаємодіють та виконують різні функції у клітинах;
- Anki - це додаток-картки який допомагає запам'ятовувати теорію та основні концепції біології та біофізики. Він дозволяє створювати власні картки з питаннями та відповідями або завантажувати існуючі колоди з публічних баз даних;
- Biochemistry Basics – додаток, який надає основні знання про біохімію такі, як структура білків, метаболізм та генетика;
- Human Anatomy Atlas - дозволяє досліджувати різні аспекти анатомії включаючи органи кістки та м'язи;
- Medical Terminology: Search & Vocabulary - допомагає засвоїти медичну термінологію;
- Biology Dictionary - містить тисячі термінів, які використовуються в біології та біохімії;
- Khan Academy - додаток для вивчення біології фізіології, біохімії та біофізики на базі відео.

Отже, за рахунок виконання вказаними вище мобільними платформами і додатками трудомістких логічних операцій, викладач більше часу приділятиме безпосередній роботі зі студентами (обговорення теми, пояснення, дискусії). Тоді важливим аспектом буде ефективне, раціональне використання навчального часу під час заняття.

Дослідження ЮНЕСКО показали, що використання мобільних технологій дозволяє більш продуктивно впроваджувати діяльнісний підхід до навчання [1].

Пудова С.С. у своїй публікації, присвяченій застосуванню мобільних телефонів у навчальному процесі, перелічує датчики, які наявні в цих пристроях, та особливості їх використання при формуванні знань здобувачів освіти. Зокрема, згадує про датчик прискорення (accelerometer), гіроскоп (gyroscope), магнітний датчик (magnetometer), мікрофон, датчик інтенсивності світла (density of light sensor) або датчик освітленості (lightsensor), барометр (barometer) тощо. Авторка перелічує приклади фізичних експериментів з детальним поясненням методики їх проведення, серед яких є ті, які пов'язані з методами визначення, відтворення та аналізом акустичного удару, демонстрацією явищ

дифракції й інтерференції світла та визначенням довжини хвилі інфрачервоного випромінювання, визначенням значень магнітних полів, які утворюються різними об'єктами та електромагнітними емісійними пристроями (перемикачі, дисплеї, мобільні телефони, лінії високої напруги тощо) [2].

Приклади використання датчиків мобільних телефонів при вивченні біологічних дисциплін наводить і Скрипка Г. В., зокрема, пропонує використовувати акселерометр для дослідження фаз сну, а датчик освітленості – при вивченні світлових явищ [3].

Аналізуючи дослідження використання мобільних пристроїв у навчальному процесі, слід відзначити позитивні ефекти, такі як підвищення мотивації студентів, сприяння інтерактивності, співпраці та залученню їх до різних видів роботи, індивідуалізації навчання, формуванню колективної співпраці та розвитку комунікації. Та все ж є і застереження, перш за все, необхідно розробити методичні рекомендації для студентів щодо ефективного використання мобільних пристроїв з навчальною метою, у яких мають бути наведені конкретні приклади використання мобільних пристроїв на заняттях, визначені цілі та завдання навчання з використанням власних мобільних пристроїв, чітко прописано загальні результати та критерії навчання з мобільними пристроями [4], а також прописані особливості поєднання з платформами D-learn та Moodle, які використовуються в університетах.

Отже, мобільні пристрої є ефективним засобом навчання для студентів при вивченні медико-біологічних дисциплін в закладах вищої освіти, що дає: доступ до інформації 24/7, доступ до навчально-методичних матеріалів, візуалізацію навчального матеріалу, інтерактивність під час засвоєння та закріплення знань і практичних навичок, записів лекцій та комунікації. Зокрема, застосування мобільних пристроїв у навчальному процесі робить вивчення медико-біологічних дисциплін більш доступним та ефективним.

Список використаної літератури.

1. Бабич А. З. Використання технології BYOD у процесі навчання в основній школі. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*. 2017. № 2. С. 1–4.
2. Пудова С.С. Використання мобільного телефону в навчальному процесі. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 2(16). С. 97-101.
3. Скрипка Г. В. Використання мобільних додатків для проведення навчальних досліджень під час вивчення предметів природничо-математичного циклу. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2015. № 3. С. 28-31.
4. Ткаченко Н. Д. Використання мобільних телефонів у процесі навчання іноземним мовам у ВНЗ. *Наукові праці НУХТ*. 2012. № 47. С. 129-134.
5. BLAZHKO L. USE OF MOBILE APPLICATIONS IN THE LEARNING PROCESS / L. BLAZHKO, I. RASSOKHA, S. RENDIUK. // *Витоки педагогічної майстерності*. – 2020. – №26. – С. 17–21.

УДК 539.12.04; 621.373.8

Чалий О.В., Марголич І.Ф., Шепетько В.А.

РОЛЬ МЕТОДІВ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ

НМУ імені О.О.Богомольця, м. Київ

avchalyi7@gmail.com , iryna.margolych@gmail.com , nika.shepetko@gmail.com

Анотація. У статті проаналізовано та узагальнено роль сучасних методів квантової механіки у підготовці майбутніх лікарів. Розглянуто використання таких методів квантової фізики як магнітно-резонансна томографія, лазери та квантові сенсори у медицині. Описано історію використання цих методів для діагностики та терапії захворювань. Особливу роль приділено новому методу – квантовим сенсорам. Показано важливість використання цих методів для професійної підготовки студентів-медиків.

Ключові слова: магнітно-резонансна томографія, лазер, квантовий сенсор.

Сучасні дослідження квантової механіки, як частини фізики про мікросвіт, знайшли своє широке і надзвичайно інформативне впровадження та застосування в сучасній медицині. Впродовж останніх десятиліть цей процес зазнає прискорення внаслідок вивчення і поглиблення розуміння природних явищ та нових технологій у вивченні фізики живого, удосконалюючи, а часом, знаходячи нові застосування основних принципів квантової механіки.

Розвиток нових методів медицини на базі досягнень квантової фізики відображається в багатьох наукових дослідженнях, публікаціях та підручниках, зокрема, [1, 2, 6, 7, 10, 15], в яких описується їх використання в діагностичних і терапевтичних цілях.

У той же час, оскільки в основі цих методів лежить саме квантова механіка, є доцільним, на нашу думку, формування спільного підходу до загального розгляду цих методів при формуванні професійних компетентностей майбутніх фахівців у галузі охорони здоров'я. Дуже важливими серед таких методів є методи магнітно-резонансної томографії (МРТ) [1-12], використання індукованого випромінювання, а саме, лазерів у медицині [13-24] та нові цікаві дослідження з використанням квантових сенсорів при діагностиці і терапії [25-30].

Метою даного дослідження є систематизація і формування єдиного підходу до вивчення квантово-механічних методів у медицині при навчанні студентів медичних закладів вищої освіти для високої фахової компетентності майбутніх лікарів.

Одним із надзвичайно інформативних методів є метод магнітно-резонансної томографії (МРТ), в основі якого лежить явище ядерного магнітного резонансу (ЯМР), відкритого Ф.Блохом і Е.Парселлом у 1946 р. [6]. У 70-х роках XIX століття група вчених під керівництвом професора фізики Ноттінгемського університету П.Менсфілда розробила метод МРТ, розвинувши математично цей метод для отримання чіткого зображення при візуалізації внутрішніх органів і тканин з використанням ЯМР. Перед цим відкриттям методу МРТ займався професор П.Лотербур [8] на початку 70-х років. За розробку методу МРТ П.Менсфілд і П.Лотербур отримали у 2003 р. Нобелівську премію з медицини.

Основою цього потужного діагностичного методу є зображення внутрішніх органів під впливом сильного магнітного поля і електромагнітних хвиль. Завдяки насиченості тканин організму воднем, атом якого має протон з магнітним моментом, при впливі додаткових полів у сильному зовнішньому магнітному полі і радіочастотних імпульсах вдається отримати після комп'ютерної обробки чітку картину внутрішніх структур і органів організму. Вагомою перевагою даного методу діагностики є менша інвазивність (у порівнянні з рентгенівською томографією) за рахунок зменшення поглиненої та еквівалентної доз зовнішнього випромінювання. У даний час МРТ широко застосовується при проведенні діагностичних досліджень у різних галузях медицини.

Метод МРТ став незамінним інструментом діагностики не тільки опорно-рухового апарату, але і серцево-судинної системи, при дослідженнях у кардіології, неврології та інших галузях медицини. Варто також зазначити, що студенти вищих медичних закладів освіти можуть ознайомитися з цим методом при вивченні магнітно-резонансної ангіографії в діагностиці захворювань кровоносних судин [3, 4] та МР-спектроскопії для виявлення біохімічних змін тканин при захворюваннях. Надзвичайно цікавим є використання МРТ у нейрохірургії та неврології [5], виявленні ознак хвороби Паркінсона на ранніх стадіях [11]. Магнітно-резонансна томографія, яка є методом практичної реалізації досягнень у клінічній медицині, стала одним з незамінних методів у сучасній кардіології [10,12]. Застосування МРТ дає змогу проводити діагностику з контрастуванням у часі і створювати відеодані. Зокрема, МРТ є одним з найбільш точних методів виявлення аневризм серця, оцінки змін структури і функцій міокарда.

Другим надзвичайно важливим у медицині застосуванням відкриттів квантової механіки є, безумовно, використання лазерів. Дослідженню і опису використання лазерів у медицині присвячена велика кількість наукових і навчальних публікацій [13-24]. Для повноти розгляду нагадаємо найважливіші аспекти цього питання, оскільки воно відіграє досить важливу роль для формування професійних знань студентів-медиків.

Власне дія індукованого випромінювання була описана А. Ейнштейном ще у 1916р. [13]. У 1940 р. радянський фізик В.О.Фабрікант запропонував використовувати для підсилення електромагнітних хвиль індуковане випромінювання [6, с.360]. Практично реалізована ідея В.О.Фабріканта була у 1954 р. радянськими фізиками Н.Г.Басовим та А.М.Прохоровим, і незалежно – американським фізиком Ч.Г.Таунсом, які створили мазер. У 1964 р. Н.Г.Басову, А.М.Прохорову та Ч.Г.Таунсу за створення мазера було присуджено Нобелівську премію з фізики [6, с.361-362]. Перший лазер був створений Т. Мейманом у 1960 р., а перші застосування у медицині датуються початком 60-х років ХХ ст. [14, 15] в дерматології, а згодом – офтальмології [21, 22].

Справжнім проривом став лазерний скальпель, який дав змогу проводити безкровні операції. У хірургії лазери застосовують для видалення пухлин, при серцево-судинних захворюваннях, у щелепно-лицьовій хірургії, дерматології та косметології [23, 24].

Це стало можливим завдяки характеристикам вимушеного випромінювання, таким як монохроматичність, когерентність та можливості неперервного або імпульсного режимів. Для певних цілей використовуються лазери з малою або великою потужностями. Дуже важливою є можливість вибіркової дії індукованого випромінювання на різні тканини організму.

Варто зазначити, що лазери застосовуються в медицині і для діагностики, лікування та профілактики деяких захворювань.

Тому розгляд та вивчення вимушеного випромінювання і лазерів є важливим у курсі «Медичної і біологічної фізики» для студентів медичних закладів вищої освіти, а також спеціальних курсів для студентів університетів.

Особливу роль у застосуванні квантової фізики в медицині на сучасному етапі відіграють квантові сенсори [25-30]. Саме ця нова технологія почала активно вивчатись в останні роки. Такі сенсори працюють на основі квантових ефектів, які дають змогу здійснювати точний аналіз певних молекулярних структур. Надчутливі квантові сенсори почали досліджувати для діагностики SARS-CoV-2 під час пандемії Covid-19.

Метод базується на використанні дефектів у невеликих кількостях алмазу завдяки чутливим до малих збурень квантовим дефектам у кристалічній ґратці алмазу. Наноалмази покривають магнітно спорідненим матеріалом, обробленим для з'єднання з певною РНК вірусу [25-27]. Цим порушується магнітний зв'язок, який можна зафіксувати детекторами. Метод є недороговартісним, дуже швидким і з невеликою похибкою. Таким чином, квантовий сенсор може бути в перспективі використаний і для діагностики інших вірусних захворювань.

Завдяки високій чутливості квантові сенсори можуть бути застосовані також для виявлення різних захворювань на ранніх стадіях, що є важливим для успішності лікування.

Дуже перспективним виглядає використання цих сенсорів при діагностиці і терапії онкологічних захворювань [29]. Тоді використовуються мікрокапсули, наповнені лікарським препаратом, які кровоносною системою доставляють речовини. Магнітні нанокapsули можуть бути виявлені квантовими сенсорами в певних тканинах організму. Так можна не тільки діагностувати, але і лікувати онкозахворювання. Це дасть змогу уникнути негативних наслідків інших методів, зокрема, хіміотерапії та опромінення. Цікавим видається і застосування сенсорів у магнітоенцефалографії. На відміну від електроенцефалографії, цей метод дозволяє отримувати магнітний сигнал ділянки мозку без змін, яких зазнає електричний сигнал при проходженні через тканини і череп [29]. Найновіші дослідження використання квантових сенсорів присвячені нанотермометрії і діагностиці хвороби Паркінсона [30]. Правда, ці розробки поки що перебувають лише на стадії вивчення.

Квантові сенсори дають змогу проводити моніторинг біологічних процесів і всередині клітини [29]. Це стало можливим завдяки мікроскопічним розмірам таких детекторів.

Надзвичайно цікаві застосування фізичних методів у медицині, зокрема, і методів квантової механіки містяться в главі «Майбутнє медицини» книги Мічіо Кайку «Фізика майбутнього» [31].

Отже, наше дослідження, яке мало на меті об'єднати і систематизувати найновіші методи використання квантової фізики в медицині, дає змогу зробити висновки про необхідність більш широкого висвітлення новітніх досліджень при формуванні фахових знань майбутніх лікарів. Було би дуже актуальним і перспективним ширше висвітлення застосувань квантової механіки в різних галузях медицини для студентів-медиків.

Перспективами подальших розвідок у даному напрямку є моніторинг нових високо перспективних методів квантової фізики в медицині з метою удосконалення висвітлення таких досліджень і розробок при вивченні медичної і біологічної фізики, а також спеціальних курсів для майбутніх медичних працівників.

Список використаних джерел

1. Злепко С. М., Коваль Л. Г., Гаврілова Н. М., Тимчик І. С. Медична апаратура спеціального призначення. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2010. 158 с.
2. Cheng Yu-Chung N., Haacke E. M., Thompson M. R., Venkatesan R. *Magnetic resonance imaging : physical principles and sequence design* (2nd edition). Hoboken, New Jersey. 2014. 978 p. ISBN 978-1-118-63395-3.
3. Позмогов А.И., Терновой С.К., Бабий Я.С. Томография грудной клетки. Киев : Здоровье, 1992. 287 с.
4. Lee Y.J., Laub G., Jung S. L., Yoo W.J. et al. Low-dose 3D time-resolved magnetic resonance angiography (MRA) of the supraaortic arteries: correlation with high spatial resolution 3D contrast-enhanced MRA. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2011. Vol. 33. P. 71-76. URL :DOI: 10.1002/jmri.22396.

5. Lang Qin, Jia-Hong Gao. New avenues for functional neuroimaging: ultra-high field MRI and OPM-MEG. *Psychoradiology*. 2021. Vol. 1, Issue 4. 2021, P. 165–171. URL : <https://doi.org/10.1093/psyrad/kkab014>.
6. Medical and Biological Physics : textbook for students of higher medical institutions / Chalyi A.V., Tsekhmister Ya.V., Agarov B.T. et al.; edited by A.V.Chalyi. – 4th ed. – Vinnytsia : Nova Knyha, 2020. – 480 pp.
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. Lauterbur P. C. Image formation by induced local interactions: examples employing nuclear magnetic resonance. *Nature*. 1973. Vol.242. P.190-191.
9. Dewey M., Teige F., Schnapauff D., Laule M. et al. Noninvasive detection of coronary artery stenoses with multislice computed tomography or magnetic resonance imaging. *Annales of Internal Medicine*. 2006. Vol. 145. P. 407-415. URL :<https://doi.org/10.7326/0003-4819-145-6-200609190-00004>.
10. Федьків С. В. Магнітно-резонансна томографія в кардіології: інформаційно-методичний посібник / С. В. Федьків ; під ред. : В. М. Коваленка, В. М. Корнацького. Київ, 2013. 60 с.
11. Droni E., Berman S., Mezer A. A. Mapping microstructural gradients of the human striatum in normal aging and Parkinson's disease. *Science Advances*. 2022. Vol. 8, No 28. URL : <https://doi.org/10.1126/sciadv.abm1971>.
12. Федьків С.В. Магнітно-резонансна томографія як сучасний метод візуалізації в кардіології. *Кардіологія. Аспекти діагностики*. http://health-ua.com/pics/pdf/ZU_2014_Cardio_1/74-76.ZU_cardio-1_2014.qxd 21.02.2014
13. Український Радянський Енциклопедичний Словник: В 3-х т. / редкол.: А. В. Кудрицький (відп. ред.) та ін. 2-ге вид. Київ : Голов. ред. УРЕ, 1986 . Т. 1. С. 286.
14. История лазера . 2015. URL : <http://scsiexplorer.com.ua/index.php/istoria-otkritiy/1869-istorija-lazera.html>. (дата доступу: 19.8.2015).
15. William T. S. Laser Fundamentals. Cambridge University Press: Science, 2004. 642 p.
16. Orazio Svelto. Principles of Lasers. Springer, fifth edition. New York, USA . 2010. P. 4-14. ISBN 978-1-4419-1301-2.
17. Safety of the use of laser devices. URL :www.rpphotonics.com. RP Photonics Encyclopedia. 2019.
18. Манічева Н., Генова К. Дослідження використання лазерів у медицині. *Сучасні технології біомедичної інженерії* : матеріали міжнародної науково-технічної конференції, м.Одеса, 25-27 травня 2022 р. Одеса, 2022. С.129-131.
19. Northwest Pa. An introduction to laser technology and it applications. Collegiate Academy 2018-2019 Science Resource Guide, USA. 95 p.
20. Nishi Shahnaj Haider, Sibin Thomas. Medical Applications of Laser Instruments. *Journal of Engineering Research and Applications*. 2014. Vol. 4, No. 6. P.154-160.
21. Лазер в офтальмології . URL : <https://optimalclinic.com/uk/novini-ta-statti/lazeri-v-oftalmologii>. (дата доступу: 18.11.2020).
22. Применение лазеров в офтальмологии учебное пособие для врачей-интернов специальности «Офтальмология» / Н. Г. Завгородня, М. Б. Безуглый, Б. С. Безуглый, Л. Э. Саржевская. Запорожье : ЗГМУ, 2015. 79 с.
23. Застосування лазера у хірургії. URL : <https://medcity.ua/ua/patient/section/primenenie-lazera-v-khirurgii/> (дата доступу: 16.08.2021).
24. Лазерная хірургія. URL : <https://centr-hirurgiispb.ru/articles/lazernaya-hirurgiya>. (дата доступу: 25.006.2021).
25. Li C., Soleyman R., Kohandel M. Et al. SARS-CoV-2 quantum sensor based on nitrogen-vacancy centers in diamond. *Nano Letters*. 2022. 22,1. P.43-49.
26. Li C., Soleyman R., Kohandel M. Et al. SARS-CoV-2 quantum sensor based on nitrogen-vacancy centers in diamond. URL : <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.1c02868>.
27. Wang G., Li C., Cappellaro P. Observation of Symmetry-Protected Selection Rules in Periodically Driven Quantum Systems. *Phys. Rev. Lett.* 127, 140604. Published 29 September 2021. URL: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.140604>.
28. Савельєва-Кулик Н.О. Квантовий сенсор в діагностиці SARS-CoV-2. Редакція журналу «Український медичний часопис».29.12.2021. URL :<https://www.umj.com.ua/article/223958/kvantovij-sensor-v-diagnostitsi-sars-cov-2>.
29. Острась М. Чувствительный квант: как квантовые сенсоры применяют в медицине. 2023/ URL :<https://high-tech.fm/2023/03/10quantum-sensor/>.
30. Liu G.-Q., Liu R.-B., Li G. Nanothermometry with Enhanced Sensitivity and Enlarged Working Range Using Diamond Sensors. *Accounts of Chemical Research*. 2023, 56 (2). P. 95-105. URL :<https://doi.org/10.1021/acs.accounts.2c00576>.
31. Мічіо Кайку. Фізика майбутнього / Наукові редактори: Іван Вакарчук, Віктор Федоренко. Переклала з англ. Анжела Кам'янець. - Львів: Літопис, 2013.- 432 с.

УДК: 377.091.33.016:5

Шинкура Л.М., Шинкура В.М.

ДЕЯКІ ОСВІТНІ ТРЕНДИ ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДІ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

Фаховий коледж БДМУ, м. Чернівці

shinkura.l.m@bsmu.edu.ua , shinkura.v@bsmu.edu.ua

Анотація: У статті розглянуто інтерактивні технології навчання природничих дисциплін в закладах фахової передвищої освіти як цілісну систему, що об'єднує інтерактивні методи та основні прийоми, засоби і форми навчання природничих дисциплін в сучасних умовах з метою досягнення найкращого навчального результату. В статті продемонстровано можливості застосування онлайн-інструментів інтерактивного навчання. Здійснено огляд інтерактивних онлайн-інструментів та підготовлено приклади їх застосування під час викладання природничих дисциплін, зокрема математики в закладах фахової передвищої освіти.

Ключові слова: онлайн-інструменти, інтерактивне навчання, Google Jamboard, Quizizz

Сучасне покоління можна зацікавити до навчання активною співпрацею з викладачем із застосуванням онлайн-інструментів, що дають можливість реалізувати свій творчий потенціал, легко комунікувати між собою. У легкій, ненав'язливій формі можна перевіряти рівень засвоєння даних студентами. Педагог у своїй діяльності має знати як використати ці нові технології для найпростішого викладання матеріалу, для якісної перевірки засвоєних знань студентами.

Питанням використання інформаційно-комунікаційних технологій займались багато вітчизняних та закордонних вчених у галузі педагогіки. Але питання навчання студентів фахових передвищих закладів освіти із застосуванням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій розглянуто не повністю, що і зумовлює актуальність його подальшої розробки та дослідження. Більш того, можна говорити про відсутність загальної стратегії інтеграції програмних комплексів в галузі освіти України. Цей недолік можна було спостерігати, наприклад з початком пандемії, коли всі заклади терміново перейшли на дистанційну форму навчання.

Головною метою цієї статті є дослідження деяких інтерактивних онлайн-сервісів та інструментів, завдяки яким відбувається покращення мотивації до навчання через зацікавленість студентів самим процесом навчання природничих дисциплін.

Одним із таких інструментів є Google Jamboard - інтерактивна віртуальна дошка, яка дозволяє педагогу демонструвати матеріал для засвоєння онлайн під час занять в режимі відеоконференції Google Meet. Крім представлення ключових моментів – в математиці це – базові формули, основні математичні правила перетворення виразів, можна за допомогою інструменту Google Jamboard одночасно взаємодіяти з усією групою студентів, підключаючи і тих студентів, які наприклад не володіють математичною мовою і не можуть правильно вимовляти математичні терміни або співвідношення. Особливістю цього інструменту є те, що доступ до Jamboard є як з персонального комп'ютера, так і з смартфона, а сучасна молодь дуже легко засвоює різні мобільні інструменти.

Наприклад, при викладанні теми: «Геометричні тіла. Об'єми та площі поверхонь геометричних тіл. Конус» таку схему (Рис.1), що демонструє базові моменти що стосуються побудови конуса та розрахунку площі та об'єму можна розмістити на дошці і саме цікаве, можна створити подібні схеми для опитування, коли до кожного малюнка студенти мають покласти у відповідність інший фрагмент або підпис, або формулу (Рис.2). Така педагогічна методика - метод рефлексії по створенню логічних пар, він дозволяє закріпити отримані знання.

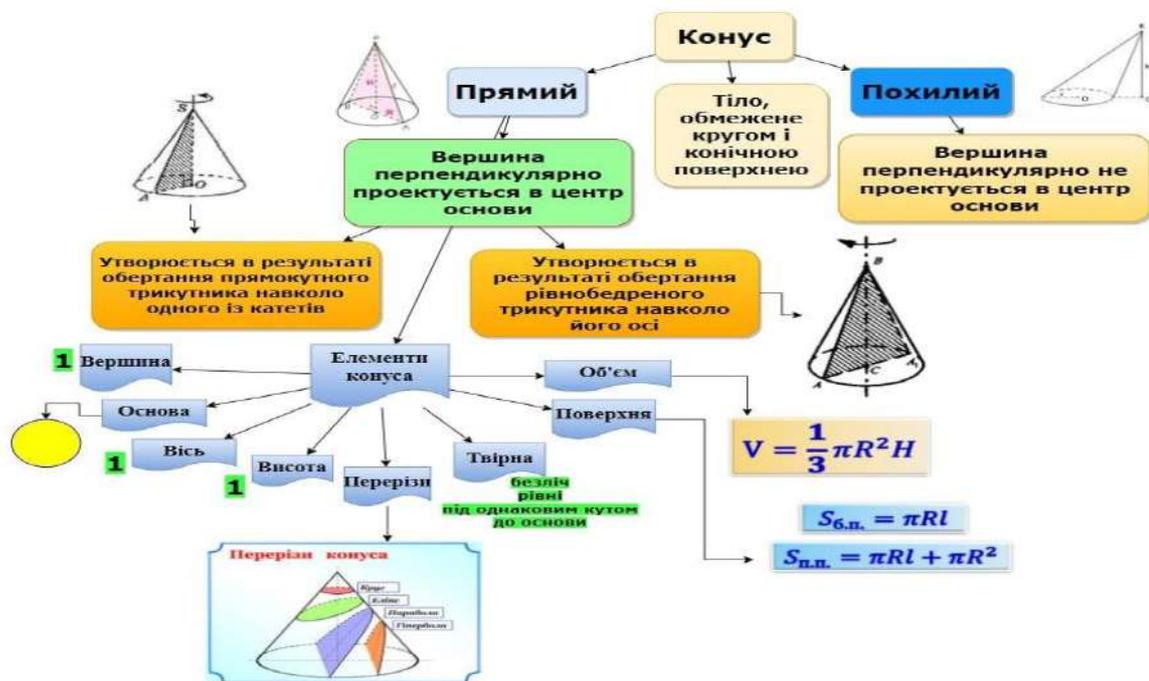


Рис.1

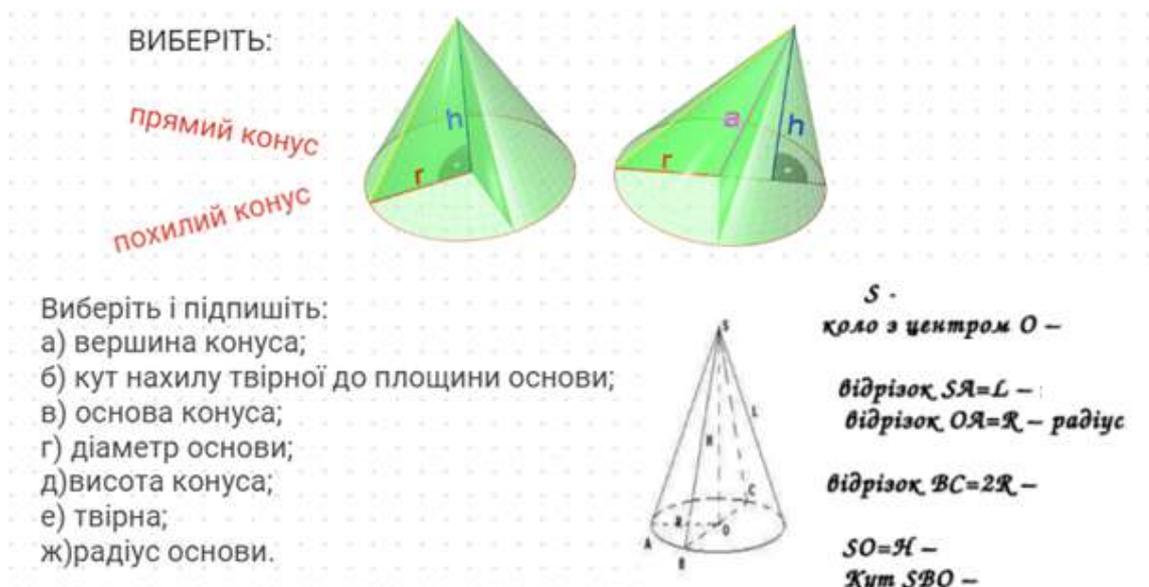


Рис.2

За допомогою Google Jamboard використовуючі такі готові шаблони, можна провести ефективно індивідуальне чи групове опитування, вказавши кожному номеру слайду, наприклад за номером по порядку у журналі. Таким чином відбувається практичне закріплення набутих теоретичних знань.

Quizizz – цікавий сервіс для створення вікторин та флеш-карток. Він є простим у використанні, безкоштовним, для використання не обов'язково мати акаунт і деє реєструватись, щоб пройти вікторину. Можна користуватись як на занятті, так і вдома, з комп'ютера або з мобільного телефону. Для викладача є можливість скористатись певними шаблонами, створеними іншими і за допомогою простого і зручного конструктора створити вікторини з питаннями, де може бути від 1 до 4 правильних варіантів відповіді. Можна грати групою або окремо, вибираючи собі аватарки і завдяки таблиці рейтингів перевіряти результати вікторини. Звичайно є певні обмеження по типу запитань, наприклад вони можуть містити прості формули, в яких є піднесення максимум до 3 степеня. Такий собі математичний або фізичний диктант на заняттях використовується для перевірки і закріплення набутих знань (Рис.3). Для того щоб запросити учнів до вікторини, можна скористатись ще одним сервісом - Google Classroom, можна надіслати запрошення по електронній пошті, надавши код до вікторини кожному.

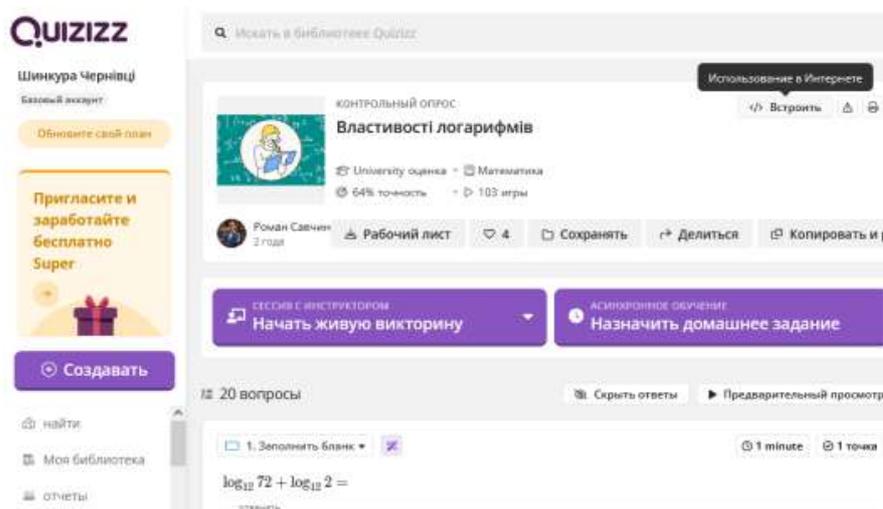


Рис.3

За допомогою цього інструменту легко можна:

- проводити опитування за допомогою комп'ютера або мобільного телефону;
- задавати домашні завдання;
- зробити рейтингову таблицю результатів;
- зробити зворотній зв'язок із студентами.

Таким чином, розглянувши лише два інструменти інтерактивного навчання, можна зробити висновки, що бажання викладача зробити щось цікаве для студентів, зовсім трохи витраченого часу, трохи креативності, і з'являється цікавий продукт, який стане допомогою викладачу у викладанні нового матеріалу з математики, фізики і інших природничих дисциплін, а саме головне, продукт, що зацікавить студентів, зможе підвищити мотивацію до вивчення різних природничих дисциплін. Подальші дослідження в цьому напрямку є актуальними і необхідними як для викладача, так і для студентів, тому що з стрімким розвитком інтерактивних технологій, збільшується кількість можливостей зацікавити студентів у навчанні, і самому викладачу, навчитись чомусь новому, ідучи у ногу із сучасністю.

Список використаної літератури:

1. Бурлачка М. Освітні тренди викладання історії України в умовах воєнного стану. *Фахова передвища освіта*. 2022. № 4. С. 42-45. URL: <https://onedrive.live.com/view.aspx?resid=AA7825D87155CC49!706&authkey=!AKfVR-o4giflvZY>
2. Власова І. О. Блог вчителя математики. Сервіс Quizizz для створення вікторин та шлеш-карток. URL: <http://viakiev.blogspot.com/2017/11/quizizz.html>

Bogutska N.K.

SIMULATION TEACHING METHODS IN MEDICAL EDUCATION FOR FOSTERING THE CORE COMPETENCE OF CLINICAL REASONING

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

nbohutska@bsmu.edu.ua

Clinical reasoning (CR) is a clinical core competence for medical students to acquire. CR is a complex set of abilities that healthcare professionals must learn and rehearse steadily along their carriers. Failure to practice this skill adequately may cause serious or fatal diagnostic or managing errors in patient care. Clinical decisions are based on the understanding of medical facts and knowledge of the patients. CR is the experiential and formal knowledge learned through years of practice and study. The transition of medical knowledge into good patient-centered decisions is a key goal of CR and is the hallmark of a clinician ready to practice. Students and young doctors are taught how to recognize specific clusters of signs and symptoms (syndromes) and are forming their own algorithms of diagnostic process. The experienced clinicians know when adherence to such algorithms is proper and when exceptions, based on the patient's situation or preferences, can lead to divergence from these algorithms. Most of CR, however, lies outside of simple algorithms and requires judgment. There is the difference between experts and younger doctors in their CR approach to problems. Students tend to rely on abstract principles and slower gradual understanding in contrast with experts, who rely on past experience and integral understanding. Experts are therefore better able to see the bigger picture of a patient's problem and assess the importance of the combined interaction between many signs and symptoms rather than focusing too narrowly on specific individual items [2].

In the experienced specialists CR is close to “pattern recognition” approach, majority of conditions have very characteristic presentations and, with experience, it is relatively straightforward to diagnose the next case drawing on previous cases seen. Pattern recognition is therefore much more commonly used by experienced or expert diagnosticians compared with novices. This is a gap between the expert-novice knowledge and clinical experience. Therefore, much of daily practice will consist of seeing new cases that strongly resemble previous encounters and comparing new cases to old. The same approach is proposed in our CR curriculum using case-based learning: regular steady progress based on repeated training with use of virtual patients. Unfortunately in the majority of higher medical institutions in Ukraine current medical curriculum lacks a structured standardized method of teaching, learning and assessing CR. That’s why

inventing and implementing a modern CR curriculum could help not only to reduce future diagnostic errors and costs for patients, but also to change didactic approach for the use of modern techniques in medical education [3]. In collaboration with German medical universities since 2022 BSMU starts to be an active participant of adapting and implementing existing CR modules in current curriculum using case-based learning with virtual patients on CASUS platform. In order to foster CR skills training, this e-platform is connected with a CR tool, which is based on a concept mapping approach. During their case-based learning experience, students are asked to document relevant findings, formulate differential diagnoses, select necessary tests and examinations, and make decisions concerning treatment options in a structured and thorough manner. Besides using virtual patients in order to foster CR skills learning, in BSMU a novel case-based, peer-taught and physician-supervised collaborative learning format of Clinical Case Discussions [1] was implemented from 2022-2023.

Thus, in collaboration with German universities the new didactic approaches, e-virtual cases as modern simulation teaching methods and CR training modules are adapted and to be implemented in the curriculum in order to foster CR training skills and fill the existing gap. A train-the-trainer course for educators on how to teach CR is currently developing for some small groups for pilot implementing in the higher medical institutions in Ukraine. In future by spreading received experience we are planning to conceptualize, develop, evaluate and disseminate a CR curriculum in healthcare education for students in Ukraine.

References

1. Koenemann N, Lenzer B, Zottmann JM, Fischer MR, Weidenbusch M. Clinical Case Discussions - a novel, supervised peer-teaching format to promote clinical reasoning in medical students. *GMS J Med Educ.* 2020 Sep 15;37(5):Doc48. doi: 10.3205/zma001341. PMID: 32984507; PMCID: PMC7499459.
2. Linn A, Khaw C, Kildea H, Tonkin A. Clinical reasoning - a guide to improving teaching and practice. *Aust Fam Physician.* 2012 Jan-Feb;41(1-2):18-20. PMID: 22276278.
3. Sudacka M, Adler M, Durning SJ, Edelbring S, Frankowska A, Hartmann D, et al. Why is it so difficult to implement a longitudinal clinical reasoning curriculum? A multicenter interview study on the barriers perceived by European health professions educators. *BMC Med Educ.* 2021;21(1):575.

Dudko O.G.

THEORETICAL AND PRACTICAL SKILLS CONTROL IN DISTANT LEARNING OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPAEDICS

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

dudko.oleksii@gmail.com

Learning of theoretical and practical skills of ‘Traumatology and orthopaedics’ on-line should be followed with the proper knowledge control. It is important when it is performed during all steps of medical education, and particularly for clinical disciplines, such as “Traumatology and orthopaedics”.

So we tried to analyse the educational process that is provided for foreign students in hybrid mode (on-line and off-line) during the war period. The choice of best knowledge control measures during everyday classes was made to improve the quality of education at ‘Traumatology and orthopaedics’ course for 5th year students.

For the theoretical skills control needs to develop a new approach for preparing educational materials for practical classes and lectures, controlling the knowledge lever of students more effectively. For many years the important part of education process was electronic resources based on Bukovinian State Medical University ‘Moodle’ website. Now it was updates and adapted for on-line and hybrid education. The students log in the “Moodle” website with their unique ID that makes it possible to check the results of the test and their activities during the educational year. This allows us to save time for clinical case discussions and practical skills on assessment X-rays, differential diagnostics and choosing treatment plan. To improve our educational process PowerPoint and multimedia presentations of clinical cases, videos, charts and X-rays that can be shown via Hangouts Meet during practical class were developed. After presenting the X-ray with a bone fracture it is widely discussed in terms of diagnostics and treatment.

The link for online test developed in the “Moodle” website is given for students. The tests are made in such ways, that they allow us to control different aspects of students’ education from single pathology only to the whole topic.

Theoretical knowledge control is used also during the lectures. As lectures are given on-line for hybrid form of education, so tests are given at the end of the lecture to find out how the students were able to remember the given material. We use mostly a test that contains from 5 to 10 questions with shot answers, that allows saving the time for a big amount of students that are connected

on-line. The results of such tests are analysed late. It helps to improve the future lectures as by mean of such test we can determine the points that should be explained better and need more detail explanation or more examples should be given for students.

Practical skills for students include their experience with clinical cases, particularly with diagnosis and treatment procedures. For online educational process the learning of practical skills and evaluation of students` knowledge begins to be more complicated. As “Traumatology and Orthopaedics” is surgical based discipline, so this problem is even more important. Many possibilities and approaches were analysed, as case learning method, use of online test systems and online tasks, online discussions with students, etc., to find more effective way of learning. Students must have more experience with clinical cases, particularly with interactive diagnosis and treatment procedures. Learning such practical skills by students, as clinical examination of patients, the technique of measurements limbs` length and joints` range of motion, first medical aid for fractures are still difficult on-line. So the way of resolve this problem should be found later, may be by the use of virtual reality technologies.

Conclusion. The control of student`s knowledge within on-line education is more complicated than for off-line studding. The complex approach using online and PC test systems can improve educational process, so it can be recommended for everyday use. It gives many possibilities for teachers and allows organising individual educational approach during on-line and hybrid forms of education.

Filipets N.D., Gerush O.V., Filipets O.O., Kmet O.G.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO TEACHING THE COURSE OF THE STUDENT'S CHOICE
"DEVELOPMENT OF MEDICINAL PRODUCTS"

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

filipec.natalja@bsmu.edu.ua , *gerush.oleg@bsmu.edu.ua* , *o.filipets@gmail.com*

kmet.olga@bsmu.edu.ua

Teaching and learning factors – any factors that can influence the learning process, include individual teacher`s or student`s experience, relationships, rules, programs, and strategies. Real differences in pedagogical strategies cannot definitely reflect on expected program results. Meta-analyses of studies studying education show the dependence of learning effectiveness on methodological techniques in teaching disciplines that provide professional training that meets

modern requirements [1]. In medical education, in particular in the field of pharmaceuticals, the process of expanding the framework of competences continues. Professional competence is an integrated, complex, dynamic phenomenon that combines knowledge, abilities, skills with professional abilities and personal qualities of a person. The acquisition of competencies that can be holistically implemented in practice thanks to integrated knowledge, a culture of communication, the ability to solve problems in real life situations, provides a meta-subject approach.

The competence basis of professional training in the education system involves the formation of a set of professional and extra-professional competences (or meta-competencies), as well as soft skills, among graduates of higher educational institutions [2]. It is worth noting that the course chosen by students of the Faculty of Pharmacy "Development of medicinal products" is aimed, in particular, at the acquisition of competencies based on meta-subject results. Meta-competences include knowledge, adaptation, anticipation of changes, flexibility, therefore, relate to a wide range of professional tasks of future work. The structural components of professional competence are goal-motivational, cognitive, personal, communicative, control-reflexive components [3]. The formation of a personal component involves the ability to solve problematic issues arising in pharmaceutical activity and to act through the prism of bioethics. Compliance with bioethical requirements is a mandatory condition at the stages of drug creation – pharmaceutical development, preclinical study, clinical trial. Actually, the application of concepts, principles and rules (norms of bioethics) to the research, development, supply, commercialization and clinical use of biopharmaceutical products for health care is the definition of biopharmaceutical ethics [4]. Students of the Faculty of Pharmacy consider ethical norms as the basis of general morality in the course chosen by the student "Life safety, basics of bioethics and biosafety".

However, within a specific field, in particular pharmaceutical, the norms of applied ethics require additional clarification. In order to specialize in moral problems, the program of the educational discipline "Development of medicinal products" provides consideration of such issues as the ethics of conducting experimental research on potential drugs, the ethics of clinical trials of a new or already known medicinal product. The subject field remains general ethical principles and rules. At the same time, situational tasks simulated during practical classes are offered for making professional decisions taking into account moral ideals, principles of autonomy, beneficence, harm and justice. It is worth noting that the guidelines for the development of medicinal products are dominated by principled approaches to assessing the benefit/risk ratio – the ratio of positive therapeutic effects and possible risks associated with the use of pharmacological drugs. When discussing the ethics of clinical trials, research design is optimized with the determination of directions that minimize the impact of unwanted effects on the results. In fact, in such situations, the

acquired knowledge of pharmacology, side effects of drugs is integrated to outline the spectrum of possible unwanted effects of a certain class of drugs, which includes situational task drugs that are promising for further development and practical implementation.

Therefore, in the classes of the educational discipline "Development of medicinal products", the basic questions of the rules and principles of bioethics are considered in the context of the methodology of preclinical and clinical research. At the same time, when discussing ethical approaches to creation, a moral component is formed, where the priorities are human life, health, and responsibility for them. With such methodological approaches, the results of the discussion of ethical aspects of drug development are meaningful and action-oriented.

References

1. Huang P-H, Haywood M, O'Sullivan A, Shulruf B. A meta-analysis for comparing effective teaching in clinical education. *Medical Teacher*. 2019;41(10):1129-1142. doi: 10.1080/0142159X.2019.1623386.
2. Yeromenko I. Metadisciplinary method in teaching a foreign language at a higher education institution. *Scientific Works of Interregional Academy of Personnel Management. Philolog.* 2022;(1):18-23. URL: <https://doi.org/10.32689/maup.philol.2022.1.3>.
3. Kovalchuk IS. The essence and structure of professional competence of future specialists in the field of pharmacy. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology.* 2021;9(256):15-19. URL: <https://doi.org/10.31174/SEND-PP2021-256IX100-03>.
4. Van Campen LE, Poplazarova T, Therasse DG, Turik M. Biopharmaceutical Bioethics Working Group. Considerations for applying bioethics norms to a biopharmaceutical industry setting. *BMC Med Ethics.* 2021;22(1):31. doi: 10.1186/s12910-021-00600-y.

Бачук-Понич Н.В.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ У ФОРМУВАННІ МОТИВАЦІЇ ДО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ-СТОМАТОЛОГІВ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

nataliya.ponych@gmail.com

На сучасному етапі основним завданням вищої школи є підвищення якості підготовки конкурентоспроможних спеціалістів, що є неможливим без формування у них позитивної мотивації у майбутній професії [2]. Третій курс є надзвичайно важливим, зокрема, для студентів-стоматологів з точки зору формування позитивного ставлення до майбутньої професії, оскільки студенти вивчають терапевтичні дисципліни, посилюється їх інтерес до самовдосконалення та всебічного розвитку. Працюючи зі студентами на практичних заняттях, викладач повинен пам'ятати, що розвиток мотивації можливий лише тоді, коли є потреба в самовдосконаленні, самореалізації та самовираженні. Значну роль у

формуванні цієї потреби відіграє співпраця між викладачем та його студентами, а також між самими студентами.

Методами формування пізнавального інтересу є, насамперед, інтерактивні методи навчання, до яких, зокрема, відноситься і ділова гра. [1]

Ділова гра, як це форма інтерактивного навчання, дає змогу студентам під навчального процесу засвоїти прийоми прийняття рішень, усвідомити необхідність теоретичної підготовки для своєї практичної роботи, знайомитися з проблемами і труднощами, які можуть виникнути в реальній діяльності, краще опанувати предмет, розвивати навички взаємодії з іншими, перебувати в різних ролях [1, 3].

Метою нашої роботи є обґрунтування впровадження інтерактивних освітніх методик у навчальний процес під час вивчення студентами-стоматологами курсу внутрішньої медицини для підвищення його якості.

Основним завданням дисципліни «Внутрішня медицина» є засвоєння студентами-стоматологами особливостей клінічних проявів захворювань внутрішніх органів, методів діагностики таких захворювань, а також основних принципів фармакотерапії, зокрема, надання невідкладної медичної допомоги терапевтичним хворим у невідкладних станах. Ділова гра використовується на кафедрі пропедевтики внутрішніх хвороб при вивченні внутрішньої медицини студентами 3 курсу стоматологічного факультету як засіб проміжного модульного контролю за модулем № 1 – Основи внутрішньої медицини (захворювання серцево-судинної, дихальної систем, органів травлення). Ділова гра включає наступні етапи. I етап (організаційний) – розробка гри, складання сценарію, ознайомлення з програмою та правилами, розподіл ролей. II етап (самостійна робота), на якому студенти повинні ознайомитися з клінічними проявами захворювання, знати методи діагностики та лікування досліджуваної нозології, вміти надати невідкладну допомогу з урахуванням анамнезу, віку, стану здоров'я хворого. III етап (власне гра) – розігрування клінічної ситуації відповідно до діагнозу, обраного викладачем. IV етап – групове обговорення: оцінка та аналіз результатів додаткових методів обстеження, клінічна діагностика, диференціальна діагностика та вибір методу лікування, невідкладна медична допомога при вибраній нозології. V етап – обговорення основних етапів, підведення підсумків, оцінка, аналіз помилок.

Впровадження інтерактивних методів при вивченні лікувальних дисциплін, зокрема, внутрішньої медицини, є передумовою формування позитивної мотивації студентів-стоматологів, яка допоможе їм стати самовизначеними та кваліфікованими фахівцями.

Список використаних джерел

1. Дяченко–Богун М. Активні методи навчання у вашому навчальному закладі. Витоки педагогічної майстерності. 2014. Т.14. С.74–79.
2. Максименко С. Д., Філоненко М.М. Педагогіка вищої медичної освіти. Київ: Центр учбової літератури, 2014. С. 109–116.
3. Bashkir O. I. Modern formats of professional development of educational community. *Innovative solutions in modern science*. 2018. Vol.3, No22. P.116-128.

Баєва О.В., Коваленко О.О., Кривенко Є.М.

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ЗВО В УМОВАХ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

ПЗВО «Київський медичний університет», м. Київ

dr.baieva@kmu.edu.ua , o.o.kovalenko@kmu.edu.ua , e.kryvenko@kmu.edu.ua

Повномасштабне вторгнення РФ підвищило необхідність використання медіатехнологій в навчальному процесі. Проведення якісного освітнього процесу та опанування навчальних матеріалів 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 онлайннавчання необхідно моделювати не лише зміст, структуру, технічне наповнення, а й різні взаємодії, що відбуваються в цьому процесі. Адже саме взаємодії підвищують результати навчання.

У зв'язку з цим фахівці пропонують таку класифікацію інструментів організації дистанційного навчання: ресурси, що забезпечують психосоціальну підтримку учасників освітніх відносин в умовах пандемії; керування цифровим навчанням (наприклад: Google Classroom, Moodle, Blackboard, Canvas); додатки для навчання на базі мобільних пристроїв; програми з розширеною офлайнфункціональністю; масові відкриті онлайнкурси (МВОК); сервіси самонавчання; програми для спільної онлайнроботи (Google meet, Skype, Zoom, WebEx); засоби створення цифрового навчального контенту і численні електронні бази навчальних матеріалів.

Ще до переходу на дистанційні форми навчання при впровадженні карантинних обмежень у зв'язку із пандемією COVID-19 перед викладачами ЗВО постало завдання постійного вдосконалення медіакомпетентності. В останнє десятиріччя викладачі ЗВО

почали активно використовувати на заняттях мультимедійний проектор, відеоматеріали, інтерактивну дошку чи панель, поєднувати в навчальних курсах елементи дистанційної освіти. Але ці процеси відбувались досить стихійно, майже не координувались керівництвом ЗВО і МОН України, хоча відповідні директиви існували [2, с. 192].

Карантинні обмеження виявили невміння більшості студентів працювати з інформацією, продемонстрував низький рівень їх медіакультури та медіаграмотності.

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 масмедіа, включаючи такі новітні технології як комп'ютерно опосередковане спілкування, інтернет, мобільна телефонія [3].

Вже на перших курсах медичних ЗВО, при вивченні основ біоетики та біобезпеки та медичної інформатики, у студентів мають бути сформовані основи медіаінформаційної грамотності, що включає комплекс знань, умінь для ефективного та безпечного користування медіа, усвідомленого вибору та розуміння характеру контенту. Майбутній лікар має опанувати навичками прийняття рішення та використання повним спектром можливостей, які пропонують нові комунікаційні технології та медіаінформаційні системи, а також можливість захистити себе та своїх пацієнтів від потенційно шкідливого або вразливого інформаційного матеріалу.

Формування медіаімунітету особистості майбутнього лікаря має бути продовжено на старших курсах при вивченні таких навчальних дисциплін як соціальна медицина, громадське здоров'я та епідеміологія. При опануванні цих навчальних дисциплін студент має отримати навички протистояння агресивному медіасередовищу та деструктивним медіаінформаційним впливам, уміння обирати потрібну інформацію, захищатися від потенційно шкідливої інформації з урахуванням прямих і прихованих впливів.

Формування медіакультури та медіаграмотності майбутніх лікарів значно прискорила пандемія COVID-19, яка спонукала до впровадження еволюційних змін в освітніх моделях, а дистанційне навчання дало значний поштовх до використання інформаційно-комунікаційних систем. Надзвичайно важливо розглядати дистанційне навчання не просто як процес передачі інформації, а як соціальний та когнітивний процес [3].

Список літератури:

1. COVID-19 and Higher Education: Education and Science as a Vaccine for the Pandemic / United Nations/Academic Impact. – Режим доступу: <https://www.un.org/en/academic-impact/covid-19-and-higher-education-education-and-science-vaccine-pandemic>. – Заголовок з екрану.



2. Уварова Т., Стас Т. Медіаграмотність та медіакомпетентність у сучасній освіті: виклики та тенденції. *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. – Режим доступу: <https://naps.gov.ua/files/sod/media-edu>. – Заголовок з екрану.

Бичко М.В.

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КЕЙСІВ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава

bastet090687@gmail.com

Освітня діяльність вищих навчальних медичних закладів України має на меті сформувати у здобувачів вищої медичної освіти знання, уміння та навички для задоволення вимог сучасного ринку праці та поповнення вітчизняних медичних закладів висококваліфікованими спеціалістами. Тому задля імплементації реформи вищої медичної освіти в Україні передбачається зміна характеру освітньо-виховної системи, змісту навчання, технологій навчання, методів, форм та засобів навчання.

Принагідно треба зазначити, що свого подальшого розвитку потребує також і педагогічна готовність викладачів вищих медичних навчальних закладів до застосування інноваційних технологій як в освітньому процесі так і на практиці. Без сумніву зростанню динаміки якості навчання здобувачів вищої освіти сприяє впровадження в освітній процес засобів і методик, які допомагають майбутнім лікарям розкривати свої природні задатки. Задля досягнення цієї мети в освітньому процесі широко використовуються інтерактивні технології навчання.

У процесі формування професійних компетентностей майбутніх лікарів можна широко використовувати метод кейсів, попередньо звернувши їхню увагу на принципи, що лежать в основі методу.

Суть кейс-технології викладачами медичних закладів вищої освіти може бути потрактована наступним чином:

- 1) викладач керує обговоренням проблеми, презентованої в кейсі (склад кейсу – інформаційні матеріали в будь-якому вигляді, друкованому чи цифровому);
- 2) викладач організовує самостійну діяльність студентів-медиків у змодельованій ситуації, що дає змогу об'єднати теоретичну підготовку й практичні навички, застосувати

теоретичні знання до виконання практичних ситуацій, які можуть виникати в реальній професійній діяльності лікаря;

3) методи, які застосовують під час реалізації кейс-технології, мають бути інтерактивними (шкала думок, «Мікрофон», «Коло ідей», «Акваріум», інтерактивна дискусія, пошук рішення, SWOT-аналіз та ін.);

4) інформаційні матеріали кейсу надають студентам у друкованому чи в цифровому вигляді (відеоматеріали, презентації, аудіозаписи, роздруковані тексти, фотоматеріали, схеми, таблиці, рисунки, діаграми тощо);

5) результат роботи над кейсом – формулювання практичного рішення проблеми чи ситуації на підставі глибокого всебічного її аналізу, оцінювання запропонованих алгоритмів рішення, вибір найкращого варіанту в контексті завдання чи проблеми.

Під час аналізу проблеми, запропонованої викладачем, та роботи майбутніх лікарів із інформаційними матеріалами кейсу, формулювання висновків щодо її розв'язання відбувається актуалізація теоретичних знань, розвиваються практичні вміння та навички, здобувачі вищої освіти навчаються працювати з наявною інформацією, приймати професійні зважені рішення, прогнозувати можливі наслідки й оцінювати їх успішність у контексті результативності лікувально-діагностичного процесу в цілому.

Ключовою вимогою у застосуванні системи кейсів є опис справжніх ситуацій, проблем та подій, в основу яких покладено реальні факти та аргументовані показники; зміст кейсів має бути побудований на дидактичних принципах навчання, а саме: посильності, науковості, міцності знань, поступовості й систематичності знань, наочності, принципі вправ і міцного оволодіння знаннями та навичками, свідомості й активності та ін.

Фактори, на які варто звернути увагу при розробленні кейсів: відповідність кейсу освітнім цілям; значимість вибору ситуацій для вибраної теми; обґрунтоване визначення рівня їхньої складності; наявність у професійно орієнтованих ситуаціях, що подані в кейсах, потенціалу для розвитку аналітичного мислення, креативності та інтегративного мислення здобувачів вищої освіти; можливість дискусійного характеру обговорення подій та пошук різних варіантів розв'язання щодо запропонованих ситуацій.

Рекомендовано впровадження в процес підготовки майбутніх лікарів таких типів кейсів: структуровані кейси; кейс «короткі замітки»; «великі неструктуровані кейси»; кейси на зразок «новаторські справи».

Залежно від класифікації та складності кейсу викладач повинен заздалегідь орієнтуватися в часових межах виконання ситуаційного завдання.

Підсумовуючи, зазначимо, що застосування системи кейсів у процесі формування професійних компетентностей майбутніх лікарів, дає можливість розвивати аналітичне мислення, формує здатність до побудови логічних зв'язків, а також розвиває навички роботи в команді під час виконання завдань. Окрім того, актуалізує теоретичні знання майбутніх лікарів із різних дисциплін: анатомія, фізіологія, медична біологія, основи медичної інформатики, мікробіологія, медична хімія та ін.; розвиває їхні практичні навички визначення діагнозу, роботи з медичною інформацією, формує навички ухвалення рішень про правильність вибору необхідного медичного обладнання для надання медичної допомоги, забезпечує опанування вмінь комунікації.

Бичко М.В.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ТРЕНАЖЕРІВ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава
bastet090687@gmail.com

Перші згадки про медичні симулятори та їх використання в медицині датуються початком ХХІ століття. Відтоді їх застосування беззаперечно стає революційним проривом у сфері медичної освіти. Загалом симулятори дозволяють освоїти складні практичні навички, не завдаючи при цьому жодної шкоди пацієнту, що є прерогативою їх використання. Медичні віртуальні симулятори представлені тренажерами для професійної медичної підготовки, основною метою яких є забезпечення відпрацювання практичних навичок з можливістю повтору. Віртуальні симулятори можна використовувати поліаспектно в залежності від обраного медичного профілю. Так, наприклад, можна використовувати медичні віртуальні симулятори для відпрацювання інвазивних хірургічних втручань, для відпрацювання професійних навичок бригади швидкої медичної допомоги. Також використовуються гінекологічні, стоматологічні та інші види медичних віртуальних тренажерів в залежності від спеціалізації майбутніх лікарів. На особливу увагу заслуговують спеціалізовані програми, які доступні в комп'ютерних лабораторіях медичних закладів вищої освіти. Для унаочнення будови та принципів роботи діагностичного й лікувального обладнання використовують віртуальні тренажери, які здатні суттєво активізувати й поглибити вивчення профільних дисциплін з акцентом на застосуванні різних категорій медичного обладнання. В основу

програмного коду таких додатків закладено алгоритм роботи віртуальної моделі експериментальної установки, того чи того медичного обладнання.

Наприклад, кейс із блоку «Медична апаратура», що пропонується здобувачам вищої освіти, вимагає виконання завдань у середовищі комп'ютерного симуляційного додатку, який імітує роботу електрокардіографа під час процедури зняття електрокардіограми (рис. 1).

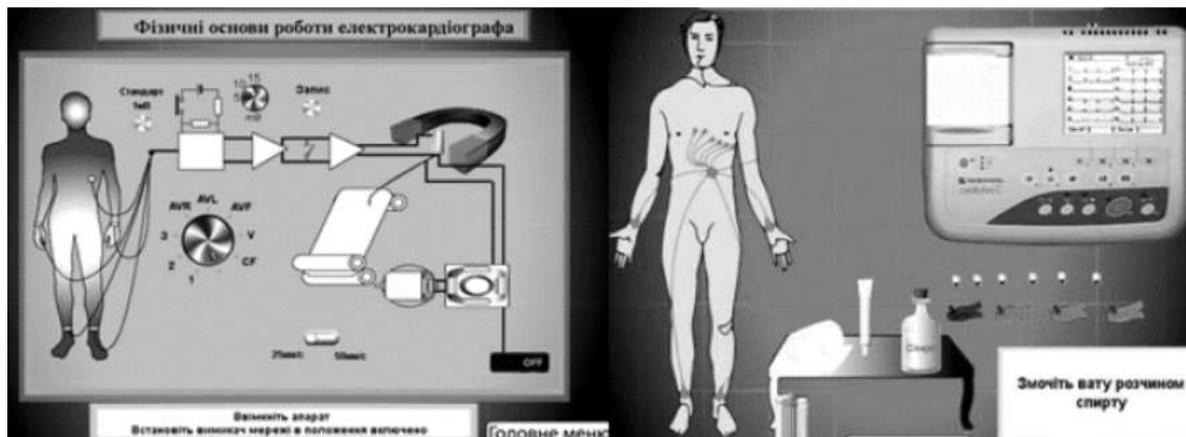


Рис.1. Скріншот екрану симуляційного додатку «Фізичні основи роботи електрокардіографа»

У програмі подано поетапний алгоритм виконання дій, що організований за допомогою звукового й текстового супроводу. Процедура максимально наближена до реальності, що дає змогу сформувати в майбутніх лікарів чітке усвідомлення всіх аспектів процесу графічної реєстрації електричних явищ, які виникають у серцевому м'язі під час його діяльності. Окрім цього, користувачеві доступна функція управління основними блоками й перемикачами приладу. Внаслідок використання такого програмного забезпечення, майбутні лікарі можуть на практиці опрацювати завдання, що вимагають безпосереднього включення здобувача вищої освіти в процес зняття та реєстрації медико-біологічних даних. Існує велика кількість віртуальних тренажерів, які забезпечують подібного роду можливості в усіх сферах медицини.

До переваг використання віртуальних тренажерів можна віднести:

- ✓ швидке пристосування до віртуальної реальності задля досягнення цілей освітнього процесу;
- ✓ можливість розуміти причинно-наслідкові зв'язки своїх дій або бездіяльності;
- ✓ можливість контролю процесу та здійснення тієї чи іншої маніпуляції;
- ✓ набуття кваліфікації та формування вміння розподіляти свої фізичні та психічні можливості під час виконання завдань, що запропоновані програмою тренажера;
- ✓ можливість свободи дій в процесі набуття професійних компетенцій;



✓ можливість виявлення та усунення своїх помилок шляхом повторення тієї чи іншої процедури чи маніпуляції в імітованому віртуальному середовищі.

До недоліків використання віртуальних тренажерів відносимо:

✓ усталеність думки та її зв'язок з реальністю про те, що процеси, які відбуваються в імітованому віртуальному середовищі тренажера є більш наглядними ніж в реальності;

✓ максимальна орієнтованість майбутніх лікарів на підсумок процесу та отримання оцінки за виконану діяльність переважає над прагненням до вивчення та розуміння тонкощів того чи іншого симульованого процесу;

✓ тривалий час використання тренажерів, призводить до звикання, що процесом здійснення тих чи інших медичних маніпуляцій керує машина, задаючи відповідно алгоритми дій, та певною мірою виключаючи можливість помилки.

Отже, незважаючи на велику кількість позитивних моментів від застосування віртуальних тренажерів в освітньому процесі майбутніх лікарів, треба звертати увагу на суттєві недоліки від їх використання. Необхідно нормувати час використання медичних симуляторів та серед великого їх різноманіття обирати ті, які потенційно мають найменшу кількість недоліків під час їх застосування в освітньому процесі майбутніх лікарів.

Бенца Т.М., Швець Н.І., Пастухова О.А.

НОВІТНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ЛІКАРІВ-ІНТЕРНІВ ТЕРАПЕВТІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ

bentsa_t@i.ua , marbua11551650@gmail.com , xsenon26@gmail.com

З початком повномасштабної війни в Україні виникли складні умови для повноцінного навчання лікарів-інтернів терапевтів. Неможливість проводити заняття в аудиторіях та на клінічних базах сприяла широкому впровадженню дистанційної форми навчання. Дистанційне навчання при підготовці лікарів-інтернів – це інноваційна організація навчального процесу, яка базується на принципі самостійного навчання інтерна та інтерактивної взаємодії викладача та інтерна. Використання комп'ютерних та інших сучасних інформаційних технологій надає можливість набувати знання, уміння та навички за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу.

Основними перевагами дистанційного навчання є екстериторіальність, синхронний (онлайн-лекція «наживо», відеоконференції з групою) і асинхронний (завчасно записана відеолекція, відеодемонстрація клінічного випадку) режими взаємодії учасників навчального процесу: викладач – інтерн, викладач – навчальна група.

Для забезпечення якісного процесу навчання застосовуються сучасні комп'ютерні програми, платформи та сервіси, які дозволяють забезпечити передачу знань і доступ до різнобічної навчальної інформації. Навчальна група у месенджері Viber створюється для швидкого обміну новинами та повідомленнями, наприклад, для залучення інтернів до електронних курсів та надання допомоги. Активно використовуються безкоштовні сервіси платформи Zoom. Можливість ділитися трансляцією екрану дозволяє кожному учаснику надавати свою інформацію. Таким чином, підтримується зворотній зв'язок викладача з лікарями-інтернами, розвиваються комунікативні навички. Лекції проводяться у форматі онлайн-відеоконференції. Подача нового матеріалу в Zoom проводиться з допомогою презентації. Чат дозволяє ставити питання, писати коментарі під час заняття. Завдяки контролю викладача за чатом можна додавати або видаляти учасників, надавати право голосу, доступ до екрану.

Практичні, семінарські та контрольні заняття можливо ефективно проводити на онлайн-відеоплатформі Google Meets, переваги використання якої надають додаткові можливості: під'єднання до відеоконференції необмеженої кількості учасників, відсутність ліміту часу зустрічі, паралельне з конференцією спілкування в чаті, виведення на екран електронних матеріалів (текстів, картинок, фото-, аудіо- чи відеофрагментів), можливість розташування матеріалів на Google Disc тощо.

З метою здійснення поточного контролю за рівнем оволодіння теоретичних знань в умовах дистанційної освіти використовуються тематичні ситуаційні задачі та тестові завдання для комп'ютерного тематичного контролю знань лікарів-інтернів. Кейси пацієнтів можна розглядати он-лайн у форматі ділової гри «постановка діагнозу та призначення лікування». Розбір ситуаційних задач за типом кейс-завдання дозволяє оцінити теоретичні знання до вирішення практичних завдань, отримати навички розв'язання складних клінічних випадків.

Постійний контроль за навчальним процесом з ретельним аналізом набутих знань дозволяє впливати на інтернів, мотивувати їх отримувати нові знання, а отже, збільшувати їх активність, самостійність і цілеспрямованість в процесі навчання.

Таким чином, технології дистанційного навчання дозволяють формувати системне мислення лікарів-інтернів терапевтів, поглиблювати теоретичні знання та вдосконалювати

практичні навички з використанням інформаційних платформ та сервісів з метою індивідуалізації та раціональної організації навчального процесу в умовах воєнного стану.

Егоренков А.І, Пащенко В.В, Шарун Х.І

МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД У ВИВЧЕННІ МЕХАНІЗМІВ ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНОЇ ДІЇ ЧЕРВОНОГО ТА ІНФРАЧЕРВОНОГО СВІТЛА

Національний медичний університет імені . О.О.Богомольця, м.Київ

altaikiev1@gmail.com

Метою даної роботи є теоретичний аналіз біофізичних механізмів дії червоного та інфрачервоного світла в процесі їх фізіотерапевтичного впливу та розробка навчально-інформаційного кейса з елементами практичних вимірювань для студентів медичних спеціальностей за темою «Біофізичні механізми фізіотерапевтичної дії червоного та інфрачервоного світла».

Актуальність теми нашого дослідження пов'язана з необхідністю розвитку у сучасних студентів медичних спеціальностей міждисциплінарних компетенцій, поєднання знань і вмінь з природничих та клінічних дисциплін.

Матеріали та методи. Аналіз джерел наукової інформації, проведення педагогічного експерименту під час впровадження навчально-інформаційного кейсу для студентів-медиків, використання методів математичної статистики для аналізу результатів впровадження.

Результати. Світлолікування або фототерапія - розділ фізіотерапії, що з лікувальною та профілактичною метою використовує променеву енергію сонця або енергію штучних джерел світла (червоного, інфрачервоного, синього, ультрафіолетового).

Терапія червоним світлом (RLT) заснована на опроміненні тіла хвилями червоного світла малої потужності (іноді в поєднанні з іншими діапазонами світла). Потужність випромінювачів коливається від 1 до 1000 мВт, а діапазон довжин хвиль (червоного та інфрачервоного), що стимулюють біологічну реакцію організму, становить 630 - 1070 нм. Вважається, що червоне світло (на відміну від інфрачервоного) діє шляхом створення біохімічного ефекту в клітинах, наслідком якого стає активація мітохондрій. АТФ (аденозинтрифосфат) - молекула, що переважно синтезується на мембранах мітохондрій і відповідає за накопичення та використання енергії клітиною, Активування функції мітохондрій за допомогою RLT відбувається шляхом стимулювання синтезу АТФ.

Отримуючи більше енергії, акумульованій у АТФ, клітини можуть функціонувати ефективніше. Процес активації перебігу біохімічних реакцій у клітині під впливом світла дістав назву фотобіомодуляції. Це основна на даний час концепція біофізичної дії червоного світла, яка викладена у нашому інформаційно-навчальному кейсі. Слід зазначити, що виявляється ряд аспектів фізіологічної дії червоного світла на організм, якими і зумовлюється лікувальний вплив фототерапії. Зокрема, ефект, що можна легко зафіксувати безпосередньо під час процедури – це тонічне розширення судин, що сприяє прискоренню перебігу обміну речовин в опроміненій ділянці шкіри.

Біофізичний вплив на організм інфрачервоних променів (які часто використовуються спільно з червоними променями) описується як трьохступеневий, що складається з фізико-хімічного, фізіологічного та біохімічного етапів. На фізико-хімічному етапі в процесі впливу на тканини інфрачервоного випромінювання відбувається трансформація енергії світла у теплову енергію з подальшим збудженням нею терморецепторів. Це зумовлює виникнення наступного етапу (фізіологічного), що характеризується розвитком судинної реакції, яка починається з короткочасного незначного спазму судин і закінчується активною гіперемією, наслідком якої є утворення теплової еритеми на місці опромінення. Третій (біохімічний) етап впливу інфрачервоного випромінювання на організм характеризується прискоренням процесів обміну, активацією окисно-відновлювальних реакцій, тощо.

Результати. Розроблений навчально-інформаційний кейс був апробований як елемент факультативної роботи та як елемент заняття елективного курсу для студентів-медиків. До кейса входили: презентація, аудіоролик, термінологічний словник – глосарій, демонстраційний експеримент (який і є початковим кроком навчального процесу під час апробації) з дослідженням фізіологічного впливу джерела червоного та інфрачервоного світла (в даному випадку це був сертифікований прилад для домашнього використання). Підсумковий ефект впливу фіксувався за допомогою методів пульсоксиметрії та термографії (виміри проводилися до і після фізіотерапевтичної процедури).

Висновок. У даній роботі було створено навчально-інформаційний кейс, за допомогою якого проведено вивчення зв'язку фундаментальних біофізичних механізмів і лікувального ефекту на прикладі фізіотерапії червоним та інфрачервоним світлом. Навчальна ефективність розробки досліджена педагогічними та статистичними методами.

Список використаних джерел:

1. Wyss P. History of photomedicine / P. Wyss [and etc.] // Photomedicine in Gynecology and Reproduction // Basel: Karger. — 2000. — P. 4–11

2. В.Д. Сиволап, В.Х. Каленський (2014). Фізіотерапія (підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів). Запоріжжя: ЗДМУ. с. 60–75. Прочитовано 26 травня 2022.
3. Воробйов С.О., Новак О.В. (2002). Загальна фізіотерапія (підручник для студентів вищих медичних закладів). Полтава: «Полтава». с. 100–129.
4. Green C, Ferguson J, Lakshmipathi T, Johnson B.E. 311 nm UVB phototherapy – an effective treatment for psoriasis // Br. J. Dermatol. - 1988 – Vol. 119, No 6. - P. 691-696.
5. https://www.youtube.com/watch?v=IM9_VIxudbY

Іванчук П.Р.

ПЕРЕХІД НА СТУДЕНТООРІЄНТОВАНЕ ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ З КАРДІОЛОГІЇ - ШЛЯХ ДО ЯКІСНОЇ ТА УСПІШНОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ivanchuk.pavlo@bsmu.edu.ua

Кардіологія, як галузь медицини, тією чи іншою мірою є складовою частиною лікування та профілактики різноманітних захворювань людини. Професійний розвиток студентів, інтернів та лікарів-медиків потребує засвоєння великого обсягу складного матеріалу, вміння застосування своїх знань на практиці та постійного оновлення своїх знань на основі доказової медицини. Однак, традиційний підхід до вивчення кардіологічної патології, у більшості випадків, може становити виклик для студентів та лікарів-інтернів, оскільки вимагає великого обсягу теоретичних знань та використання складних діагностичних методів. Також традиційне вивчення медичних спеціальностей було започатковано у той період розвитку науки і медицини зокрема, коли об'єм знань, порівняно з сучасним, був неспівставимо меншим і розвиток самої медицини був набагато повільнішим та консервативнішим. Сучасний стан медичної науки вимагає зміни підходів до її вивчення, а впровадження безперервного професійного розвитку – до вдосконалення методології викладання предмету на всіх етапах навчання.

Студентоорієнтоване вивчення кардіології передбачає зміну підходу до навчання, зосереджуючись на активній участі студентів у процесі. Пасивне прослуховування лекцій необхідно замінити на живе спілкування лектора і слухачів з дискусіями та практичним розбором клінічних прикладів. Цей підхід дозволяє студентам більш ефективно засвоювати матеріал та розвивати критичне лікарське мислення, а також навички комунікації та співпраці зі своїми колегами, що є важливими аспектами для професійної практики кардіолога та лікарів інших спеціальностей.

Однією з ключових переваг студентоорієнтованого вивчення кардіології є практична спрямованість та пряма участь у процесі діагностики, лікування та профілактики захворювань серцево-судинної системи. Студенти, отримуючи теоретичні знання, паралельно мають можливість навчитися застосовувати їх у реальних клінічних ситуаціях. Так,

отримавши клінічну задачу, або працюючи біля ліжка хворого, студенти можуть самостійно провести електрокардіографічне дослідження, призначити та отримати результати аналізів, колективно, або індивідуально сформулювати діагноз та прийняти активну участь у процесі прийняття рішень щодо лікування та спостереження за пацієнтами кардіологічного профілю. Такий практичний досвід сприяє збагаченню професійних компетенцій студентів та підвищенню їхньої впевненості в собі, а робота над помилками та співпраця зі своїми колегами розвиває клінічне мислення і навички роботи в мультидисциплінарній команді.

Другою важливою перевагою студентоорієнтованого вивчення кардіології є індивідуальний підхід до навчання. Кожен студент має свої особисті особливості та рівень підготовки. Студентоорієнтоване вивчення дозволяє враховувати ці індивідуальні особливості, надаючи можливість студентам зосередитися на тих аспектах кардіології, які вони вважають найцікавішими та потребують більшої уваги, а також підібрати індивідуальний оптимальний шлях до вивчення теоретичних знань та практичного опанування навичок. Викладачі мають бути наставниками, які допомагають студентам розвивати їхні індивідуальні інтереси та досягати особистих навчальних цілей з максимальною ефективністю.

Студентоорієнтоване вивчення кардіології є важливим елементом успішної медичної освіти. Воно сприяє активному залученню студентів у навчальний процес, розвитку практичних навичок та критичного мислення. Цей підхід сприяє формуванню впевнених, компетентних молодих медиків, які готові впроваджувати сучасні методи діагностики та лікування кардіологічних захворювань. Студентоорієнтоване вивчення кардіології допомагає створити навчальну атмосферу, де студенти стають активними учасниками свого навчання і розкривають свій професійний потенціал.

Іванчук П.Р.

СТУДЕНТООРІЄНТОВАНЕ ВИВЧЕННЯ КАРДІОЛОГІЇ: ВПРОВАДЖЕННЯ НА ПРИКЛАДІ ЗАНЯТТЯ ПРО ПОРУШЕННЯ РИТМ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ivanchuk.pavlo@bsmu.edu.ua

Кардіологія є однією з ключових галузей медицини, яка вимагає високого рівня знань та розуміння складних біохімічних та електрофізіологічних процесів, що відбуваються в

організмі пацієнта, впливу на ці процеси стану гомеостазу та механізму дії антиаритмічних препаратів. Застосування електрокардіографії, як базового методу діагностики, а також поєднання отриманих результатів лабораторних методів діагностики, ультразвукового дослідження серця, електрофізіологічного дослідження серця, наявності супутньої патології ендокринної системи, шлунково-кишкового тракту, оцінка стану вегетативної нервової системи створює багато викликів для студентів, що опановують медичні знання. Тому використання студентоорієнтованого підходу до вивчення кардіології на прикладі заняття про порушення ритму має сприяти більш ефективному засвоєнню матеріалу та розвитку професійних навичок, усуваючи прогалини в освіті та подальшому професійному зростанні.

Студентоорієнтоване вивчення кардіології на прикладі заняття про порушення ритму серця передбачає декілька етапів вивчення та практичного засвоєння необхідного матеріалу у процесі розбору основних видів порушення ритму, оцінці ступеня загрози для життя пацієнта, проведення необхідного об'єму обстеження пацієнта, призначення лікування та контролю його ефективності. Перший етап має включати в собі активну роботу з електрокардіограмами (ЕКГ), як основного базового методу для діагностики порушень ритму. Тобто, поруч з традиційним розглядом набору ЕКГ, необхідно проводити активну дискусію із залученням всіх студентів у напрямках постановки діагнозу, диференційної діагностики з подібною патологією та призначення необхідного обсягу додаткових методів обстеження. Наступним етапом має бути оцінка небезпеки для життя пацієнта з певним порушенням ритму, а також відпрацювання навичок з надання невідкладної допомоги та подальшим контролем за станом пацієнта.

Третьою складовою навчального процесу є призначення протиаритмічного лікування у вигляді активної дискусії, а також прогнозування та запобігання можливих небажаних побічних ефектів від застосування протиаритмічної терапії.

На наступному етапі необхідно закріпити отримані знання через активну роботу біля ліжка хворого, або спільною роботою з медичною документацією показових клінічних випадків.

Однак, не слід забувати про активний контроль рівня засвоєння матеріалу, наявність труднощів у конкретних студентів на всіх етапах навчання, а також проводити реверсивний навчальний процес, коли самі студенти формують клінічні задачі або вибирають складні для розуміння розділи з подальшим показовим розбором таких випадків досвідченим викладачем.

Таким чином, студентоорієнтоване вивчення порушень ритму серця сприяє оптимальному засвоєнню необхідного матеріалу, студенти навчаються ефективно

спілкуватися, вислуховувати думки та аргументувати свої позиції. Під час заняття вони взаємодіють один з одним та з викладачем, обговорюючи клінічні випадки та пропонуючи рішення. Це сприяє формуванню командних навичок та роботі в колективі - важливих елементів успішної клінічної практики, дає студентам можливість застосувати свої знання у практичних ситуаціях, розвивати навички діагностики та лікування, та сприяє їхньому професійному зростанню. Студентоорієнтоване вивчення кардіології підтримує активний та цікавий навчальний процес, що сприяє підготовці майбутніх кардіологів до клінічної практики.

Іващук С.І., Соколенко М.О.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАРНОЇ ТА ГРУПОВОЇ РОБОТИ OFF-LINE ТА ON-LINE

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

serge.ivash@gmail.com , sokolenko_maks@ukr.net

Парна і групова робота необхідна у роботі викладача, оскільки вона покращує мотивацію студентів, інтернів чи слухачів, адже всі вони люблять працювати у групах. Як результат цього – підвищується ефективність заняття. Також при груповій роботі можливий індивідуальний підхід до кожного учасника навчального процесу, оскільки, при виконанні завдання групи, члени її можуть брати на себе ті обов'язки, які їм найбільше подобаються і до яких у них є хист.

Навчання он-лайн, хоча і має ряд недоліків, проте, видається достатньо ефективним для вищої школи, попри те, що недостатньо розвинене; а в умовах війни та епідемії є гарною альтернативою відсутності навчання взагалі.

Особливості використання парної та групової роботи оф-лайн та он-лайн можуть включати в себе організаційні, технічні, психологічні та методичні аспекти.

Для того, щоб працювати в групах он-лайн, і викладачам, і студентам (інтернам, слухачам), необхідно володіти цифровою грамотністю і «нетикетом» (netiquette) – знати правила поведінки в Інтернеті. До останніх, наприклад, відносяться такі правила, як: ніколи не говорити і не писати того, що б ви не сказали співрозмовнику у реальному житті, або – не набирати окремі слова чи текст великими літерами, оскільки це однаково, що кричати на співрозмовника. Звісно, що викладачі та студенти повинні володіти основними комп'ютерними програмами. І тут буває так, що студенти, будучи digital natives, часто,

володіють кращими навичками роботи на комп'ютері, ніж викладачі, особливо старшого віку, які є digital immigrants.

Що стосується дисципліни або ширшого поняття – classroom management, то слід зауважити, що при роботі off-line у полі зору викладача перебувають усі групи одночасно, тоді, як on-line викладач може спостерігати і корегувати роботу лише окремо кожної групи і, тому, учасники груп, за якими викладач не спостерігає, можуть відволікатись і не виконувати отримане завдання. З іншого боку, учасники однієї групи в аудиторії можуть відволікатись на роботу іншої групи, чого нема при роботі он-лайн.

Також є різниця при створенні груп он-лайн та оф-лайн. В аудиторії групи створюються за вказівкою викладача чи бажанням студентів, проте створити місця для роботи групи в аудиторії важче, ніж в Інтернеті. При роботі он-лайн групи можна створити рандомно (це потребує мало часу), вручну чи дозволити учасникам самим обирати зали. Можливо задати бажану кількість зал, додавати зали, перейменовувати їх або видаляти. Також є опція переміщати учасників з однієї групи в іншу. Учасники можуть будь-коли повертатись в основний сеанс. Можна виставити час, протягом якого учасники будуть знаходитись в сесійних кімнатах, і учасники можуть бачити, скільки часу їм ще залишилось працювати у групі. Організатор може транслювати повідомлення всім кімнатам. Учасники сесійних залів мають можливість попросити організатора про допомогу і запросити його для підтримки. Організатор може відразу увійти в потрібну залу і надати допомогу, чи зробити це пізніше. У кожній групі є чат і реакції, які учасники групи можуть використовувати при роботі в групі. Також, при роботі в групах он-лайн, кожна група ізольована, тому шум, спричинений роботою інших груп, нікому не заважає.

У неоднаковій ситуації знаходяться студенти щодо доступу до Інтернету. При роботі в аудиторії його може не бути зовсім, або не всі матимуть доступ до нього. При роботі он-лайн всі забезпечені таким доступом і студентам легше і швидше виконувати завдання групи, адже можуть легше отримати потрібну інформацію, якщо є потреба у такій. Як кажуть, вся інформація світу знаходиться на кінчиках їх пальців. Навчання он-лайн – це не стільки пізнання нової інформації, як полегшення зусиль студента критично думати і застосовувати нові знання.

У психологічному відношенні деякі студенти почуваються комфортніше при роботі в аудиторії, а інші – при роботі он-лайн, особливо якщо вони мають агорафобію. Є спостереження, що он-лайн екстраверти та інтроверти знаходяться у більш-менш однакових умовах.

Крім того, є думка, що навчання он-лайн є більш інтерактивним, ніж навчання оф-лайн.

Отже, підсумовуючи все вищесказане, можна дійти висновку, що робота у групах он-лайн часто забезпечує більші можливості, ніж групова робота в аудиторії, хоча і має деякі недоліки. Тому її необхідно використовувати і під час он-лайн навчання для того, щоб підвищити ефективність заняття і посилити мотивацію студентів.

Криштопа А.О., Паніна А.С.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГАЛУЗЯХ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ТА МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ

alla335578@gmail.com , panina0511@gmail.com

Інформаційні технології в охороні здоров'я (англ. Health Care Information Technology або НІТ) — це застосунки для обробки інформації, до яких належать програмне забезпечення та комп'ютерне обладнання, призначене для зберігання, пошуку, поширення та використання даних у сфері охорони здоров'я з метою комунікації та прийняття рішень. Технологія НІТ представляє комунікаційні атрибути, які можна об'єднати в мережу для створення систем для передачі інформації, яка стосується сфери охорони здоров'я [1]. Ці технології широко застосовуються як при роботі в медичних установах, так і в системі медичної освіти по всьому світу.

Вплив інформаційних технологій на розвиток медичної сфери важко переоцінити. Перш за все, мережа Інтернет надає викладачам, студентам та лікарям-практикам практично необмежений доступ до інформації, яку ті можуть застосовувати у навчальній та професійній діяльності. Так, онлайн-ресурси News Scientist, Lancet, Medscape, News-Medical Life Sciences, ВМА, Stanford Medicine, Medical Xpress, Medical Bag дозволяють їм дізнаватися про останні новини у сфері медицини (нещодавні наукові відкриття, імплементацію нових методів лікування, зміни у сфері управління охорони здоров'я тощо), а деякі, наприклад, PubMed, PubChem та NCBI, є потужними інструментами для обміну досвідом та можуть застосовуватися як джерело інформації при аналізі клінічних випадків та складанні протоколу лікування. Також варто згадати неймовірну кількість електронних бібліотек, курсів, навчальних відео та інтерактивних навчальних платформ (як-от EdEra, Khan Academy,

Kenhub та Lecturio), які студенти мають змогу використовувати при підготовці до практичних занять та іспитів.

Комп'ютерне навчання (англ. Computer-assisted learning або CAL), віртуальна реальність (VR) та різноманітні симулятори пацієнта також є прикладами інформаційних технологій, що застосовуються у сфері медичної освіти. CAL вважається комфортним навчальним інструментом та чудово підходить для засвоєння концептуально складних тем. Достатньо широко використовуються інтерактивні цифрові матеріали для вивчення анатомії, гістопатології та тонів серця. Розроблені за допомогою магнітно-резонансної та комп'ютерної томографії анатомічні тривимірні атласи внутрішніх органів є дуже наочними, допомагають студентам краще зрозуміти їх будову та принципи функціонування. Ще однією розробкою є симулятори «Advanced Life Support» (ACLS) і симулятори Haptics «наука про дотик», які використовуються в медичній освіті для формування різних клінічних навичок, таких як інтерпретація ЕКГ, проведення серцево-легеневої реанімації, введення ін'єкцій, дефібриляція без взаємодії з реальними пацієнтами. Сьогодні в багатьох закладах медичної освіти доступні симулятори «віртуальної реальності» з сучасними технологіями медичного моделювання та медичними базами даних, які надають студентам-медикам широкий спектр клінічних випадків. Вони можуть імітувати такі процедури як катетеризація, бронхоскопія лапароскопія тощо. Крім того, дана технологія дозволяє студентам побачити, як насправді виглядає кожен орган ззовні та зсередини [2].

Інформаційні технології використовуються і для покращення безпеки пацієнтів, надання медичної допомоги та комунікації між лікарями та пацієнтами. Одним із безпосередніх застосувань НІТ є створення електронних систем для зберігання записів пацієнтів і керування даними. Раніше для ведення записів пацієнтів використовувалися паперові картки, які легко можна було втратити, пошкодити або неправильно витлумачити. Зараз інформаційні технології дозволяють медичним працівникам легко та безпечно відстежувати записи пацієнтів. Медичний працівник має змогу додати фармакологічні записи, рентгенівські знімки, результати аналізів і навіть життєво важливі показники до віртуальної карти, яку просто читати та порівнювати з іншими записами [3].

Вище було наведено лише декілька прикладів того, як інформаційні технології полегшують роботу працівників сфер охорони здоров'я та медичної освіти. Перспективи їх використання залишаються вельми широкими, і в наступні десятиліття можна очікувати ще більшого розвитку цієї галузі.

Список використаних джерел

1. Izet Masic, Haris Pandza, Selim Toromanovic, Fedja Masic, Suad Sivic, Lejla Zunic, Zlatan Masic. Information Technologies (ITs) in Medical Education. *Acta Inform Med.* 2011 Sep; 19(3): 161–167. DOI: 10.5455/aim.2011.19.161-167
2. Role of Information Technology in Medical Science. *Asian Hospital & Healthcare Management's Knowledge Bank.* URL: <https://www.asianhbm.com/articles/role-information-technology-medical-sciences>
3. Sreejith Omanakuttan. The Application and Impact of Information Technology in Healthcare. *Fingent White Papers.* 2020. URL: <https://www.fingent.com/blog/the-application-and-impact-of-information-technology-in-healthcare/>

Кушнір О.В., Драчук В.М., Литвинюк Н.Я.

ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ CLASSTIME ЯК ОДНОГО ІЗ ЕЛЕМЕНТІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗНАНЬ У ПРОЦЕСІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ АНГЛОМОВНИХ СТУДЕНТІВ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

oksankakushnir@ukr.net, vira.drachuck2017@gmail.com, lytvynyuk.nataliya@bsmu.edu.ua

Навчання в умовах пандемії COVID-19 та воєнного стану в країні стали доволі серйозними випробуваннями для всіх учасників освітнього процесу. Проте, сучасний розвиток інформаційних технологій і доступність освітніх платформ дозволили забезпечити безперервний та якісний навчальний процес шляхом впровадження дистанційної форми навчання [1, с.5]. Ефективною формою контролю знань, що відповідає специфіці дистанційного навчання, є он-лайн тестування, яке дає можливість виявити рівень індивідуальних навчальних досягнень студентів, сукупність їх знань, умінь і навичок відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційних характеристик, оцінити успішність опанування конкретною темою та засвоєння дисципліни в цілому [2, с.204].

На кафедрі гігієни та екології під час практичних занять з англomовними студентами молодших курсів у дистанційному режимі, які відбуваються з використанням сервісу Google Meet, проводиться комплексний контроль знань шляхом усного опитування, оцінювання виконання практичної роботи відповідно до завдань у робочих зошитах та тестового контролю.

Однією з платформ, які використовуються на кафедрі під час проведення он-лайн тестування англomовних студентів є Classtime. Цей україномовний онлайн-сервіс доступний і зручний у користуванні. За його допомогою викладач може створити власні завдання різних рівнів складності відповідно до теми заняття та поділитися ними з колегами. Можливість супроводжувати запитання малюнками (прилади для проведення гігієнічних досліджень, ознаки вітамінної та мінеральної недостатності тощо) дозволяє студентам чітко візуалізувати, а отже краще розуміти і засвоювати теоретичний матеріал. Серед типових налаштувань

сервісу варто зазначити можливість перемішувати запитання та варіанти відповідей на них, встановлювати часові обмеження виконання завдань. Студенти мають можливість приєднатися до сесії за посиланням, яке створює викладач. Прийняти участь у тестуванні студент може без реєстрації, достатньо ввести своє ім'я у відповідному полі. По завершенню опитування автоматично відбувається кількісний аналіз результатів, який подається у відсотках. По мірі проходження студентами сесії, всі відповіді в реальному часі відображаються на екрані пристрою, яким користується викладач, що дає можливість контролювати активну присутність студентів на занятті та дозволяє одночасно оцінювати рівень прогресу не лише кожного студента зокрема, а й усієї групи в цілому. Оскільки на кожен групу і тему заняття створюється окреме посилання, викладач має можливість повторно переглянути результати різних груп, відповідно до дати проведеного тестування, у зручний для себе час. Аналіз відповідей по кожному завданню дозволяє зрозуміти, які запитання студенти засвоїли краще, а яким слід приділяти більшу увагу під час викладання лекційного курсу та підготовки до підсумкового модульного контролю. Недоліками он-лайн тестування є можливість випадкового вибору правильної відповіді студентом та великі затрати часу викладача на складання необхідного банку тестів.

Завданням викладачів, які працюють із англійськими студентами молодших курсів є заохочення студентів до навчання та підтримання їх бажання максимально засвоювати теоретичний матеріал і практичні навички, організація взаємодії між викладачем та студентами, яка забезпечує ефективний зворотній зв'язок, незважаючи на віддаленість від місця навчання. З цією метою після закінчення тестування викладачі кафедри демонструють на екрані результати опитування та обговорюють правильні відповіді, зосереджуючи увагу студентів на прогалинах в знаннях, розставляють необхідні акценти й відповідають на запитання студентів, які виникають у процесі обговорення. У свою чергу, студенти мають змогу об'єктивно отримати реальну картину засвоєння своїх знань та оцінити їх більш реалістично, мають стимул бути уважнішими під час лекційних занять і ретельно готуватися кожного практичного заняття.

Таким чином, он-лайн тестування з використанням платформи Classtime дає можливість урізноманітнити процес визначення рівня підготовки англійських студентів за умов дистанційного формату навчання, забезпечити контроль якісної та кількісної успішності, налагодити зворотній зв'язок «викладач – студент».

Список використаних джерел

1. Завізіон В.Ф. Дистанційне навчання: можливості та проблеми в умовах карантину. *Медичні перспективи*. 2020. Т.25, № 2. С. 4–12.
2. Лукіна Т.О., Проник В.В. Особливості диференційованого тестування студентів дистанційної форми навчання. *Гуманітарний вісник ДВНЗ "ПереяславХмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди"*. Спец. Вип. "Індивідуалізація і фундаменталізація навчального процесу в умовах євроінтеграції", 2007. С. 203–208.

Кузишин М.М., Мазуренко Ю.С., Мойсеєнко М.І., Остапович Н.В.

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАЙБУТНІХ ТА ДІЮЧИХ ПРАЦІВНИКІВ СФЕРИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ПРИ ВИВЧЕННІ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК СКЛАДОВОЇ ЕСОЗ

Івано-Франківський національний медичний університет, Івано-Франківськ

mkuzyshyn@ifnmu.edu.ua , yumazurenko@ifnmu.edu.ua

У контексті академічного середовища цифрова компетентність визначається як спроможність використовувати теоретичні засади, проводити дослідження та експерименти, а також застосовувати потрібні знання, уміння та навички для організації, впровадження, оцінювання та постійного вдосконалення навчальних процесів, що базуються на інформаційно-комп'ютерних технологіях. Цифрова компетентність виходить за межі одного аспекту людського життя та охоплює різноманітні сфери соціальних взаємодій. Ця навичка повинна бути розглянута як ключовий компонент для адаптації і прогресу в епоху цифрових технологій [1].

З 2016 року, в рамках медичної реформи, було розпочато широке впровадження цифрових технологій у галузь охорони здоров'я. Ціль цифровізації медицини полягає у доступності та високій якості медичних послуг. З державною підтримкою розроблено електронну систему eHealth. Це вимагало забезпечення всіх медичних закладів комп'ютерами з встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням та доступом до інтернету. Лікарі були змушені освоїти роботу з eHealth: вести електронну медичну документацію, вносити та знаходити необхідні дані. Українські розробники створили медичні інформаційні системи, які були інтегровані з системою eHealth і спрямовані на оптимізацію роботи медичної галузі. Таким чином, лікарям необхідно навчитися працювати з різними модулями цих інформаційних систем, тобто набути певних цифрових компетентностей.

Однією з ключових педагогічних проблем, яка виникає у цьому контексті, є побудова ефективного навчального курсу з інформаційних технологій [2]. Завдання стає ще

складнішим, коли враховуємо потребу інтегрувати цифрову грамотність в навчальні програми, що є відповіддю на вимоги сучасного ринку праці. Отже, викладачам та розробникам навчальних програм потрібно знайти способи інтеграції цифрових компетенцій у навчальний процес так, щоб студенти могли успішно застосовувати ці навички у своїй майбутній професійній діяльності.

У контексті реформ медичної освіти і розвитку медичних технологій медичні інформаційні системи, зокрема МІС Doctor Eleks, надають прогресивні та широкі можливості для їх інтеграції. Вони підтримують безпечний обмін даними, підключення DICOM-сумісного обладнання, інтеграцію зі зовнішніми лабораторіями, страховими компаніями тощо. Вони призначені для автоматизації всіх основних процесів, пов'язаних із роботою медичних установ загальної і вузької спеціалізації, а також дозволяють налагодити електронний документообіг, гнучко вибудовувати роботу з пацієнтами, вести оперативний облік роботи персоналу, контролювати всі організаційні і фінансові питання. Для ефективного використання цих систем потрібно вирішити ще одну педагогічну проблему, яка полягає в тому, щоб інтегрувати практичне використання сучасних інформаційних систем у навчальний процес. Практичні заняття з інформаційних технологій повинні поєднувати теоретичне та симуляційне навчання в умовах, наближених до реальних. Це не тільки формує фахові цифрові компетентності, але і покращує мотивацію до навчання, що в майбутньому призведе до суттєвого зменшення помилок у медичній практиці молодих спеціалістів.

У контексті цифрової трансформації медичної сфери роль вищих навчальних закладів стає критично важливою. Це передбачає підготовку майбутніх працівників охорони здоров'я, які не тільки володіють медичними знаннями і навичками, але й вміють ефективно використовувати цифрові технології для забезпечення високої якості медичного обслуговування. Так само медичні працівники повинні постійно оновлювати свої цифрові навички, щоб залишатися актуальними і конкурентоспроможними.

Таким чином, формування цифрової компетентності у майбутніх та діючих працівників сфери охорони здоров'я є ключовим фактором, що впливає на якість надання медичних послуг. Вивчення медичних інформаційних систем в рамках існуючих курсів інформаційних технологій є критично важливим. На думку авторів, у найближчому майбутньому необхідно буде докласти значних зусиль у співпраці з розробниками медичних програмних продуктів для створення спеціалізованих навчальних інструментів, оскільки адаптація до нових технологій та підвищення цифрової грамотності – це важливі кроки до ефективною цифровою трансформації медичної галузі.

Список використаних джерел

1. Global strategy on digital health 2020-2025. World Health Organization (2021). Retrieved from <https://www.who.int/docs/default-source/documents/g4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf>
2. Івашук О.В., Івашук Д.О. Використання медичних інформаційних систем у фаховій підготовці майбутніх лікарів. *Науковий вісник Ужгородського університету: збірник наукових праць. Серія: Педагогіка. Соціальна робота.* 2021. Вип. 1 (48). С. 166-169.

Микитюк О.Ю.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ І АСТРОНОМІЇ У МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua

Студенти медичного коледжу – це потенційні студенти медичного університету. Саме тому викладанню природничих дисциплін для них приділяється особлива увага. В процесі вивчення фізики, що включає в себе не тільки важливі та загальні наукові концепції, демонструються зв'язки між фундаментальною наукою та реальними явищами, пов'язаними зі здоров'ям і фізіологією. Студенти пізнають фізику не тільки як вчення про неживу матерію, а як і науку про людину. До вивчення функціонування людського організму можна застосувати практично всі розділи фізики, на цьому в навчальному процесі робиться акцент і фізика постає у образі фізики життя.

Наприклад, при вивченні явищ поверхневого натягу, перше «біологічне» питання, яке ми розглядаємо, — чому дрібні комахи можуть ходити по воді, а люди — не можуть. Поняття поверхневого натягу вводиться шляхом демонстрації металевої скріпки, що лежить на поверхні води. Потім ми обговорюємо природу рідин і те, що наслідком міжмолекулярного притягання є тенденція до мінімізації площі поверхні і, отже, поверхневого натягу. Звичайно, існує сила, пов'язана з поверхневим натягом, яка утримує нашу скріпку проти сили тяжіння. Тут можна розглянути ще й інші питання, наприклад: від яких геометричних властивостей тіла повинна залежати ця сила? Ми дізнаємося, що сила тяжіння пропорційна масі об'єкта і це дає відповідь на наше початкове запитання: якщо ми уявимо, що організми збільшуються в розмірах, сила тяжіння збільшується набагато більше, ніж сила, яку може створити поверхневий натяг. Це пояснює, чому ми не знаходимо великих тварин, які можуть ходити по воді як комахи.

Гарним прикладом використання фізичних знань для розуміння функціонування живих організмів є так зване біомеханічне масштабування, яке дає розуміння, чому такі непропорційні кістки у різних тварин. Пояснення з точки зору законів фізики наступне. Сила

тяжіння пропорційна масі і, отже, довжині в кубі, тоді як міцність кісток або балок загалом пропорційна площі їх поперечного перерізу, а отже, квадрату довжини. Щоб уникнути розчавлення, більшим тваринам потрібні непропорційно ширші кістки.

Вивчення магнітних і електричних полів, струмів провідності і причин виникнення вихрових струмів, поляризації діелектриків дозволяє зрозуміти механізми утворення тепла в організмі людини при прийманні електролікувальних процедур.

Вважаю, що вивчення фізики в наближенні до життя допомагає студенту значно краще зрозуміти і опанувати цю дисципліну.

Микитюк О.Ю., Шинкура Л.М.

МІЖПРЕДМЕТНА ІНТЕГРАЦІЯ ФІЗИКИ І МАТЕМАТИКИ В МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua , shinkura.l.m@bsmu.edu.ua

Підготовка фахових молодших бакалаврів фармації і медсестринства передбачає засвоєння студентами коледжу ряду дисциплін природничого профілю, зокрема фізики і математики, без яких становлення фахівця не є можливим. Коли ми говоримо про інтеграцію цих дисциплін, то маємо на увазі те, що взаємозв'язки цих дисциплін прослідковуються на різних етапах навчального процесу, при цьому зберігається послідовність у вивченні дисциплін, відносна самостійність та логічність структури фізики і математики.

Як історично, так і в наш час, досягнення в медицині і фармації в значній мірі обумовлені досягненнями фізичної науки, тому для опанування профільних дисциплін студенти мають отримати ґрунтовні знання з фізики. Фізика, як відомо, має своїм інструментом математику, тому знання математики сприяє не тільки розвитку логічного мислення, точності у прийнятті рішень, а й вивченню фізики.

Тісні зв'язки фізики і математики є особливо важливими у даний період, адже студенти першого курсу – це школярі, які протягом останніх двох років навчалися дистанційно і прогалини у освіті зменшуються методом інтеграції дисциплін.

Розглянемо приклади взаємодії тем фізики і математики у процесі вивчення фізики. Оскільки навчальною програмою з фізики і астрономії передбачено проведення практичних і лабораторних занять в процесі виконання яких потрібно вміти проводити обчислення фізичних величин і знаходити похибки вимірювань, то знання дійсних чисел і проведення дій



з ними та знаходження відсотків забезпечує математика. Фізика потребує знань про скалярні і векторні величини, про дії з векторами. Цього потребують теми, де вивчається механічний рух та його різновиди, основна задача механіки та способи її розв'язку у кінематиці, різні види руху тіла (рівноприскорений, по колу, під кутом до горизонту), що перекликається з вивченням векторів та координат у просторі у математиці, а також з вивченням числових функцій і вмінням будувати графіки функцій.

Вивчення гармонічних механічних і електромагнітних коливань потребує знань тригонометричних функцій, а вивчення законів відбивання і заломлення світла неможливе без знань про паралельність і перпендикулярність прямих і площин у просторі. Знаходження фізичних величин при розв'язуванні задач передбачає вміння працювати з степеневими і показниковими функціями, знаходити розв'язки квадратних рівнянь і системи алгебраїчних рівнянь.

Тому вважаю, що вивчення фізики – як теоретичне, так і практичне – також сприяє поглибленню практичних вмінь з математики і є корисним для обох дисциплін.

Никитюк С.В., Кошелева Н.В.

ІНТЕГРОВАНЕ НАВЧАННЯ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ МЕДИЧНИХ ФАХІВЦІВ

Чернівецький медичний фаховий коледж, м. Чернівці

svetanyky@gmail.com , nataliya.kosheleva@gmail.com

Суспільство, в якому ми живемо, весь час розвивається та змінюється. Сучасний світовий освітній простір постійно поповнюється новим змістом знань, новими кваліфікаційними ознаками. Виникають нові сфери відносин, нові спеціальності, які формують нові дисципліни. Фахова передвища освіта України перебуває у стадії реформування. Це обумовило пошук нових форм та технологій навчання.

Світ, в якому живе людина, стає складним і суперечливим. Щоб виробити розумну стратегію власного життя в ньому, необхідно мати досить високий інтелектуальний і творчий потенціал, високий професіоналізм, тому одним з найважливіших завдань фахової передвищої школи є особистісний і професійний розвиток студентів. Педагогічна практика вимагає створення відносно простого і, в той же час, максимально універсального інструментарію здійснення особистісного і професійного розвитку студентів.

На даний час в освітній практиці найбільш часто використовуються різні педагогічні технології: структурно-логічні, інтеграційні, професійно-ділові ігрові, інформаційно-комп'ютерні, діалогово-комунікаційні технології, тренінгові засоби.

Диверсифікація навчальних технологій дозволяє активно і результативно їх поєднувати через модернізацію традиційного навчання та переорієнтацію його на ефективне, цілеспрямоване. За такого підходу відбувається акцентування на особистісному розвитку майбутніх фахівців, здатності оволодіти новим досвідом творчого і критичного мислення, рольового та імітаційного моделювання пошуку вирішення навчальних завдань та ін.

Є певна невідповідність між рівнем природничо-наукового мислення майбутніх медичних фахівців і вимогамИ нашого суспільства. Студенти погано орієнтуються в тому, що покладено в основу як означення, що є результатом досліду та на що слід дивитися як на теоретичне узагальнення цих дослідних знань. Буває й так, що нові факти оцінюються як самоочевидні наслідки, і тому глибоке їх значення залишається неусвідомленим чи навпаки, різне формулювання однакових положень сприймається як різні закономірності. Одна з причин полягає в тому, що традиційна освіта скерована значною мірою на збагачення пам'яті студентів, а не на розвиток їхніх розумових здібностей.

Інтегроване навчання – це сукупність послідовних та взаємопов'язаних дій викладача та студента. Вони спрямовані на формування цілісної картини світу на основі об'єднання навчального матеріалу з різних освітніх галузей (навчальних предметів). При реалізації завдань інтегрованого навчання, інтеграція розглядається не як механічне об'єднання окремих питань з різних навчальних предметів (дисциплін), а як їх органічне взаємопроникнення. Воно дає якісно новий результат, нове системне й цілісне утворення – формування цілісної картини світу.

Практична реалізація ідеї інтегрованого навчання матиме й додатковий ефект, що сприяє розвитку емоційного ціннісного ставлення студентів до навчання, оскільки вони краще розумітимуть навчальний матеріал саме на міжпредметній основі, на взаємозв'язках з повсякденною діяльністю людини, що є запорукою успішного формування не тільки предметних компетентностей студентів, але й фахових та ключових, зокрема, вміння вчитися та застосовувати набуті знання.

Поява інтегрованого навчання, як інноваційного явища, та впровадження його в педагогічну практику викликано нагальною потребою у формуванні інтегративного типу мислення у сьогоднішніх студентів для їх подальшої успішної адаптації і конкурентоздатності в сучасних умовах.

«Фізика і астрономія» та «Основи біологічної фізики та медична апаратура» – дві дисципліни, що займаються дослідженням світу, але з різних підходів. «Фізика і астрономія» вивчає найбільш загальні закони, які описують природу, тоді як «Основи біологічної фізики та медична апаратура» застосовує ці закони для дослідження живих систем. Інтеграція цих двох дисциплін може допомогти студентам краще зрозуміти як працюють живі системи та які фізичні закони регулюють їх функціонування.

Наприклад, фізичні закони можуть допомогти студентам зрозуміти, яким чином сили, які діють на клітини, впливають на їх структуру та функції. Розуміння термодинаміки може допомогти студентам зрозуміти, які енергетичні процеси відбуваються в клітинах, органах та організмах, і як ці процеси впливають на життєві функції

Крім того, фізичні знання можуть бути використані для розуміння того, як технології, засновані на фізичних законах, можуть бути застосовані в біології. Наприклад, використання магнітних полів може бути застосоване для сортування та виділення клітин, а оптичні технології можуть бути використані для дослідження структури біомолекул.

Більше того, вивчення медичної апаратури включає дослідження різних методів діагностики та лікування за допомогою фізичних принципів: використання ультразвуку для діагностики хвороби та визначення ступеня розвитку, використання лазерів для знищення пухлин, застосування радіаційної терапії для лікування онкологічних захворювань тощо.

Інтегрований підхід у навчанні «Фізики і астрономії» та «Основи біологічної фізики та медична апаратура» може відкривати нові можливості для студентів у розвитку науки та технологій, пов'язаних з біологією та медициною. Наприклад, дослідження процесів, пов'язаних з фізико-хімічними властивостями клітинних мембран, може привести до розробки нових методів лікування різних захворювань, таких як серцево-судинні хвороби та діабет. Дослідження взаємодії світла з тканинами може привести до розробки нових методів зображення та діагностики.

Крім того, знання отримані при вивченні інтегрованого курсу можуть бути корисним для розробки нових матеріалів, які можуть бути використані в біологічних системах, таких як імпланти, протези та біосенсори. Такі матеріали можуть мати покращені функціональні властивості, що робить їх більш ефективними в лікуванні та діагностиці захворювань.

Отже, інтеграційні процеси в фаховій передвищій освіті тривають і вносять ефективні зміни у традиційну систему освіти, урізноманітнюють види діяльності, які посилюють пізнавальний інтерес студентів, що сприяє всебічному розвитку особистості та формуванню конкурентно-спроможних фахівців. Перед кожним з нас відкриваються два шляхи: жити

минулими досягненнями, не помічаючи кардинальні зміни у світі та суспільстві, або прагнути до змін і проводити їх, застосовуючи новітні освітні технології.

Список використаних джерел

1. Медведюк Є.К. Реалізація міжпредметних звязків як умова інтеграції змісту освіти. Біологія, 2004, №9 с. 2-5.
2. Мітрасова О. П. Інтеграційні процеси в науці та освіті. *Нова парадигма*. 200. Вип. 65 (Ч. 1). С. 329-335
3. Якимова Л.А. Активізація навчального процесу у сучасній вищій школі: Методю огляд. Київ : ДП Вид. Дім «Персонал», 2010. с.3, 5
4. Засєкіна Т. М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика: монографія. Київ: Педагогічна думка, 2020. 400 с.
5. Саух П.Ю. Інновації у вищій освіті: проблеми, досвід, перспективи. Монографія. Житомир : ЖДУ ім. В. Франка, 2011.319 с.

Олар О.І.

РОЛЬ STEM-КОМПОНЕНТ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ-ФАРМАЦЕВТІВ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

olena.olar@bsmu.edu.ua

Одним з актуальних напрямків модернізації системи освіти та впровадження компетентісного підходу є STEM-освіта. Вимоги сучасного ринку праці вимагають всебічно розвиненого і компетентного фахівця, здатного вирішувати актуальні, складні та міждисциплінарні задачі, використовуючи інноваційні підходи, а це, в свою чергу, можливо лише за умови, якщо здобуваючи освіту майбутній фахівець відповідально поставився до STEM-компонент, наявних в освітніх програмах, які відповідають Стандартам освіти відповідної галузі.

STEM-компоненти широко представлені у медико-фармацевтичній освіті. Але здобувачі медичної та фармацевтичної освіти, на жаль, усвідомлюють їх важливість на етапі завершення навчання, вивчаючи фахові компоненти. Основні STEM-компоненти в освіті медика та фармацевта – природничо-математичний блок дисциплін, а також інформаційні технології.

Однією зі STEM-компонент у навчальному процесі студента-фармацевта є дисципліна «Біологічна фізика з фізичними методами аналізу». Саме при вивченні цієї дисципліни у студента-фармацевта формуються знання, вміння, навички та компетенції, які необхідні для опанування фахових дисциплін та майбутньої професії, особливо, якщо вона пов'язана з фармацевтичним виробництвом.

Наведемо деякі з них:

1. Знання

- методології проведення досліджень,
- границь використання методів,
- фізичних закономірностей, які є основою методів;
- принципів роботи обладнання,
- елементів метрології та стандартизації та ін

2. Вміння

- синтезувати та аналізувати інформацію,
- знайти закономірність та використати наукові знання для отримання розв'язку конкретної задачі;
- знаходити міжпредметні зв'язки,
- знайти оптимальний метод дослідження та ін

3. Навички

- підготовки обладнання для роботи,
- проведення дослідження за визначеним алгоритмом,
- обробки результатів експерименту,
- самостійної роботи та роботи в команді та ін.

4. Компетенції

- абстрактного і аналітичного мислення,
- знаходження рішень для типових та нетипових завдань галузі, базуючись на арсеналі знань, вмінь та навичок, набутих при вивченні STEM-компонент,
- формування причинно-наслідкових зв'язків,
- неперервної освіти упродовж професійної кар'єри та ін.

Акценти на елементах STEM-освіти (напрямок природничо-математичної підготовки) у закладах вищої медичної та фармацевтичної освіти забезпечать ґрунтовнішу природничо-наукову підготовку майбутніх фармацевтів, як того вимагає сьогодення.

Олар О.І., Федів В.І., Іванчук М.А.

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

olena.olar@bsmu.edu.ua , fediv.volodymyr@bsmu.edu.ua ,

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується інформатизацією всіх сфер життя і діяльності людини. Стрімкий розвиток і впровадження інформаційних технологій забезпечили ефективний доступ до величезних інформаційних ресурсів, а також можливість зберігання, обробки та обміну великою кількістю різноманітної інформації. Пандемія COVID-19 змусила перейти сферу освіти, в цілому, і медичної освіти, зокрема, у дистанційний формат, який об'єктивно дозволив переоцінити можливості цифрових інструментів і систем дистанційного навчання. Вони не втрачають своєї актуальності і сьогодні, під час змішаного навчання [1,2].

Заклади вищої медичної освіти України обрали для себе різні цифрові інструменти (MS Teams, Google Meet, Zoom та ін.) для можливості проведення он-лайн лекцій, практичних занять та консультацій, у тому числі з іноземними студентами [3-5]. Основні вимоги, які висувалися до таких інструментів: інтуїтивно простий інтерфейс, можливість командної роботи, можливість ділитися необхідною інформацією, спілкуватися в чаті та ін.

Зокрема, значні переваги для дистанційного навчання надає підключення закладу вищої освіти до платформи Google Workspace for Education. Безперечно, найуживанішим додатком платформи став сервіс відеоконференцій Google Meet, що дозволяє проводити он-лайн лекційні та практичні заняття. Причому, при використанні Google Workspace for Education, зустріч Google Meet можна планувати одразу в групі Google Класу, а файли презентацій чи документів демонструвати на екрані доповідача безпосередньо з відповідних додатків Google Презентації та Google Документи. Використання з колегами спільного Google календаря полегшує створення загального розкладу кафедри, а при використанні Google Workspace for Education можна, крім того, планувати консультації зі студентами за допомогою надбудови «розклад зустрічей».

Взаємодія викладач-студент перейшла також на новий якісний рівень при використанні середовищ для дистанційної освіти. Педагогічні колективи змушені були значно розширити і якісно змінити або оновити контент, направлений на поточний і підсумковий контроль,

самостійну роботу студентів, максимально задіявши інструменти середовищ Moodle та Google Клас [6].

Таким чином, сучасні інформаційно-комунікаційні технології та інструменти які вони використовують, здатні вивести навчальний процес у закладах медичної освіти на новий рівень, підтримуючи його ефективність та прогрес.

Список використаних джерел

1. Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси: Наказ МОН України від 01.10.2012 № 1060. URL: <http://bit.ly/2XhoWsv>.
2. Сисоєва С.О., Осадча К.П. Стан, технології та перспективи дистанційного навчання у вищій освіті України. Інформаційні технології і засоби навчання, 2019, № 2, Том 70, С. 271-284.
3. Смагіна О.О. Дистанційні технології навчання як засіб підготовки фахівців в галузі інформаційних технологій в умовах пандемії Covid-19. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2021. С.214-216.
4. Риженко В.П., Дмитрієв В.С. Особливості використання хмарного сервісу MS Teams для організації взаємодії викладач-студент. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2021. С.216-218.
5. Сергієнко В.П., Романенко Т.В., Власенко В.М., Кочина А.В. Практичне удпровадження інформаційних технологій у процесі електронного навчання. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2021. С.221-222.
6. Кісельов Є.М. Розробка дистанційного курсу «Пристрої цифрової електроніки» на платформі Moodle. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2021. С.175-177.

Пастухова О.А., Бенца Т.М., Снісаревська Т.П., Гдаль В.А

ІННОВАЦІЙНІ ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ КОМУНІКАТИВНИХ НАВИЧОК ЛІКАРІВ-ІНТЕРНІВ ТЕРАПЕВТІВ

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ

xsenon26@gmail.com , bentsa_t@i.ua , taneris77@gmail.com volodymyr.hdal@gmail.com

Необхідною складовою підготовки медичних фахівців у частині професійних і загальних компетентностей є формування комунікативних навичок майбутніх лікарів-терапевтів. Застосування інноваційних педагогічних технологій має сприяти закріпленню у свідомості лікарів-інтернів важливості комунікативної культури для подальшої професійної діяльності. Лікар-інтерн повинен володіти загальними та специфічними комунікативними навичками, які дозволяють успішно встановлювати контакт зі співрозмовником, керувати ситуацією взаємодії з ним, знаходити спільні рішення конфліктних ситуацій. Професійна

діяльність лікаря потребує розвинутого вміння адекватно орієнтуватися в численних комунікативних ситуаціях, вимагає від нього самостійної практичної діяльності, пов'язаної з творчою активністю, пошуком можливостей реалізації її результатів, автономною здатністю приймати рішення та адаптуватись до нестандартних ситуацій. Комунікативні навички є важливою складовою загальних і професійних компетентностей майбутніх лікарів-терапевтів для досягнення сприятливої атмосфери в колективі, вміння керувати роботою середнього медичного персоналу, демонстрування соціальної активності та відповідальної громадянської позиції у лікарській діяльності та кар'єрного зросту в цілому.

Ефективна комунікація в медичній практиці є ключовим елементом спілкування між лікарем-терапевтом, пацієнтом та його представниками, що значно поглиблює рівень взаєморозуміння та взаємоповаги, сприяє поліпшенню персональної взаємодії, покращенню результатів лікування та підвищенню задоволення пацієнтів від наданої медичної допомоги в кінцевому результаті. Врахування особливостей спілкування з різними категоріями пацієнтів (дорослі, люди літнього віку, люди з особливими потребами тощо) є важливим елементом комунікативного процесу взаємодії для майбутніх лікарів-терапевтів. Важливими комунікативними рисами майбутніх лікарів також є вільне володіння мовою за будь-яких ситуацій, вміння заспокоїти, переконати будь-якого учасника комунікативного процесу. Розвиток емпатії та уміння вислуховувати пацієнтів є ключовими аспектами комунікативних навичок, які можуть бути розвинуті за допомогою спеціально розроблених навчальних програм та тренінгів.

Використання на заняттях новітніх інформаційно-комунікаційних технологій навчання дозволяє забезпечити ефективне формування професійної комунікативної культури лікарів-інтернів. До таких технологій належать діалогічні і соціально-психологічні тренінги, імітаційні сюжетно-рольові ігри, симуляції клінічних ситуацій та тренінги спілкування, симуляційні тренування та інтерактивні групові вправи, які забезпечують вплив на мотиваційну, пізнавальну й емоційно-вольову сфери особистості. Поряд з цим, практика спілкування з реальними пацієнтами під керівництвом досвідчених викладачів та лікарів-менторів ще в більшій мірі сприяє формуванню комунікативних вмінь і дозволяє майбутнім лікарям здобути цінний практичний досвід.

У підсумку, застосування інноваційних педагогічних технологій в освітньому процесі з метою формування і удосконалення комунікативних навичок значно підвищує спроможність лікарів-інтернів до організації та менеджменту професійної діяльності, колективної роботи, зокрема у міждисциплінарній та інтернаціональній командах, вміння

брати участь у різних формах клінічної і науково-практичної комунікації у сфері внутрішньої медицини та охорони здоров'я загалом.

Пилипенко О.О.

ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Донецький національний медичний університет, м. Кропивницький, Україна

Pilipenkoolena1@gmail.com

Сучасне навчання здобувачів вищої освіти проходить в умовах комп'ютеризації із застосуванням різних інформаційних технологій.

Для візуалізації та розуміння певних процесів та явищ доцільно використовувати наочності та відео-демонстрації. Для того, щоб мати змогу продемонструвати та унаочнити необхідний матеріал, викладач повинен вміти користуватися певними комп'ютерними програмами та засобами їх управління [1, с.98].

Для кожної дисципліни можна підібрати певні інформаційні техніки, комп'ютерні програми, які є універсальними у користуванні, для зацікавлення студентів та організації їх навчального процесу. Такими є різні онлайн дошки: Jamboard, Canva та ін. [2]. Також створення дорожньої карти предмету з допомогою «Educational Roadmap» [3], постановка цілей та кроки для їх досягнення з допомогою ««OKR – Objective & Key Results» [4] дають гарні результати співпраці між студентами та викладачем.

До кожної галузі науки існує ряд програм, які можна адаптувати до конкретного предмету у навчальному закладі. Такі комп'ютерні застосунки дають змогу покращити вміння та навички як педагога, так і здобувачів освіти.

Наприклад, на заняттях з медичної та біоорганічної хімії, для того, щоб мати змогу продемонструвати певні хімічні взаємодії між досліджуваними речовинами, можна залучити студентів для побудови молекул у програмах ChemSketch, PCmodel або Hyperchem [5, 6, 7]. В даних програмах можна відобразити різні типи атомів, зв'язки між ними, провести аналіз певних термодинамічних характеристик. Також, з допомогою цих застосунків можна змодельовати процес взаємодії сполук, визначити їх реакційні центри, перехідні стани, енергію активації. Тобто викладач не лише має змогу продемонструвати студентам певні хімічні сполуки, а й залучити їх до комп'ютерного моделювання. Використання програм для

проведення молекулярного докінгу на заняттях з біологічної хімії дають можливість наочно продемонструвати ферментну взаємодію білка з лігандом, показати активні центри, інгібування ферментативної дії.

Візуалізація молекул різних хімічних сполук допомагає в науковій роботі студентів та викладачів. Оскільки подання певних матеріалів у наукових доповідях, тезах та статтях буде більш зрозумілим, якщо зобразити необхідні структури та їх взаємодію у вигляді рисунків. Дані програми дозволяють зберегти необхідні зображення, щоб потім використовувати для наочності.

Моделювання певних процесів на заняттях хімії медичного спрямування, дає можливість поєднати різні теми та узагальнити, систематизувати знання, вміти застосовувати знання з інших дисциплін біологічного та медичного спрямування. Наприклад, біохімічні ферментативні процеси дуже добре зображуються в 3D форматі з допомогою певних програм для молекулярного докінгу.

Таким чином, сучасне навчання повинно бути націлене на застосування різних інформаційних технологій та комп'ютерних програм, оскільки розвиток освіти, науки та суспільства рухається в напрямку цифровізації та комп'ютеризації. Але для того, щоб таке навчання було ефективним, треба, щоб спочатку викладачі мали змогу опанувати сучасні програмні застосунки та інформаційні техніки.

Список використаних джерел

1. Prokopiv Liubov New information technologies as a means of intensification of students' scientific and research activities / L.Prokopiv// Contemporary technologies in the educational process. Katowice School of Technology. 2020. P. 97-106
2. Google Jamboard: можливості для дистанційного навчання
URL: <https://vseosvita.ua/news/google-jamboard-mozhlyvosti-dlia-dystantsiinoho-navchannia-36229.html>
3. Figma. Figma. URL: <https://www.figma.com/community/figjam>
4. What Are OKRs and How Do They Align Teams?. Betterworks.
URL: <https://www.betterworks.com/okrs/>
5. PCmodel 9.2 / Austin L., Gille Brendan C., Dutmer, Thomas M. Gilbert // *J. Am. Chem. Soc.* 2009. Vol.131, Is.15, P. 5714
6. Hyperchem 8.0. URL: <http://www.chemistry-software.com/hyperchem/>
7. Винник О. Ф. Застосування програмного засобу ACD/ChemSketch (Freeware) 12.0 для написання хімічних формул та моделювання хімічних процесів [Електронний ресурс] : навч. посіб. / О.Ф. Винник, О.М. Свечнікова, Т.Я. Грановська; за ред. Колісника С.В., Панайотової Т.Д.; МОН України, Харк. нац. пед. ун-т імені Г. С. Сковороди. Харків : ХНПУ, 2018. 92 с.

Полянська О.С., Полянський І.Ю., Гулага О.І., Москалюк І.І.
ПІДГОТОВКА ЛІКАРІВ ФІЗИЧНОЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО
СТАНУ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

okspolyan@ukr.net, ipolyanskiy@ukr.net, ipolyanska@ukr.net, opolyanska@ukr.net

Постійне збільшення кількості поранених та кількості внутрішньо переміщених осіб, в яких у нових умовах їхнього проживання під впливом стресових ситуацій загострилися хронічні чи виникли гострі захворювання, потребує тривалих реабілітаційних заходів ([1], [2]). Післядипломна підготовка лікарів за спеціальністю «Фізична та реабілітаційна медицина» в Україні тепер проводиться в інтернатурі та на 4-х місячних циклах вторинної спеціалізації. 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. Лікарі-слухачі повинні знати, що реабілітація проводиться мультидисциплінарною реабілітаційною командою (МДРК), яка представляє собою організаційно оформлену, функціонально виокремлену групу фахівців з реабілітації, що об'єднані спільними метою та завданнями реабілітації та надають реабілітаційну допомогу високого та середнього обсягу в стаціонарних та амбулаторних закладах у гострому, післягострому та довготривалому реабілітаційних періодах [3]. МДРК очолює лікар фізичної та реабілітаційної медицини, який відповідає за організацію роботи команди, виконання індивідуального реабілітаційного плану та інших завдань, покладених на команду. Професійний та кількісний склад команди залежить від особливостей обмеження повсякденного функціонування особи, яка потребує реабілітації, а також від специфіки реабілітаційного закладу, відділення, підрозділу. Склад МДРК повинен відповідати потребам особи, яка проходить реабілітацію. До складу МДРК в реабілітаційних закладах, відділеннях, підрозділах можуть входити лікарі-спеціалісти відповідного профілю, а також, у разі необхідності, інші фахівці, які відповідають кваліфікаційним вимогам, встановленим законодавством. Формою роботи МДРК є збори, на яких за результатами реабілітаційного обстеження розробляється індивідуальний реабілітаційний план, розглядаються результати моніторингу та оцінки виконання плану і здійснюється його коригування. Збори можуть проводитися як за особистої присутності членів команди, так і дистанційно з використанням інформаційних технологій, що

забезпечують дотримання лікарської таємниці та інших вимог законодавства щодо захисту персональних даних. 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 [4]. 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 [5,6].

Використання іноваційних технологій на циклі спеціалізації з фізичної та реабілітаційної медицини дає можливість освоїти теоретичний і практичний матеріал та сприяють підвищенню рівня підготовки слухачів, що дасть можливість ефективно проводити реабілітацію при травмах і пораненнях.

Список використаних джерел

1. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2021, № 8, ст.59) {Із змінами, внесеними згідно із Законами № 1962-IX від 15.12.2021, № 2347-IX від 01.07.2022, № 2494-IX від 29.07.2022}}». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1053-20#Text>
2. Постанова КМУ «Деякі питання організації реабілітації у сфері охорони здоров'я» 02.01.23. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uriad-priyiniav-postanovu-spriamovanu-na-pidtrymku-osib-iaki-potrebuiut-reabilitatsii>
3. Біла Книга з Фізичної та Реабілітаційної Медицини (ФРМ) в Європі. *Український журнал фізичної та реабілітаційної медицини*, 2018. 2(2), 113-144. URL: <http://www.whitebookprn.eu/wp-content/uploads/2019/03/WB-2018-3rd-Edition-UA-fin.pdf>
4. Полянська О.С., Полянський І.Ю. Нові підходи оцінювання навчальних результатів у студентів. *The scientific method*. 2017. №13(13). С.47-50.
5. Постанова КМУ від 16.12.2022 №1462 «Деякі питання організації реабілітації у сфері охорони здоров'я»; URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1462-2022-%D0%BF#Text>
6. Постанова КМУ від 27 грудня 2022 №1464 Порядок реалізації державних гарантій медичного обслуговування населення у 2023 році. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1464-2022-%D0%BF#Text>

Ризничук М.О.

ВИКОРИСТАННЯ СИТУАЦІЙНИХ ЗАВДАНЬ У ВИВЧЕННІ МЕДИЧНОЇ ГЕНЕТИКИ СТУДЕНТАМИ IV КУРСУ МЕДИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

rysnichuk.mariana@gmail.com

Вступ. Основна мета сучасної медичної освіти – необхідність зміцнення практичного аспекту підготовки майбутніх лікарів, зменшення розриву між теоретичними знаннями і клінічною практикою, а також якісне післядипломне навчання при збереженні відповідного рівня теоретичних знань. Класична система вищої медичної освіти не в змозі повністю вирішити проблему практичної підготовки лікарів. Основними перешкодами на цьому шляху є відсутність постійного зворотного зв'язку між учнем та викладачем, неможливість практичної ілюстрації цілого ряду клінічних ситуацій впродовж навчання [1].

Новітня стратегія модернізації вищої медичної освіти потребує впровадження сучасного викладання предметів, а також використання інтерактивних методів навчання з впровадженням інформаційно-освітніх веб-технологій, що приведе до якісної зміни педагогічного процесу [2].

Сучасна медична освіта як на додипломному, так і післядипломному етапі підготовки лікарів має сприяти формуванню активного процесу навчання, розвитку здібностей до самонавчання, запам'ятовування, систематизації засвоєного матеріалу та здатності використовувати ці знання на практиці [3].

Ключові слова: медична генетика, студенти, 4-й курс, викладання.

Метою нашого дослідження було впровадження методу ситуаційного завдання студентам 4-го курсу медичних факультетів при вивченні модулю «Медична генетика».

Основна частина. На сучасному етапі у Буковинському державному медичному університеті студенти усіх факультетів навчаються за кредитно-модульною системою. Викладачі кафедри педіатрії та медичної генетики, у своїй роботі зі студентами, використовують один з методів імітаційного навчання – ситуаційні завдання. Цей метод дозволяє втілити теоретичні знання в практику.

За основу ситуаційного завдання береться конкретний хворий, відібраний викладачем. Тобто, береться за основу реальна історія хвороби, без розголошення персональних даних хворого. Проводиться розбір даного захворювання, аналізуються

особливості перебігу даної хвороби в конкретного пацієнта, визначаються можливі ускладнення. До кожного ситуаційного завдання розробляється перелік запитань.

Особливо це корисно при розборі генетичних хворих, так як вони трапляються досить рідко. Викладач готує інформацію про пацієнта, такою надається фото самого пацієнта або зображення відповідного захворювання для описання стигм дизембріогенезу. На основі скарг, анамнезу захворювання та життя, об'єктивного огляду студенти виставляють попередній діагноз та призначають необхідні діагностичні тести. Викладачем надаються результати діагностичних процедур, і після цього, студенти, у ході дискусії, виставляються остаточний діагноз хворому. Підбиваючи підсумки роботи студентів, викладач вказує на помилки студентам, та обґрунтовує даний діагноз.

Висновки. Методика вирішення ситуаційного завдання передбачає осмислення та/або вирішення питання про об'єм надання допомоги хворому, та проводиться дискусія. У процесі дискусії увага студентів концентрується на найважливіших питаннях та проблемах даного пацієнта у призмі захворювання. Це сприяє всебічному вирішенню проблеми, стимулює вміння аргументовано доводити свою власну думку в колективі. Окрім цього, при вирішення ситуаційних завдань, студенти вчаться шукати відповіді у різноманітних джерелах літератури.

Список використаних джерел

1. Каланжова О. М. Вплив симуляційного навчання на компетентність лікарів акушерів-гінекологів у веденні консервативних пологів при тазовому передлежанні плода. *Медична освіта*. 2018. № 3. С. 19–23.
2. Колдунов В. В., Клопоцький Г. А., Козлова Ю. В. та ін. Вплив психофізіологічних особливостей студентів III курсу на їх навчання на кафедрі патологічної фізіології ДЗ "ДМА". *Медичні перспективи*. 2018. Т. 23 (4). С. 11–15.
3. Кульбашна Я. А., Захарова В. О. Роль ігрової технології в удосконаленні процесу формування професійної лексичної компетентності майбутніх стоматологів. *Медична освіта*. 2018. № 1. С. 62–67.

Сбродова Г.О., Горова О.С., Чалий К.О.

ЕТАПНІСТЬ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ АБИТУРІЄНТІВ ТА СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ВНЗ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м.Київ

galsb@ukr.net

Базова математична компетентність є фундаментом для формування компетенцій щодо статистичної обробки даних медико-біологічних досліджень. Математична компетентність дозволяє розуміти основні математичні поняття, такі як змінні, величини,

функції, графіки тощо. Це є важливим для правильного розуміння статистичних методів та інтерпретації результатів медико-біологічних досліджень. Математичні знання допомагають у розумінні методів статистичного аналізу даних, таких як середнє значення, дисперсія, кореляція, регресія, інтервальні оцінки тощо. Ці навички дозволяють фахівцям сфери охорони здоров'я проводити аналіз зібраних даних та робити висновки на підставі цих аналізів. Базові математичні знання є важливими для ефективного планування медико-біологічних досліджень. Це включає розуміння статистичного розподілу даних, вибір оптимального обсягу вибірки, визначення контрольних груп, розрахунок статистичної потужності та впливу різних факторів на результати дослідження. Математичні компетенції абітурієнтів та студентів медичних ВНЗ сприяють розвитку у них критичного мислення, що є необхідним для критичного оцінювання статистичних методів та адекватної інтерпретації початкових матеріалів із теоретичних та клінічних дисциплін. Це допомагає уникати помилкових висновків та робити обґрунтовані висновки на основі наявних даних.

Сталість, неперервність та етапність формування навичок математичного та статистичного аналізу у абітурієнтів та студентів НМУ імені О.О. Богомольця забезпечується викладанням відповідних розділів та тем під час навчання абітурієнтів на Підготовчих курсах НМУ та, в подальшому, під час опанування студентами змістових модулів в рамках дисциплін «Медична та біологічна фізика» і «Медична інформатика» (для спеціальностей 221 “Стоматологія”, 222 “Медицина”, 225 “Медична психологія”, 228 “Педіатрія”), «Вища математика та статистика» та «Інформаційні технології у фармації» (для спеціальності 226 “Фармація, промислова фармація”).

Враховуючи перспективи участі студентів у студентській науковій роботі та важливості розуміння математичного та статистичного понятійного апарату медичних досліджень та публікацій у наукових виданнях особливу увагу приділяється роз'ясненню наступних тем: «Основи математичної обробки медико-біологічних даних», «Вивчення медичних даних методами математичної статистики», «Комп'ютерні програми для статистичної обробки даних».

Базова математична компетентність є основою для розуміння та використання статистичних методів у медико-біологічних дослідженнях. Вона дозволяє проводити аналіз та інтерпретацію даних, планувати експерименти та розвивати критичне мислення для правильного використання статистичних методів.

Фадєєв П.В., Ступаєнко А.С.

СИМУЛЯЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНОГО ЗВО

Харківський національний медичний університет, м. Харків

pv.fadieiev@kntu.edu.ua , astupaenko.2m19@kntu.edu.ua

Технології ніколи не стоять на місці, світ змінюється, а з ним змінюються і методи навчання та викладання в вищих навчальних закладах. Симуляційне навчання дозволяє студентам застосовувати знання та відпрацьовувати навички без страху завдати шкоди справжньому пацієнту, дає змогу зосередитись саме на правильності, поетапності вирішення поставленої задачі. Використання симуляційних технологій надає можливість здобувачам вищої медичної освіти розвивати клінічне мислення, детально пропрацювати різні види сценаріїв, приймати рішення та формувати позитивні мотиви, що підвищує ефективність навчання. Проте рівень обізнаності та сприйняття студентами симуляційного залишається невизначеним.

Мета роботи. Підвищити ефективність симуляційного навчання та визначити ставлення студентів до дисципліни «Симуляція в медичній освіті» після її вивчення.

Матеріали й методи. Проведено анонімне анкетування студентів 4 курсу на кафедрі медицини невідкладних станів, анестезіології та інтенсивної терапії Харківського національного медичного університету після вивчення дисципліни «Симуляція в медичній освіті». 75% респондентів становили жінки (15 респондентів) та 25% чоловіки (5 респондентів). Вік студентів: 19-21 роки – 90% (18 респондентів) та 22-24 років – 10% (2 респондента). Викладання дисципліни проходилося онлайн з застосуванням симуляційних технологій. Студенти відповіли на 16 питань анкети, які стосувалися їх очікувань від дисципліни, ставлення в цілому до навчання з використанням симуляційних технологій та впливу симуляційного навчання на студентів.

Результати й обговорення. Середню медичну освіту не мали 95% студентів (19 респондентів). Досвід роботи в медичній сфері був у 25% (5 студентів). Студенти, дізнавшись про те що, дисципліна пройде в дистанційному режимі, 40% (8 респондентів) вважали що буде лише вивчення теоретичного матеріалу та опитування, 30% (6 респондентів) очікували вирішення ситуаційних задач, перегляд презентацій та відео, 25% (5 респондентів) передбачували вивчення алгоритмів надання екстреної медичної допомоги, 5% (1 респондент) очікував перенесення дисципліни на інший час за можливості

очного навчання. Проте 85% здобувачів вищої освіти (17 респондентів) залишилися задоволені вивченням дисципліни онлайн, беручи до уваги, що очне навчання неможливе у зв'язку з воєнними діями. 95% (19 студентів) вважають, що знання, які вони отримали під час вивчення дисципліни «Симуляція в медичній освіті» (за умов військового стану) корисні та практично-орієнтовані.

17 студентів (85%) вважають себе більш підготовленими до подальшого навчання за допомогою симуляційних технологій у майбутньому. 70% (14 респондентів) погодилися з необхідністю збільшення часу симуляційного навчання на клінічних кафедрах навіть за умови онлайн навчання. 85% опитуваних відзначили, що навчання з застосуванням симуляції було більш успішним порівняно з вивченням лише теоретичного матеріалу. Значний відсоток студентів 95% (19 студентів) погоджуються, що симуляційне навчання вкрай важливе в медичній освіті та 90% (18 студентів) порадили б обрати цю дисципліну молодшим курсам.

Висновки. Симуляційне навчання є дуже важливою складовою в навчанні та закріпленні теоретичних знань у майбутніх лікарів. Підвищення ефективності симуляційного навчання очікується за рахунок кращої підготовки студентів до подальшого навчання з залученням симуляційних технологій. Значна частина студентів задоволена проходженням дисципліни «Симуляція в медичній освіті» і радить її іншим здобувачам вищої освіти.

Федів В.І.

МЕДИЧНА І БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА ЯК ОСНОВА ЕФЕКТИВНОГО ОПАНУВАННЯ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО ЛІКАРЯ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

fediv.volodymyr@bsmu.edu.ua

Медицина має свою історію становлення та еволюції, але ці зміни безпосередньо пов'язані з розвитком природничих наук. Завданням медичної освіти є забезпечення громадян якісною медичною допомогою через високий рівень підготовки медичних фахівців. Для успішного вирішення цієї задачі необхідне використання сучасних методів наукового пізнання. Освітній процес можна розглядати як комбінацію фундаментальних та фахових дисциплін. Необхідність і зміст навчальної дисципліни в освітньому просторі визначається її положенням у структурно-логічній схемі взаємозв'язків з іншими дисциплінами.

Фундаментальність освіти майбутнього лікаря забезпечується насамперед

фундаментальними навчальними дисциплінами (загальноприродничими та професійно зорієнтованими), які, надаючи базові знання, формують основу професійної діяльності випускника. Базові професійні знання закладаються у загальноприродничих дисциплінах, тому одним із дійових засобів підвищення професійної підготовки фахівця є саме фундаменталізація професійних знань [1].

Важливою складовою базової підготовки майбутнього медика є медична та біологічна фізика, оскільки ця дисципліна є:

- 1) основою для інновацій у медицині;
- 2) основою STEM-освіти фахових дисциплін;
- 3) основою для встановлення причинно-наслідкових зв'язків у діагностиці та лікуванні;
- 4) основою експериментальних досліджень.
- 5) основою розвитку природничо-наукового мислення студентів.

При визначенні методів та способів навчання дисципліни медична та біологічна фізика з метою подальшого використання набутих знань для ефективного опанування фахових компетентностей майбутнього лікаря необхідно розглядати людину як єдиний об'єкт дослідження.

Наведемо декілька прикладів щодо формулювання цілей занять з дисципліни «Медична та біологічна фізика» з метою в подальшому усвідомленого передбачення наслідків використання різноманітних явищ і процесів у діагностиці та лікуванні.

Лазер у медицині

1. На що впливатиме заміна лазера, що генерує випромінювання з довжиною хвилі 1100 нм на лазер, що генерує випромінювання з довжиною хвилі 660 нм при хірургічній процедурі?
2. На що впливатиме зміна лазера, який випромінював у червоному діапазоні на лазер, що випромінює у зеленому діапазоні довжин хвиль при фотодинамічній терапії?
3. Чому при збільшенні інтенсивності випромінювання зростає ефективність впливу лазера?

Ультрафіолетове випромінювання у медицині

1. Чому УФ, який використовується для засмаги (зміни пігментації шкіри) не використовується для дезінфекції при однаковій інтенсивності?
2. Чому еритема викликана УФ відрізняється від еритеми викликаної ІЧ випромінюванням? Чим вони відрізняються?
3. Чому при взаємодії ІЧ та видимого електромагнітного випромінювання з біологічними тканинами результат різний?

Х-випромінювання у медицині

1. Чому для рентгенівського дослідження судин необхідна контрастна речовина?
2. У чому особливість отримання зображення при комп'ютерній томографії?
3. Чим і чому рентгенівське випромінювання, яке використовується при діагностиці і терапії відрізняється?

Висновок. У даній роботі підкреслена важливість дисципліни медична та біологічна фізика з точки зору опанування професійних компетентностей майбутніми медиками. Майбутній лікар з відповідними компетентностями зможе усвідомлено використовувати та вдосконалювати різноманітні методи лікування та діагностики.

Список використаної літератури:

1. Стучинська Н. В. Роль та місце фундаментальних дисциплін у системі вищої медичної освіти. Наукові записки: зб. наук. праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету. Серія педагогічна: Дидактика дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – К.-Под.: Кам'янець-Подільський держ. ун-т, 2002. Вип. 8. С. 319–324.

Федів В.І., Олар О.І., Іванчук М.А.

ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ДИСЦИПЛІНАХ ПРИРОДНИЧОГО ПРОФІЛЮ ДЛЯ СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ НА ПРИКЛАДІ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «МЕДИЧНА ТА БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА»

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці

fediv.volodymyr@bsmu.edu.ua , olena.olar@bsmu.edu.ua ,

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua

Сучасна освіта, в цілому, і медична освіта зокрема, все більше залучає для вирішення своїх задач інформаційно-комунікаційні технології у навчальний процес. Глобальні процеси вивели на новий рівень, так звані системи керування навчанням (LMS - Learning Management System) та їх навчальні середовища (напр., Moodle), а також сервіси, які дозволяють роботу в групі та мають достатню кількість інструментів для обміну різноплановою інформацією, поступово змінюючи методологію навчання [1].

Звичайно компетентності, пов'язані з цифровим світом, великою мірою здобувачі освіти набувають самостійно, оскільки постійно обмінюються інформацією в колективах, в яких навчаються. Часто інтерфейси додатків інтуїтивно прості і заохочують до вивчення і

використання. Проте, те що стосується вузьконаправлених дисциплін, часто потребує допомоги з боку викладача, який зі зрозумілих причин повинен також підтримувати достатній рівень цифрової компетентності.

Сьогодні актуальним є напрямок, так званих, BYOD-технологій. Можливість та приклади його використання при вивченні дисциплін «Медична та біологічна фізика» та «Медична інформатика» студентами-медиками у Буковинському державному медичному університеті були висвітлені у [2,3]. Це перспективний напрямок та корисний інструмент SMART-освіти, тому доцільним є розширення ареалу його використання.

Враховуючи той факт, що майбутні студенти-медики повинні долучатися до розгляду роботи апаратно-комп'ютерних комплексів, які широко представлені у медичній практиці, вже з першого року навчання, в них існує така можливість, наприклад, при вивченні теми «Електрокардіографія та інші методи дослідження серцевої діяльності» при вивченні медичної та біологічної фізики.

З цією метою у навчальному процесі кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету використовують комплекси, які складаються з ЕКГ-модуля і комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням, яке реєструє, зберігає та передає ЕКГ, а також здійснює її аналіз – це, так званий, комп'ютерний електрокардіограф (КЕ).

КЕ можуть використовувати довільні комп'ютери, які працюють під керуванням різних операційних систем.

Під час зазначеного заняття викладачі використовують методику ділової гри, тому один зі студентів виявляється гіпотетичним пацієнтом, інший – виступає в ролі допоміжного персоналу, накладаючи електроди, решта студентів – гіпотетичні «лікарі загальної практики». Зареєструвавши електронну версію електрокардіограми, студенти приступають до аналізу її елементів (напр., інтервалів, сегментів та ін.) та параметрів, які можна визначити (напр., тривалість кардіоциклу, частота серцевих скорочень та ін.)

Таким чином, враховуючи темпи інтеграції інформаційних технологій у методики практичної медицини необхідно знайомити студентів-медиків з принципами їх роботи з першого року навчання.

Список використаних джерел

1. John K. J. Learning Management System and Its Role in the Effective Delivery of Medical Education. SBV Journal of Basic, Clinical and Applied Health Science, Vol. 5 Is. 4.2022. pp.105-106.

2. Федів В. І., Олар О. І., Бірюкова Т. В., Микитюк О. Ю., Кульчинський В. В. Особливості методу проблемно-орієнтованого навчання студентів-медиків при вивченні дисципліни «Медична та біологічна фізика». Актуальні питання природничо-математичної освіти. 2021. Випуск 2(18). С. 130-139.
3. Іванчук М.А., Кульчинський В.В. Зворотний зв'язок в освітньому процесі: досвід використання -технологій // Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 1(19). С. 62-67.

Федорченко Ю. В.

РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЯКІСНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МЕДИЧНИХ ФАХІВЦІВ.

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ
juliakozubash@gmail.com

В умовах сьогодення все більша увага приділяється впровадженню інноваційних технологій для забезпечення якісного освітнього процесу. Належна конкурентноспроможна медична освіта є потужним інструментом для профілактики, зменшення рівня захворюваності, вчасної діагностики та відповідного лікування. Використання технологічних засобів забезпечують перспективи для інтеграції в медичні навчальні плани та ефективного навчання студентами.

Студенти-медики часто відчують брак практичної підготовки для вирішення надзвичайних ситуацій після закінчення навчання. Більшість відмічає значний дефіцит когнітивних здібностей для оцінки та стабілізації стану пацієнтів із травмою. Навчання на основі технологічної симуляції травм може підвищити ефективність вчасної постановки діагнозу, клінічного моніторингу та вибору правильної стратегії у лікуванні травматичних пошкоджень, особливо під час надзвичайних ситуацій.

Вищі навчальні заклади охорони здоров'я можуть помітно покращити медичні знання та розвинути основи процедурних навичок серед студентів-медиків завдяки використанню 3D-друку. Дійсно, імітаційні моделі покращують хірургічні навички та впевненість майбутніх фахівців галузі охорони здоров'я перед реальними процедурами. Зокрема, повідомлялось про використання моделей вух під час навчання отоларингології, що були створені за допомогою 3D-друку та високоякісного силікону.

В умовах пандемії змінилися і типові звички студентів-медиків під час навчання, де замість використання класичних підручників, вони надають перевагу електронним книгам на смартфонах, ноутбуках чи планшетах. Комп'ютерні освітні програми забезпечують перехід від дидактичного навчання до переважно віртуального. Наприклад, освітня програма Complete 3D Anatomy від Elsevier показала свою доказовість та успішність викладання

функціональної анатомії під час пандемії. Створені відеолекції, де поєднується записаний голос разом з динамічними 3D-зображеннями, можна підключити до системи управління навчанням або поділитися зі студентами безпосередньо через додаток програмної платформи. Варто зазначити, що даний метод робить навчання більш захоплюючим і покращує майбутню клінічну ефективність.

Якість навчання в будь-якому вищому навчальному закладі визначається мотивацією, розумінням та наполегливістю студентів-медиків. Залучення сучасних технологічних засобів в умовах традиційного навчання мають значний вплив на мотивацію та академічну успішність майбутніх фахівців.

Чалий К.О., Кривенко І.П., Чалий О.В.

ВІД ДОКАЗОВОЇ МЕДИЦИНИ ДО ДОКАЗОВОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

kirchal@univ.kiev.ua

Концепція доказової освіти передбачає переважне використання навчальних методик та підходів, які мають доказану ефективність за результатами проведеного порівняльного аналізу. На основі таких досліджень формуються рекомендації для викладачів та студентів щодо використання оптимальних методик навчання.

Імплементация підходів доказової медицини сприяє формуванню у студентів навичок критичного мислення та усвідомленого аналізу інформації, яка надається їм на заняттях. Студенти повинні бути здатні оцінювати доказову базу та самостійно приймати обґрунтовані рішення. Навчання повинно бути орієнтоване на потреби та інтереси кожного студента окремо. Викладачі повинні бути готові використовувати різні методики та підходи, щоб забезпечити оптимальні умови для навчання кожного студента. Студенти повинні брати активну участь у навчальному процесі. Вони повинні бути залучені до досліджень та вирішення завдань, що сприяє розвитку навичок критичного мислення та самостійності. Оцінка навчальних результатів повинна бути об'єктивною та заснованою на доказах. Оцінка повинна базуватись на результатах використання доказових методик та досліджень, що проводилися під час навчання. Оцінка має бути зрозумілою та доступною студентам. Навчальний процес повинен бути постійно контрольований та оцінюваний з метою вдосконалення його ефективності. Для цього використовуються різні методи оцінки

результатів, включаючи опитування студентів, моніторинг викладацької діяльності та дослідження ефективності навчальних методик. Навчання має бути спрямоване на розвиток комунікаційних та співпрацювальних навичок у студентів. Вони повинні бути здатні працювати в команді та взаємодіяти з колегами та викладачами для досягнення спільної мети. Використання сучасних технологій та інноваційних підходів може значно покращити ефективність навчального процесу. Використання онлайн-ресурсів, інтерактивних платформ та програмного забезпечення може зробити навчання більш доступним, цікавим та ефективним для студентів.

Для доведення ефективності навчальних методик необхідно проводити дослідження, які можуть бути як кількісними, так і якісними. Дослідження можуть здійснюватись на різних етапах навчального процесу, включаючи початковий етап, середній етап та кінцевий етап.

Для проведення експериментального дослідження можна вибрати групу студентів, які будуть навчатись з використанням певної нової (експериментальної) навчальної методики, та порівняти їх результати з результатами контрольної групи, яка буде навчатись з використанням іншої традиційної методики. Це дозволяє порівняти ефективність різних методик. Натомість опитування студентів може допомогти зрозуміти, як вони сприймають навчальні методики, та виявити ті, які є найбільш ефективними для них. Саме аналіз результатів навчання із використанням різних метрик та шкал оцінювання може бути корисним для оцінки ефективності навчальних методик. Для цього можна порівняти результати студентів перед та після використання певної методики, а також порівняти результати студентів, які використовували різні методики. Накопичені дані статистичного спостереження в контрольних та експериментальних групах мають дозволяти математично довести наявність позитивного ефекту та здійснити кількісну оцінку величини ефекту від застосування певного підходу (методики) у порівнянні із традиційним підходом.

Спостереження викладачів за студентами під час навчання може допомогти виявити ті методики, які є найбільш ефективними для певних груп студентів. Вочевидь, аналіз літератури може допомогти з'ясувати, які методики були успішно використані в інших навчальних закладах або в інших країнах, і використовувати їх для вдосконалення навчання. Використання різних технологій, таких як онлайн-курси, вебінари, ігри, симуляції та інші, може допомогти в ефективному навчанні студентів та доведенні ефективності цих методик.

Швець Н.І., Бенца Т.М., Пастухова О.А.

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПІСЛЯДИПЛОМНОМУ ЕТАПІ ОСВІТИ ЛІКАРІВ-ТЕРАПЕВТІВ

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ

marbua11551650@gmail.com , bentsa_t@i.ua , xsenon26@gmail.com

Організація підготовки лікарів-терапевтів на етапі післядипломної освіти має суттєві особливості, що насамперед зумовлені меншою тривалістю навчання на циклі спеціалізації, необхідністю швидкої оцінки великої кількості і обсягу інформації, що надходить з різних джерел, обмеженим часом для відпрацювання практичних навичок і оволодіння новими компетентностями та вмінням застосовувати сучасні інформаційні і телекомунікаційні технології в повсякденному навчанні і професійній діяльності.

Лікарі-терапевти повинні не тільки досконало володіти спеціальними знаннями, практичними навичками і відповідати фаховим компетентностям, але й бути здатними до абстрактного мислення, пошуку, систематизації та аналітичної обробки джерел інформації, постійно самовдосконалюватись та розвиватись у сфері своєї діяльності, вміти адаптуватись до нових змін і вимог часу, мати навички комунікабельності та ділового спілкування, розбиратись у питаннях страхування, економіки й медичного права в умовах гармонізації національного законодавства України до Європейських регіональних та міжнародних стандартів в охороні здоров'я.

Усе це передбачає трансформацію організації освітнього процесу з розширенням розмаїтості інноваційних освітніх технологій переважно інтерактивного типу, що дозволить ефективно систематизувати та поглиблювати теоретичні знання, практичні навички і загальні компетентності лікарів-терапевтів та підвищить ефективність викладання та навчання в цілому.

На теперішній час невід'ємним напрямком сучасної медичної освіти та безперервного професійного розвитку і підвищення кваліфікації лікаря-терапевта є кейс-метод навчання (Case Based Learning), який провадиться за допомогою інтерактивних веб-технологій. Кейс-метод навчання спрямований не стільки на отримання нових теоретичних знань, як на формування фахових компетентностей, умінь та практичних навичок з глибоким усвідомленням та всебічним розумінням складної клінічної проблеми в умовах реального життя.

Можуть застосовуватись такі варіанти кейс-методу навчання для лікарів-терапевтів, як мультимедійна презентація клінічного випадку, що базується на анамнестичних і клінічних даних та результатах обстеження реального пацієнта; поєднання конкретного клінічного випадку з тестовими завданнями, які логічно пов'язані з певною клінічною проблемою; поєднання теоретичного матеріалу з конкретної теми внутрішньої медицини з відповідними ситуаційними клінічними завданнями; освітній веб-квест тощо.

За допомогою кейс-методу навчання викладач може моделювати все різноманіття клінічних випадків, у тому числі рідкісних, з детальним аналізом і багаторазовим відпрацюванням практичних навичок з діагностики та лікування різних захворювань внутрішніх органів, алгоритмів дій у певній клінічній ситуації, що поєднується з вмінням використовувати накопичені лікарем теоретичні знання для вирішення конкретної проблеми і формуванням нових професійних і загальних компетентностей. Застосування кейс-методу в значній мірі сприяє зростанню мотивації лікаря до самонавчання, розвиває продуктивне мислення, творчі здібності і самоконтроль, а також формує вміння аналізувати і самостійно планувати лікувально-діагностичний процес згідно сучасних стандартів з готовністю до прийняття самостійного найбільш адекватного рішення в складній діагностичній і організаційній ситуації. З іншого боку, викладач також удосконалює свою професійну компетенцію в процесі розробки завдань кейс-методу навчання.

Таким чином, застосування кейс-методу навчання за допомогою інтерактивних веб-технологій є важливою складовою сучасного навчального процесу лікарів-терапевтів на післядипломному етапі освіти в рамках безперервного професійного розвитку.

Впровадження кейс-методу дозволяє забезпечити проблемно- і особисто-орієнтований, розвиваючий характер навчання, безперервний зв'язок між теорією та практикою, індивідуалізацію і диференціацію навчального процесу, адекватний контроль за засвоєнням знань і практичних навичок, що підвищує якість освітнього процесу та сприяє більш швидкому і ефективному досягненню програмних результатів навчання у лікарів-терапевтів.

Шинкура Л.М., Микитюк О.Ю.

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СФОРМОВАНОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У СТУДЕНТІВ ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ

Фаховий коледж БДМУ, м. Чернівці, Україна

shinkura.l.m@bsmu.edu.ua , mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua

Реалізація освітнього процесу вимагає від викладача постійного професійного спостереження за кожним студентом у процесі його щоденної навчальної роботи, аналізу і оцінки отриманих ним знань, умінь та навичок. Така педагогічна діагностика і є основою для оцінювання компетентності студентів, зокрема на заняттях з математики та фізики і астрономії.

Зрозуміло, що рівень знань студентів, з яким вони прийшли у фаховий коледж, є різним, особливо після двох років дистанційного навчання. Але оцінювати їх треба за одними і тими ж критеріями. Деякі добре розбираються в основах математичних знань, деякі не мають їх абсолютно.

Успішність в навчанні і компетентність дещо відрізняються. Успішність – це оцінена ступінь досягнення мети особою, що навчається, а отримана компетентність – це здатність особи задовольняти суспільні і особисті вимоги при певній діяльності. Тому можна припустити, що для студента і викладача більш важливим є те, коли перший отримає компетентність і буде здатним навчатись далі.

На заняттях з математики і інших природничих дисциплін студенти мають отримати компетентності, що забезпечать їх здатність до абстрактного мислення та можливості аналізувати нову інформацію. Це можливо при постійному поточному контролі знань у вигляді самостійного розв'язування вправ та задач на місцях або розв'язування вправ біля дошки під керівництвом викладача. Саме індивідуальне поточне опитування біля дошки дає можливість викладачу найточніше оцінити компетентність студента. Проміжний контроль також проводиться на окремих заняттях у вигляді контрольних або самостійних робіт, але тут вже потрібно підготувати максимально більшу кількість варіантів, щоб унеможливити списування. Підсумковий контроль, як правило, проводиться письмово, найкращим варіантом є тестове опитування.

Таким чином, кожний викладач завдяки різним видам контролю має на меті покращити компетентність студента, допомогти йому опанувати нові теми і пропущені в процесі попереднього навчання і відобразити це успішністю студентів наприкінці семестру,

року. Дванадцятибальна система оцінювання дає можливість максимально точно оцінити успішність кожного студента згідно його отриманими компетентностями.

Юрнюк С.В., Олар О.І.

ІНФОРМАЦІЙНІ ДИСЦИПЛІНИ В ПРОГРАМІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

yurnuk.slava@bsmu.edu.ua , olena.olar@bsmu.edu.ua

Прогрес медичної інфраструктури привертає все більшу увагу системи медичної освіти, яка повинна відповідати запитам практичної охорони здоров'я та не може залишатися поза інноваціями. Цифрова охорона здоров'я охоплює, в основному, чотири аспекти догляду за пацієнтами: профілактика, діагностика, лікування та керування медичними даними [1-3].

Сучасна медична практика виробляє і накопичує величезні обсяги даних. Від того, наскільки ефективно ця інформація використовується медичним персоналом, керівниками та органами управління системою охорони здоров'я, залежить якість медичного обслуговування та загальний рівень життя населення. Необхідність використання великих, при цьому постійно зростаючих, обсягів інформації при вирішенні діагностичних, лікувальних, статистичних, управлінських та інших завдань зумовлює сьогодні створення нових та вдосконалення існуючих інформаційних систем у медичних установах та об'єднання їх у інформаційне середовище.

У курсах «Медичної інформатики», «Інформаційних технологій» студенти закладів вищої медичної освіти знайомляться з поняттям, класифікацією, завданнями, компонентами та функціями медичних інформаційних систем (МІС). На лекційних заняттях студенти знайомляться з прикладами та функціоналом сучасних МІС, які використовуються в Україні та рекомендовані Міністерством охорони здоров'я України. На практичних заняттях з цієї теми студенти розглядають практичні етапи створення, редагування та використання МІС та опановують практичні навички роботи з МІС, основою яких є бази даних. Працюючи з системами керування базами даних студенти моделюють роботу з електронними медичними картками.

І, якщо МІС відповідають за керування медичними даними, то експертні системи присвячені решті аспектів догляду за пацієнтами - профілактиці, діагностиці та лікуванню.



Так, на практичних заняттях студенти створюють експертні системи для автоматизованого визначення дози ліків у залежності від маси або віку дитини, встановлення діагнозу за наявними даними показників життєдіяльності хворого, визначення ступеня важкості захворювання, прогнозування ризику оперативних втручань та ін.

Отже, підтримка та актуалізація навчального процесу з інформаційних дисциплін для студентів-медиків є важливою компонентою та ефективним засобом вдосконалення системи вищої медичної освіти, підтримання ефективності навчального процесу та формування цифрових компетентностей у майбутніх медиків.

Список використаних джерел

1. Січкоріз О.Є., Лотоцька Л.Б., Колач Т.С. Медична інформатика як перспективна складова вищої медичної освіти, Медична освіта. 2019. № 3, С.91-95.
2. Івашук О. В. Використання медичних інформаційних систем у фаховій підготовці майбутніх лікарів. Науковий вісник Ужгородського університету: збірник наукових праць; серія: Педагогіка. Соціальна робота. Ужгород: Говерла, 2021. – Вип. 1 (48). – С. 166-169.
3. Микитенко П.В., Лапінський В.В. Проектування міждисциплінарної інтеграції медичної інформатики. Інформаційні технології і засоби навчання, 2020, Том 75, №1. С.26-29.