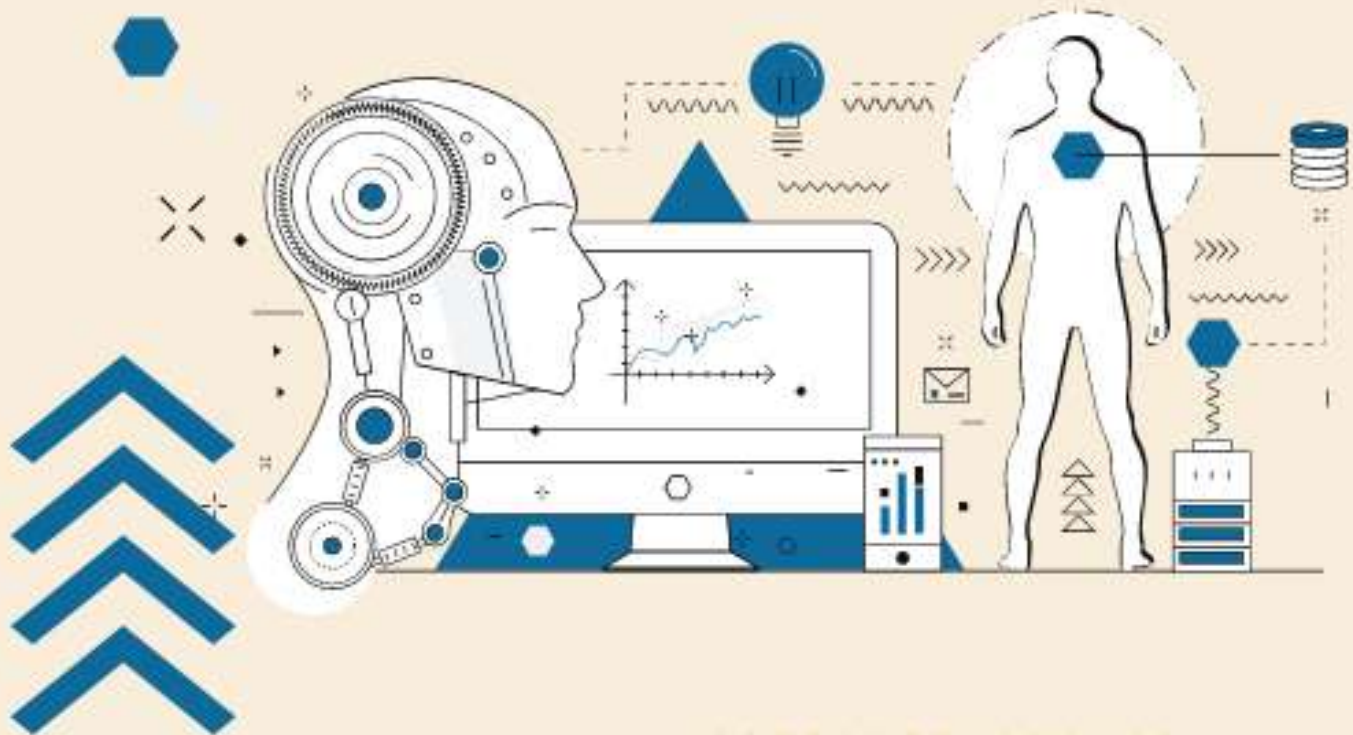




РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧИХ НАУК ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ ДОСЯГНЕНЬ У МЕДИЦИНІ

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



Чернівці
19.06.24

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

МАТЕРІАЛИ

IV науково-практичної інтернет-конференції



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

*м. Чернівці
19 червня 2024 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 програмного комітету

Ігор ГЕРУШ ректор Буковинського державного медичного університету, професор

Заступник голови програмного комітету

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

Програмний комітет

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

Віктор КУЛЬЧИНСЬКИЙ доцент закладу вищої освіти кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету, к.фіз.-мат.н.

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

Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині: матеріали IV науково-практичної інтернет-конференції, м. Чернівці, 19 червня 2024 р. / за ред. В. І. Федіва – Чернівці: БДМУ, 2024. – 311 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 №15 від 25.06.2024 р.)

Комп'ютерна верстка Марія ІВАНЧУК

ISBN 978 617 5190 92-0

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

CONFERENCE PROCEEDINGS

IV Scientific and Practical Internet Conference



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

Chernivtsi, Ukraine

June 19, 2024

UDC 5-027.1:61(063)

P 64

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

rector of Bukovinian State Medical University

Vice chair

Prof, Dr. **Volodymyr FEDIV**
Bukovinian State Medical University

chief of the Department of Biological Physics and Medical Informatics at

Scientific Committee

Ass.prof., PhD **Maria IVANCHUK**

Department of Biological Physics and Medical Informatics at Bukovinian State Medical University

Ass.prof., PhD **Viktor KULCHYNSKYI**

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

Development of Natural Sciences as a Basis of New Achievements in Medicine: Conference Proceedings, June, 19, 2024, Chernivtsi, Ukraine/ edited by V.Fediv – Chernivtsi, BSMU, 2024. – 311 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 #15, dated 25/06/24)

ISBN 978 617 5190 92-0



ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. НОВІТНІ ДОСЯГНЕННЯ У БІМЕДИЦИНІ ЯК НАСЛІДОК РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧИХ НАУК	13
OPTICAL MODELING OF BONE TISSUE STRUCTURE Antonyuk O.P., Ushenko A.G.	13
LASER POLARIMETRIC DIAGNOSTICS OF ESOPHAGUS TISSUES Antonyuk O.P., Ushenko A.G.	15
FROM OPTICS TO MEDICINE: Hg ₃ Te ₂ Cl ₂ CRYSTALS AND THEIR BIOMEDICAL APPLICATIONS Bokotey O.O. ¹ , Bokotey O.V. ¹ , Chavarha M.I. ² , Slivka A.G. ¹	17
ПЕРСПЕКТИВИ КЛІНІЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ 3D-РЕКОНСТРУКЦІЇ ЕМБРІОГЕНЕЗУ СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ Владиченко К. А.	18
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРІВ У СТОМАТОЛОГІЇ Вовк Д.О., Кульчинський В.В.	20
АНТИТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ ПОЛІФІТОЛУ-1 НА ТЛІ СУБХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ СВИНЦЕМ У ТВАРИН РІЗНОГО ВІКУ Гордієнко В. В., Перепелиця О. О., Гордієнко І. К. ¹	23
ФІЗИЧНЕ БАЧЕННЯ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ОСТЕОАРТРОЗУ Гречка О.О., Кульчинський В.В.	25
ФІЗИЧНЕ БАЧЕННЯ ОСНОВ ЛІКУВАННЯ ОСТЕОАРТРОЗУ Гречка О.О., Кульчинський В.В.	27
INFLUENCE OF SOLENOID INDUCTANCE ON THE SENSITIVITY OF ELECTRODELESS MEASUREMENTS OF LIQUIDS AND ALUMINUM DISKS Gutsul O.V. ¹ , Slobodyan V.Z. ²	29
ELECTRICAL IMPEDANCE SPECTROSCOPY FOR THE DETECTION OF BACTERIA Gutsul O.V. ¹ , Slobodyan V.Z. ²	31
EFFECTS OF CONSTANT LIGHT EXPOSURE ON BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS IN RATS AND THE POTENTIAL FOR MELATONIN CORRECTION Davydova N.	32
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ДІАГНОСТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ІМПЕДАНСУ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ Дарійчук А.В., Кульчинський В.В.	36
СТАН ПЕРОКСИДНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ ГІПОКАМПА ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ ЗІ СКОПОЛАМІН-ІНДУКОВАНОЮ ХВОРОБОЮ АЛЬЦГЕЙМЕРА ТА ПІСЛЯ ВВЕДЕННЯ КАРБАЦЕТАМУ Дрезналь Є.П., Кметь Т.І.	39
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТЕСТЕРА ПУЛЬПИ Дудка А.С., Кульчинський В.В.	41
РОЗРАХУНКОВА ОЦІНКА ДОВЖИНИ БЕЗПЕЧНОЇ ВІДСТАНИ МІЖ ФІКСУЮЧИМИ ГВИНТАМИ ПРИ НАКІСТКОВОМУ ОСТЕОСИНТЕЗІ НА «СТРЕСОВІЙ» ДІЛЯНЦІ КІСТКИ Дудко О.Г. ¹ , Кривоносов В.Є. ² , Шайко-Шайковський О.Г. ³ , Якимюк Д.І. ⁴	43
ЗОЛОТІ НАНОЧАСТИНКИ ТА ЇХ БІМЕДИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ Забродський І.С., Олар О.І.	45
ТРУДНОЩІ ЕКГ ДІАГНОСТИКИ: ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ЧИННИКІВ Іванчук П.Р.	46
ВИКОРИСТАННЯ ЧАСУ ПЛАНТАРНОЇ АКСЕЛЕРАЦІЇ У ХВОРИХ НА СИНДРОМ ДІАБЕТИЧНОЇ СТУПНІ Іващук С.І., Анкудінов М.Р.	48
ЧАС ПЛАНТАРНОЇ АКСЕЛЕРАЦІЇ – НОВА ТЕХНІКА ОЦІНКИ АРТЕРІАЛЬНОГО КРОВОТОКУ СТОПИ Іващук С.І., Анкудінов М.Р.	49



МОРФОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЯМОГО М'ЯЗА СТЕГНА ЗА ДАНИМИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ Каратєєва С.Ю. _____	50
РОЗШИРЕНІ ЗНАННЯ ЛІКАРІВ З ХІМІЇ, ФІЗИКИ, БІОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ ДОПОМОЖУТЬ ПОВНІСТЮ ЗРОЗУМІТИ МЕХАНІЗМ РОЗВИТКУ ТА ПЕРШОПРИЧИНИ СИСТЕМНИХ ХВОРОБ, А ВІДТАК І ЇХ ЛІКУВАННЯ Кириленко О.Л. _____	52
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ Х-ВИПРОМІНЮВАННЯ В СТОМАТОЛОГІЇ Кульчинський В.В., Мисліборська А. Є. _____	54
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ В СТОМАТОЛОГІЇ Кульчинський В.В., Шахов К.А. _____	56
ЧУТЛИВІ ЕЛЕМЕНТИ ДЛЯ ДАТЧИКІВ ВПЛИВУ ВИПРОМІНЮВАННЯ ОПТИЧНОГО ДІАПАЗОНУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ Кушнір Б.В. ² , Ткачук І.Г. ^{1,2} _____	59
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДУ ПУЛЬСОКСИМЕТРІЇ, ЕФЕКТИ РОЗСІЯННЯ СВІТЛА В ЗАКОНІ БУГЕРА-ЛАМБЕРТА-БЕРА Лукомський Д., Зайцева О., Чайка О., Чалий О.В. _____	66
RISPR-CAS9: РЕВОЛЮЦІЙНІ ДОСЯГНЕННЯ В ГЕННІЙ ТЕРАПІЇ ТА ЇХ ПОТЕНЦІАЛ У ЛІКУВАННІ СПАДКОВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ Махрова Є.Г. _____	72
ЕКЗОСКЕЛЕТНА ТЕХНОЛОГІЯ В КОНТЕКСТІ КІБОРГІЗАЦІЇ: ВІД ПЕРСПЕКТИВ ДО ВИКЛИКІВ Мельник О. М., Мартиненко С.О., Скрипка Н. В. _____	74
ГЕНЕТИЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ЦИРКАДНИХ РИТМІВ І ЇХНЯ РОЛЬ У СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАННЯХ: ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ Микитюк О.П. _____	76
A COMPREHENSIVE STUDY OF MOLECULAR HYBRIDISATION TECHNIQUES IN CYTOGENETICS WITH A FOCUS ON CHRONIC MYELOID LEUKAEMIA Molodetska D. _____	88
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТИКИ В ОФТАЛЬМОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛЯРИЗОВАНОГО СВІТЛА Олар О.І. _____	91
АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ ГІПОКАМПА ЩУРІВ-САМЦІВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ ТА ВПЛИВУ НА НИХ КАРБАЦЕТАМУ Прижбило О.М., Кметь О.Г. _____	93
DIABETES: A GLOBAL CHALLENGE Rana Abdul Majid, Kushnir O.Yu. _____	95
ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНА VDR РЕЦЕПТОРА ВІТАМІНУ D У ДІТЕЙ ІЗ ІДІОПАТИЧНОЮ НИЗЬКОРОСЛІСТЮ Ризничук М.О. _____	96
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ В ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ Романюк А.К., Кульчинський В.В. _____	98
РЕОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ В МЕДИЦИНІ (ОГЛЯД) Соколенко О., Бурла Є, Остафійчук Д.І. _____	101
МІКРОХВИЛЬОВА РЕЗОНАНСНА ТЕРАПІЯ В ЛІКУВАННІ БОЛЬОВОГО СИНДРОМУ В ДІТЕЙ ІЗ ВИРАЗКОЮ ДПК Сорокман Т.В. _____	110
ЗД-ДОПЛЕРОГРАФІЯ В ДІАГНОСТИЦІ СИНДРОМУ ПОЛІКІСТОЗНИХ ЯЄЧНИКІВ У ДІВЧАТ- ПІДЛІТКІВ Сорокман Т.В. _____	112



СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ В УРГЕНТНІЙ ХІРУРГІЇ ДИТЯЧОГО ВІКУ ЯК РЕЗУЛЬТАТ РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧИХ ТА ТЕХНІЧНИХ НАУК Стецкевич А.П. , Ференчук Є.О.	114
СИНДРОМ ІГЛА-СТЕРЛІНГА – ДОВГИЙ ШЛЯХ ДО ПОСТАНОВКИ ДІАГНОЗУ: КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК Тинітовська О.І., Лучків Т.В., Думич А.Я., Новоставська А.І., Сайко І.В.	116
КЛІНІЧНІ АСПЕКТИ ТА ДІАГНОСТИКА ГІПЕРТРОФІЇ МИГДАЛИКІВ ЛІМФАДЕНОЇДНОГО ГЛОТКОВОГО КІЛЬЦЯ У ДОРΟΣЛИХ Тинітовська О.І., Семен А.І., Польова М.М., Магула Л.Є.	117
КВАНТОВІ ТОЧКИ: ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В НАНОМЕДИЦИНІ Федів В.І.	119
THE EFFECT OF PHOTOPERIOD ON THE MORPHOFUNCTIONAL STATE OF RAT HYPOTHALAMIC LARGE CELL NEURONS Fedoriak I.V. , Bulyk R.Ye. , Smetaniuk O.V.	120
ФЕНОМЕН НЕЙРОПЛАСТИЧНОСТІ В МЕДИЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПІСЛЯІНСУЛЬТНИХ ХВОРИХ Фотан М.М., Михайлюк М.М.	121
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОЗИТРОННОЇ ЕМІСІЙНОЇ ТОМОГРАФІЇ: ГРАНИЦІ ЗАСТОСУВАННЯ ФОРМУЛИ $E = mc^2$ В СПЕЦІАЛЬНІЙ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ ТА ХИБНІСТЬ ПОНЯТТЯ РЕЛЯТИВІСТСЬКОЇ МАСИ, ЯКА ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ШВИДКОСТІ Чалий О.В.	124
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОЗИТРОННОЇ ЕМІСІЙНОЇ ТОМОГРАФІЇ: ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ МАСИ ДЛЯ 2-ФОТОННОГО КОМПЛЕКСУ Чалий О.В., Гриценко Н., Марголич І.Ф., Криштопа А.О.	130
НОВІ ХІРАЛЬНІ ДОМІШКИ РІДКОКРИСТАЛІЧНИХ СТРУКТУР НА ОСНОВІ АЗО-БЕНЗЕНУ ТА L-МЕНТОЛУ Черноус В.О., Грозав А.М., Перепелиця О.О.	135
ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРИНДОПРИЛУ АРГІНІНУ ТА АЗІЛСАРТАНУ МЕДОКСОМІЛУ В ЛІКУВАННІ ХВОРИХ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЮ ТА ВПЕРШЕ ВИЯВЛЕНИМ ТИРЕОТОКСИКОЗОМ Швець Н.І., Бенца Т.М., Пастухова О.А.	136
СЕКЦІЯ 2. ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА І СТАТИСТИКА У МЕДИЦИНІ	139
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ: КЛЮЧОВИЙ ІНСТРУМЕНТ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ Андрійчук М.Д.	139
ПРО- ТА АНТИОКСИДАНТНІ СИСТЕМИ ЕРИТРОЦИТІВ В УМОВАХ ВІБРАЦІЙНОГО ВПЛИВУ Доценко О.І.	141
ФУНКЦІОНАЛЬНА СТРУКТУРА ЦЕНТРІВ КОНТРОЛЮ ТА ПРОФІЛАКТИКИ ХВОРОБ З МЕТОЮ ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ДОВКІЛЛЯ НА ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я В.В.Зайцев	143
ВИКОРИСТАННЯ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕНОСТІ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ В УКРАЇНІ Іванчук М.А., Іванчук П.Р.	145
ОЦІНКА СТАНУ ЛОННОГО З'ЄДНАННЯ У ДІВЧАТ З ПОЗИЦІЇ СТАНОВЛЕННЯ РЕПРОДУКТИВНОЇ ФУНКЦІЇ Ковтюк Н.І., Нечитайло Ю.М.	146
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ У ДОСЛІДЖЕННЯХ АКТИВНОСТІ МОЗКУ Любчик О.К.	152
СТАТИСТИКА СТАНУ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ У КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ТА НАЦІОНАЛЬНИХ БАЗ ДАНИХ Махрова Є.Г.	154



СТРАТИФІКАЦІЯ РИЗИКУ ТЯЖКОСТІ ПЕРЕБІГУ ПОЗАЛІКАРНЯНОЇ ПНЕВМОНІЇ У ДІТЕЙ Нечитайло Ю.М., Буряк О.Г., Ковтюк Н.І. _____	160
ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ПОТОКУ ІРИГАНТА В КОРЕНЕВОМУ КАНАЛІ ЗУБА Рожко В.І. _____	166
СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНИХ АСПЕКТІВ МАРШРУТУ ГОСПІТАЛІЗОВАНИХ ПАЦІЄНТІВ, ХВОРИХ НА БРОНХІОЛІТ, У «ДОКОВІДНИЙ» ПЕРІОД Рудан К.В., Богущька Н.К.,Петрів У.М., Шкодин А.О. _____	168
ВИКОРИСТАННЯ НЕСТАНДАРТНИХ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я Сімон К.І., Крячкова Л.В., Семенов В.В. _____	170
РОЛЬ МЕДИЧНОЇ СТАТИСТИКИ У РЕФОРМУВАННІ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я Юрнюк С.В. _____	172
СЕКЦІЯ 3. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ _____	173
ЕВОЛЮЦІЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ: ВІД ПРОСТИХ ТРЕКЕРІВ ДО КОМПЛЕКСНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ Андрійчук М.Д. _____	173
МЕДИЧНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА "HELSI" У ПРАКТИЦІ СТОМАТОЛОГА Басістра А.С. _____	175
ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКА SYMPTOMATE В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ Бичко М.В. _____	177
ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН СЕРВІСІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНСУЛЬТАЦІЙ СУМІЖНИХ СПЕЦІАЛІСТІВ У БАГАТОПРОФІЛЬНІЙ ЛІКАРНІ Іванчук М.А. _____	179
ЦИФРОВІ РЕСУРСИ ДОКАЗОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ У ПРАКТИЦІ ФАХІВЦЯ З ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ Кривенко І.П., Чалий К.О., Кушнір А.В. _____	183
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЇ У ФАРМАЦЕВТИЧНІЙ ГАЛУЗІ Криштопа А.О., Кошілка А.В. _____	185
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У МЕДИЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ПЕДІАТРИЧНІЙ ПРАКТИЦІ Кривенко І.П., Чалий К.О., Плахотний Д.І. _____	187
АНАЛІЗ VR ТА AR У МЕДИЦИНІ ЯК НОВОЇ РЕАЛЬНОСТІ ЛІКУВАННЯ Криштопа А.О., Лучин С.С. _____	189
АКТУАЛЬНИЙ СТАН І МАЙБУТНЄ 3D-ДРУКУ У ФАРМАЦЕВТИЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ: ОГЛЯД І ПЕРСПЕКТИВИ Криштопа А.О., Сидоренко О.О. _____	191
ЗАСТОСУВАННЯ АНАЛІТИЧНОГО ІНСТРУМЕНТУ POWER BI ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ З МЕДИЧНИМИ ДАНИМИ Любчик О.К., Кривенко І.П. _____	193
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ, ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ОБЛІКУ ПРИ ЛІКУВАННІ ІШЕМІЇ Мартинюк Л.В., Кривоносов В.Є., Шайко-Шайковський О.Г., Кошева Л.О. _____	195
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В МЕДИЦИНІ: МОЖЛИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ Omni Махрова Є.Г. _____	197
ENHANCED FUNCTIONALITY OF pyTorch MODULE IN PROCESSING THE MEDICAL IMAGES Nahirniak V.M. _____	200



ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРЕЗЕНТАЦІЙ Письменецька І.Ю. ¹ , Пелешенко Г.Б. ² , Лебеденко В.Ю. ² _____	202
ХІРУРГІЧНІ АСПЕКТИ СТАНОВЛЕННЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ НА БУКОВИНІ Полянський І.Ю. _____	204
ANALYSIS OF THEORETICAL AND APPLIED ACHIEVEMENTS OF THE SCIENCES IN THE FIELD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT IN THE FIELD OF MEDICINE AND MEDICAL EDUCATION Sudzuki V., Yehorenkov A.I. _____	205
НЕСПЕЦИФІЧНИЙ ВИРАЗКОВИЙ КОЛІТ І АРТЕРІАЛЬНА ГІПЕРТЕНЗІЯ: ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ, ПОДАЛЬШІ ПЕРСПЕКТИВИ Хайрнасова А.В., Хайрнасов Р.Н. _____	207
СТВОРЕННЯ СУЧАСНОГО ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ ФАРМАЦІЇ ЗАСОБАМИ PAGES Шабацька С.А. _____	210
СЕКЦІЯ 4. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ ПРИРОДНИЧИХ НАУК _____	212
ІСТОРІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЕРКУСІЇ В МЕДИЦИНІ Бірюкова Т.В., Остафійчук Д.І. _____	212
МАТЕМАТИКА В ОФТАЛЬМОЛОГІЇ Бірюкова Т.В., Остафійчук Д.І. _____	213
ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ Іванчук М.А. _____	215
ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМА – 120 РОКІВ ПО ТОМУ Іванчук П.Р. _____	219
ОСНОВНІ ЕТАПИ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЧНОЇ ПСИХОЛОГІЇ ЯК НАУКИ Махрова Є.Г. _____	220
РОЛЬ ПОСТАТІ ВИДАТНОГО ВЧЕНОГО І.ПУЛЮЯ У ПАТРІОТИЧНОМУ ВИХОВАННІ СТУДЕНТІВ Микитюк О.Ю. ¹ , Шинкура Л.М. ¹ , Олар О.І. ¹ , Слипанюк О.В. ² _____	222
ІСТОРІЯ ВІНАЙДЕННЯ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ТОМОГРАФІЇ Микитюк О.Ю. ¹ , Кульчинський В.В. ¹ , Слипанюк О.В. ² _____	224
КРОКИ ФІЗИКІВ У МЕДИЧНУ ОСВІТУ: РЕТРОСПЕКТИВА Олар О.І. _____	227
ІСТОРІЯ ВІНАЙДЕННЯ ПЕНІЦИЛІНУ Шинкура Л. М., Шинкура В.М., Микитюк О.Ю. _____	229
СЕКЦІЯ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ВИКЛАДАННІ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ _____	231
ОСОБЛИВОСТІ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У _____	231
СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН Андрущак Л.А. _____	231
ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ МЕДИЧНОЇ ХІМІЇ У МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ З ТОЧКИ ЗОРУ ПСИХОЛОГІЇ ТА ПЕДАГОГІКИ Бабчук Л.Р. _____	232
МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ ТА СТОМАТОЛОГІВ ДЛЯ РОБОТИ В ЕЛЕКТРОННІЙ СИСТЕМІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я Баєва О.В., Кривенко Є.М., Коваленко О.О. _____	235
ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ПРОПЕДЕВТИКИ ВНУТРІШНЬОЇ МЕДИЦИНИ Бачук-Понич Н.В. _____	237
ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK OF THE STUDENT - A COMPONENT OF TRAINING MEDICAL STUDENTS TO PASS AN OBJECTIVE STRUCTURED CLINICAL EXAM AS A COMPONENT OF THE UNIFIED STATE QUALIFICATION EXAM IN THE SPECIALTY 222 "MEDICINE" Bezruk V.V. _____	238



ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕДАГОГІЧНОГО КОЛЕКТИВУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ Бенца Т. М., Пастухова О. А.	240
ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ПАЦІЄНТІВ ПЛАТФОРМИ CASUS ЗАДЛЯ НАВЧАННЯ КЛІНІЧНОМУ МИСЛЕННЮ НА ДОКЛІНІЧНОМУ ЕТАПІ ОСВІТИ Богуцька Н.К.	242
ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ У МЕДИЧНОМУ НАВЧАННІ Влад Г.І.	244
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ТА ЗМІНА РОЛІ ВЧИТЕЛЯ. АКТИВНЕ НАВЧАННЯ Влад Г.І.	245
МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ СУБД. MS ACCESS СТУДЕНТАМ МЕДИКАМ Влад Г.І.	247
КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ Гарвасюк О.В.	248
THE EFFECT OF STUDENTS' SCIENTIFIC ACTIVITY ON THE LEARNING OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS Dudko O.G.	254
ПРОБЛЕМА АДАПТАЦІЇ СТУДЕНТІВ-ПЕРШОКУРСНИКІВ МЕДИЧНИХ ЗВО ДО УЧАСТІ У ДОСЛІДЖЕННЯХ НАУКОВО-ПРИРОДНИЧОГО ТА ПЕДАГОГІЧНОГО НАПРЯМКІВ Єгоренков А.І., Новікова І.М.	255
СИСТЕМНА ГАРМОНІЗАЦІЯ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН, ОРІЄНТОВАНИХ НА ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ МЕДИЧНОЇ АПАРАТУРИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ Єгоренков А.І., Стучинська Н.В.	257
PROCESSING OF PRACTICAL SKILLS DURING CLASSES WITH STUDENTS OF THE FACULTY OF MEDICINE Karatieieva S. Yu.	259
ПСИХОЛОГІЧНА ПІДТРИМКА СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ПРОВЕДЕННЯ ІСПИТУ У ФОРМАТІ ОСКІ Кравченко О.В.	261
ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ СФЕР РАМКИ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРАЦІВНИКА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ У ПАРАДИГМУ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ Кривенко І.П., К.О. Чалий	262
ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНСТРУМЕНТІВ MICROSOFT OFFICE ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В КУРСІ «МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА» Криштопа А.О., Андрійчук М.Д.	264
РОЗВ'ЯЗАННЯ ЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ В КУРСІ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФАРМАЦІЇ» ЗА ДОПОМОГОЮ ІНСТРУМЕНТІВ MICROSOFT OFFICE Криштопа А.О.	266
ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ВИВЧЕННІ БІОФІЗИКИ В КОНТЕКСТІ ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНОСТІ Кузьменко О.С.	268
ОСНОВНІ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ ВИКЛАДАЧА ПРИ ПІДГОТОВЦІ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ Махрова Є.Г.	270
ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ПЕДІАТРІЇ ІНОЗЕМНИМ СТУДЕНТАМ ТРЕТЬОГО ТА ШОСТОГО КУРСІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ Міхєєва Т.М.	275
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ: НОВІ ГОРИЗОНТИ ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ ПРОПЕДЕВТИКИ ВНУТРІШНІХ ХВОРОБ Микитюк О.П.	278



ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДО НАВЧАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ Михайлюк М.М. _____	280
МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «МЕДИЧНА БІОЛОГІЯ» СТУДЕНТАМ ВИЩИХ ОСВІТНІХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ Михайлюк М.М., Шабанова Є.О. _____	282
АКТУАЛІЗАЦІЯ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ В ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МЕДИЧНОГО ПСИХОЛОГА Олар О.І. _____	284
ВИКОРИСТАННЯ ЗНАНЬ З МЕДИЧНОЇ ФІЗИКИ ПРИ НАВЧАННІ ЛІКАРІВ НА ПІСЛЯДИПЛОМНОМУ ЕТАПІ Полянська О.С., Полянський І.Ю., Гулага О.І., Москалюк І.І. ____	285
ІНТЕГРАЦІЯ МЕДИЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ З ФАХОВИМИ ДИСЦИПЛІНАМИ У СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ СТОМАТОЛОГІЇ Прохоренко І.А. _____	287
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН Слипанюк О.В. ¹ , Микитюк О.Ю. ² _____	290
ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ Стучинська Н.В., Матвієнко М.М. _____	292
РОЗВИТОК ПРОФЕСІЙНОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ ЛІКАРЯ ПРИ ВИКОНАННІ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ МЕДИЧНА І БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА Федів В.І. _____	294
FORMATION AND DEVELOPMENT OF TOLERANCE AS A STUDENT'S PROFESSIONAL COMPETENCE Filipets N.D., Gerush O.V., Filipets O.O. _____	296
СУЧАСНІ АСПЕКТИ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ ЛІКАРІВ ПІД ЧАС ВІЙНИ Хайрнасов Р.Н., Хайрнасова А.В. _____	298
НЕОБХІДНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ДО ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ МЕДИЦИНИ ТА ФАРМАЦІЇ Чалий К.О. , Кривенко І.П. _____	300
ІНТЕРАКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ЛІКАРІВ-ІНТЕРНІВ Швець Н.І. , Бенца Т.М. , Пастухова О.А. _____	302
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ GEMINI ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ У ФАХОВОМУ КОЛЕДЖІ Шинкура Л. М., Шинкура В.М. _____	304
ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ 2 КУРСУ ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ МЕДИЧНОГО ЗВО ДО ЗДАЧІ НМТ З МАТЕМАТИКИ Шинкура В. М., Шинкура Л.М. _____	306
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ МЕДИЧНОЇ ПСИХОЛОГІЇ Юрценюк О.С., Ротар Є.С. _____	308
МІЖПРЕДМЕТНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ БІОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ І ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ТА СУДОВОЇ ХІМІЇ СТУДЕНТАМ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ БДМУ Яремій І.М. ____	310



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

OPTICAL MODELING OF BONE TISSUE STRUCTURE

Antonyuk O.P., Ushenko A.G.

Bukovynian State Medical University, Chernivtsi

Yuri Fedkovich Chernivtsi National University, Chernivtsi

olha.antonyuk@yahoo.com

The optical properties of bone tissue are modeled by a two-component amorphous-crystalline matrix. Within the framework of the proposed methodological approach, the optical properties of bone tissue are considered for the first time. It is known that the active mineral matrix consists of hydroxylapatite crystals, the transverse dimensions of which are almost two levels smaller than the diameter of collagen fibers. The long axes of the crystals are oriented parallel to the longitudinal direction of the collagen fibers. They are located between microfibrils, fibrils and collagen fibers, forming an independent continuous mineral phase. In addition, collagen fibers are perceived as spatially arranged elements in the mineral matrix. We consider their orientation for bone trabeculae ordered and parallel to its plane. The spatially spiral orientation of collagen fibers is characteristic of osteons of bone tissue. The latter in the lamellae of the osteon are characterized by different angles of rise of the spirals, but in each lamella they are oriented in the same direction. In adjacent lamellae, the fibers are directed at an angle from 30° to 90° to the longitudinal axis of the osteon.

On the basis of knowledge about the biostructure of the bone tissue of the skull, the following model scheme is proposed. Bone tissue as a composite consists mainly of two phases: organic and inorganic. The first contains type 1 collagen and a small amount of non-collagenous proteins, acidic glycoproteins and small proteoglycans. The main part of the inorganic phase of bone is hydroxylapatite and tricalcium phosphate with the inclusion of carbonate, citrate, Na, Mg, Cl, F.

Birefringent collagen structures and hydroxylapatite crystals have the ability to transform the polarization structure of laser radiation. Optical modeling of the structure of the bone tissue of the skull includes three organizational levels: microcrystalline, macrocrystalline and architectural.

Microscopic level. The main optically active structures of this level are inorganic hydroxylapatite crystals and collagen fibrils. The geometric dimensions of the first are

7- 25 nm, the second - 60-110 nm. From the point of view of crystal optics, these substances have a common characteristic - birefringence, that is, the ability to transform the type and form of polarization of the radiation propagating in them. On the other hand, the spatial symmetry of the crystal-optical structure of the inorganic and organic microcomponent of bone tissue is identical to the optically uniaxial crystal structure.

Macroscopic level. Under the minimum level of this organization are structural formations, the dimensions of which are compatible with the wavelength of laser radiation. First of all, these are collagen fibrils grouped into bundles of fibrils with a diameter of 0.5-2 μm , which together with rod-like crystals form multitendinous bundles, the sizes of which vary from 100 to 200 μm . The macrocrystalline level of organization of the bone tissue of the skull is presented in the form of a set of phase-shifting optically uniaxial structures with the orientation of their axes both in the plane of the cross-section of the bone tissue and in a spatially distributed (spiral-like) orientation - a system of osteon lamellae. When passing through such biocrystalline structures, the laser radiation field undergoes a transformation of photometric and polarization-phase characteristics. As a result, an object field is formed with a distribution of polarization types and forms determined by the orientation and mineralization structure of collagen fibers.

Architectural level. This level of optical organization studies the spatial structure of bone trabeculae and lamellae of osteons, which have a fractal diffraction structure. In this case, phase modulation and polarization of laser beams, which are transformed by biocrystals of bone tissue, and the formation of various polarized partial fronts occur.

Analysis of the polarization modulated object laser field requires measurement of the coordinate distribution of its intensities over the entire plane of the bone tissue. The polarization structure of the boundary field can be visualized in the form of a topological distribution of intensities.

Therefore, by means of polarization analysis of object fields, it is possible to obtain various "vector" projections of boundary fields, which are called orientational and phase tomograms of biotissues.

Conclusion

The method of laser polarimetry allows to determine the spatial orientation of fibrils of collagen fibers and the degree of their mineralization. There is an unambiguous relationship between the morphological parameters of bone tissue and the state of polarization of the objective laser field.



LASER POLARIMETRIC DIAGNOSTICS OF ESOPHAGUS TISSUES

Antonyuk O.P., Ushenko A.G.

Bukovynian State Medical University, Chernivtsi

Yuri Fedkovich Chernivtsi National University, Chernivtsi

olha.antonyuk@yahoo.com

All the variety of biological tissues is optically heterogeneous (connective, epithelial, muscle, nerve, lung, parachymous tissue). A tested model for describing the optical anisotropy of biological tissues based on the use of the Muller matrix of optically uniaxial birefringent crystals. The formalism of the Jones matrix is used to classify and further differentiate the set of polarization properties of the main types of human biological tissues. The elements of the Jones matrix describe the optical properties of biological tissues with the well-known approaches of polarization mapping of azimuths and ellipticities followed by the use of statistical and correlation analysis of two-dimensional distributions of matrix elements. The laser field of radiation scattered by biological tissue becomes a carrier of information about its properties. The addition and development of laser polarimetry of azimuth distributions of ellipticities is a set of polarization nephelometry methods, which are based on the determination of angular dependences statistically averaged over the entire set of optical inhomogeneities of the light scattering matrix using the Mueller matrix.

In order to find the possibilities of differentiating various embryological transformations of biological tissue, comparative studies of the tissue structure of the wall of the human esophagus in normal and atresia conditions were conducted.

The following were investigated:

- 1) fragments of the esophageal wall with an ordered;
- 2) with disordered;
- 3) with island architecture.

With the help of the MZ-2 freezing microtome, according to the classical method, histological preparations with a thickness of $20 \pm 2 \mu\text{m}$ were made for further verification of the diagnosis. For the analysis of laser polarimetric images, normal samples and samples with esophageal atresia of newborn corpses were selected. The number of drugs used is 37.

The subject of statistical and fractal analysis were three types of Mueller-matrix images of human esophageal tissues of different physiological states.



The first type is the coordinate distributions of the diagonal elements of the Mueller matrix, characterizing the degree of transformation of the laser wave polarization azimuth by the collagen fibers of tissues, the optical axes of which are oriented in two mutually perpendicular directions, respectively. In this sense, we call such matrix elements "orientational".

The second type is the coordinate distribution of the diagonal matrix element, the value of which is determined by the phase shifts between the orthogonal components of the laser wave amplitude, which arise due to the birefringence of the collagen fibers of the tissues. In this sense, we will call this element of the Mueller matrix "phase".

The third type is the coordinate distributions of the off-diagonal elements of the Mueller matrix, which characterize the mechanisms of mutual transformations of linear polarization into elliptic polarization, and vice versa. We call such matrix elements "orientational-phase".

Studies of the structure of the esophagus walls were performed in the area of atresia, preatretic (proximal) and postatretic (distal) segments. Changes in the anatomical structure of the esophageal wall during atresia are localized not only in the area of atresia, but also include adjacent preatretic (proximal) segments of the esophagus. The degree of changes in the structure of the esophagus also depends on the area where the atresia is localized. In the preatretic segment of the esophagus, there are multiple signs of decompensation of adaptive mechanisms: significant hypertrophy of the muscular membrane of the esophagus, especially its circular layer, thinning of the mucous membrane with desquamation of its epithelium. Dystrophic structural changes are most pronounced in the area of the preatretic segment and esophageal atresia. Esophageal atresia is characterized by a craniocaudal gradient of the degree of anatomical changes, that is, the higher the level of damage to the esophagus, the more significant changes in its anatomical structure. In the area of atresia, the following dystrophic changes are observed: multiple foci of fibrosis and necrosis, delamination of the esophageal membranes, desquamation of the mucosal epithelium, dilation of the vessels of the submucosal base with multiple extravasates, secondary inflammatory phenomena. The muscular lining of the esophagus has undergone complete fibrous regeneration. A significant number of fibroblasts, lymphocytic and polymorphic cell infiltration is observed in the circular muscle layer. The blood vessels of the intestine are sharply expanded, there is adhesion of erythrocytes, complete exhaustion of compensatory mechanisms. The post-athretic segment of the esophagus is characterized by multiple dystrophic changes in all membranes: the mucous membrane is in a state of swelling, in some areas it is exfoliated, the muscle membrane is thinned, there is a decrease in the size of myositis with an increase in their number.



The table shows the statistical data of the elements of the Mueller matrix of the walls of the esophagus in newborns.

Table

Elements of the Mueller matrix Z_{ik} walls of the esophagus in newborns

Statistical parameters	Normal area	Preatretic segment	Area atresia
Z_1	0.63 ± 0.077	0.56 ± 0.065	0.54 ± 0.055
Z_2	0.13 ± 0.017	0.16 ± 0.021	0.22 ± 0.031
Z_3	0.34 ± 0.042	1.15 ± 0.23	2.19 ± 0.37
Z_4	0.53 ± 0.11	0.93 ± 0.12	1.71 ± 0.33

Diagnostically sensitive are the elements of the Muller matrix of the 3rd and 4th orders, which increase in the preatretic segment and in the area of esophageal atresia of newborns by 3.34 and 6.44 and by 1.75 and 3.23 times, respectively.

Conclusion

Statistical analysis of the biological tissue of the esophagus of different morphological structure revealed a difference in the values of their statistical moments of the 3rd and 4th orders of distributions of azimuths and polarization ellipticities. The identified criteria can be used to differentiate changes in the optical and morphological properties of biological tissue

FROM OPTICS TO MEDICINE: $Hg_3Te_2Cl_2$ CRYSTALS AND THEIR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Bokotey O.O.¹, Bokotey O.V.¹, Chavarha M.I.², Slivka A.G.¹

¹*Faculty of Physics, Uzhhorod National University, Uzhhorod,*

²*Faculty of Medicine, Uzhhorod National University, , Uzhhorod*

obokotei@gmail.com

Modern advancements in optical devices have paved the way for innovative progress in sensing and biomedical imaging technologies. A key benefit of these optical devices is their ability to provide highly detailed information about the subjects under examination. This paper explores the potential uses of the optical properties of $Hg_3Te_2Cl_2$ in the development of medical devices, presents



evidence supporting the concept, and examines possible clinical applications. These crystals are identified as a promising nanomaterial for creating biomedical devices.

Based on DFT studies, the indirect optical band gap for $\text{Hg}_3\text{Te}_2\text{Cl}_2$ is 2.63 eV. We can conclude that the band topology near the conduction band minimum is changed due to the spin-orbit coupling in the mercury orbitals at the Γ -point of the Brillouin zone. We analyzed some typical features in optical spectra of the $\text{Hg}_3\text{Te}_2\text{Cl}_2$ which make it potentially interesting compound for nonlinear optical application.

Our calculations indicate that the main contribution comes from Hg/s, Te/p and Cl/p electronic states near the Fermi level in DOS and strong reflectivity is occurred at higher energies. The optical properties of $\text{Hg}_3\text{Te}_2\text{Cl}_2$, such as optical rotation, high refractive index, and transparency in the visible and IR ranges, create new opportunities for materials design. They have significant potential for a wide range of applications in optical devices, including elements for dynamic holography, recording and information storage, modulators, deflectors, and other devices based on the interaction of light beams.

References

1. 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.
2. 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.
3. O.V. Bokotey. Calculated optical properties of gyrotropic $\text{Hg}_3\text{Te}_2\text{Br}_2$, *Optik* 156 (2018) 39-42.

ПЕРСПЕКТИВИ КЛІНІЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ 3D-РЕКОНСТРУКЦІЇ ЕМБРІОГЕНЕЗУ СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Владиченко К. А.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

vladychenko@meta.ua

Поглиблення знань про морфологію пренатального онтогенезу людини має не тільки теоретичну цінність, але й важливе значення для практичної медицини, оскільки надає можливість удосконалити діагностику порушень процесів ембріогенезу. Ультразвукове дослідження стає все більш технічно досконалим – використання 3D-моделювання, дозволяє оцінювати анатомічні структури в першому триместрі вагітності та діагностувати вади



розвитку.

Порівняльна морфологія пренатального онтогенезу нижніх сечових шляхів людини та свині свійської в останні два десятиліття набула нової мети та стала актуальною для науковців у багатьох галузях медицини. Йдеться про розробку нових напрямків тканинної інженерії, ксенотрансплантації, молекулярної медицини та тривимірний друк органів для трансплантації [1, 2].

Завдяки розвитку технології тривимірного біодруку стало можливим відтворювати біомікросередовища зі складними 3D-структурами з використанням різних типів клітин. Модель сечового міхура була успішно виготовлена шляхом 3D-біопринтинга з використанням біочорнил, що містять клітини. Техніка 3D-біодруку дозволяє *in vitro* виготовляти різноманітні анатомічні структури різної форми [3].

В останні роки дослідники в галузі тканинної інженерії вивчали можливості генерації стінки сечового міхура *in vitro* для використання в реконструктивних оперативних втручаннях на сечовому міхурі. Тканинна інженерія для заміщення сечового міхура передбачає стимулювання клітинного росту та дозрівання на матриці. Регенерація сечового міхура за допомогою тканинної інженерії представляє дуже перспективний підхід до розробки нових методів для оперативної корекції патології нижніх сечових шляхів. Біоінженерія тканин сечового міхура досліджується на різних тваринних моделях для оцінки ефективності різних клітинних каркасів в реконструктивній хірургії сечового міхура. Однак ця технологія ще не готова для клінічного застосування [4].

У 2024 році вперше проведено ксенотрансплантацію генетично модифікованої нирки свині свійської до людини. Потенційним рішенням проблеми недостатньої кількості донорських органів може стати створення міжвидових химер за участю ссавців, шляхом доповнення ембріонів тварин плюрипотентними стовбуровими клітинами людини з редагованим геномом. Проводяться експериментальні дослідження по міжвидовому органогенезу, які демонструють можливість цього процесу між мишами та щурами для таких органів, як підшлункова залоза, виличкова залоза та нирки. Свиня свійська є перспективною моделлю для вирощування людських органів, враховуючи їх схожість з людьми в ембріональному розвитку, фізіології та розмірі органів [5].

Компіляція результатів дослідження за допомогою неінвазивних 3D-технік, таких як мікрокомп'ютерна томографія, мікромагнітно-резонансна томографія та оптична проекційна



томографія дозволить більш точно досліджувати топографо-анатомічні перетворення органів і структур сечової системи.

Вивчення гістотопографії та морфоархітектоніки сечової системи людини та свавців у порівняльному аспекті з використанням 3D моделювання допоможе вдосконалити розробку нових напрямків тканинної інженерії, тривимірного друку органів для трансплантації, а також сприятиме в вирішенні клінічного завдання – розвитку ксенотранспланталогії.

Список використаних джерел

1. Yu XH, Deng WY, Jiang HT, Li T, Wang Y. Kidney xenotransplantation: Recent progress in preclinical research. *Clin Chim Acta*. 2021 Mar;514:15-23. doi: 10.1016/j.cca.2020.11.028
2. Dos Santos RMN. Kidney Xenotransplantation: Are We Ready for Prime Time? *Curr Urol Rep*. 2023 Jun;24(6):287-297. doi: 10.1007/s11934-023-01156-7
3. Wang J, Xie W, Li N, Li W, Zhang Z, Fan N, Ouyang Z, Zhao Y, Lai C, Li H, Chen M, Quan L, Li Y, Jiang Y, Jia W, Fu L, Mazid MA, Zhu Y, Maxwell PH, Pan G, Esteban MA, Dai Z, Lai L. Generation of a humanized mesonephros in pigs from induced pluripotent stem cells via embryo complementation. *CellStemCell*. 2023 Sep 7;30(9):1235-1245.e6. doi: 10.1016/j.stem.2023.08.003
4. Li P, Zhang W, Smith LJ, Ayares D, Cooper DKC, Eksler B. The potential role of 3D-bioprinting in xenotransplantation. *Curr Opin Organ Transplant*. 2019 Oct;24(5):547-554. doi: 10.1097/MOT.0000000000000684
5. Dekel, B., Burakova, T., Arditti, F. *et al*. Human and porcine early kidney precursors as a new source for transplantation. *NatMed* 9, 53–60 (2003). <https://doi.org/10.1038/nm812>

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРІВ У СТОМАТОЛОГІЇ

Вовк Д.О., Кульчинський В.В.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці, Україна

dimonvovk007.sf@bsmu.edu.ua, kulchynsky@bsmu.edu.ua

Лазери поступово стають невід'ємною частиною сучасної стоматологічної практики. Сучасне використання лазерів для лікування карієсу, пародонтиту, ендодонтичного лікування, відбілювання зубів та навіть у косметичній стоматології. За допомогою лазерів можна більш ефективно виконувати стоматологічні процедури та хірургічно втручатися з мінімальним дискомфортом для пацієнта. Також важливим є те, що рани швидше загоюються після застосування лазера, адже його випромінювання має ефект стерилізації. [1]



Метою дослідження є наголошення на фізичних основах використання лазерів у стоматології задля покращення розуміння процесів взаємодії лазерного випромінювання з тканинами ротової порожнини та допомоги у здійсненні свідомого вибору виду лазера, режимів його роботи відповідно до медичних цілей стоматолога.

Фізика взаємодії лазерного випромінювання із речовиною залежить від параметрів лазерного випромінювання, режимів роботи пристрою та від властивостей речовини. Тобто, знаючи оптичні властивості речовини, з якою необхідно взаємодіяти, стоматолог за максимумами і мінімумами на спектрі поглинання обирає тип лазера (довжина хвилі випромінювання), при цьому враховує також спектри відбивання і розсіювання, знаючи теплові властивості тканини-мішені - обирає тривалість імпульсу, площу фокусування, тривалість процедури. Від вибору зазначених параметрів залежить до якої температури нагріє лазерне випромінювання тканину-мішень, що, своєю чергою, визначатиме медичний результат взаємодії випромінювання: біостимуляція, коагуляція, випаровування (абляція), карбонізація чи елімінація. Основою для терапевтичного і хірургічного використання є процес поглинання. Для діагностичного використання - відбивання, розсіювання, заломлення, і, меншою мірою, поглинання.

Вибіркове поглинання лежить в основі ефекту фотоактивації барвника (ФАБ). Барвник (хромофор) може бути як природного, так і зовнішнього походження. Цей ефект полягає в тому, що тільки певні речовини будуть поглинати енергію лазерного випромінювання. Наприклад, при відбілюванні зубів на поверхню зуба, який треба відбілити, наносять гель з барвником і перекисом водню. Поглинання лазерного випромінювання барвником нагріває гель і призводить до вивільнення активних форм кисню, за рахунок хімічної дії яких, власне і досягають відбілюючого, а також антисептичного ефектів. ФАБ також використовують для лікування за допомогою лазерного випромінювання, наприклад, пародонтиту: нагрівання води та пігментів в інфікованих тканинах ротової порожнини при поглинанні енергії випромінювання лазера спричиняє випаровування води, що дозволяє руйнувати інфіковані клітини з високою точністю. Одночасно з цим підвищення температури викликає коагуляцію кровоносних судин, що зупиняє кровотечу. Іншим супутнім ефектом є те, що енергія лазерного пучка деструктивно впливає на бактерії (порушує їх клітинні мембрани та денатурує білки). При цьому дуже коротка тривалість імпульсу лазера є недостатньою для виникнення больових відчуттів. При обробці зубних каналів за допомогою лазерного випромінювання задіюють ті ж фізичні явища: підвищення температури призводить до загибелі бактерій, а також до оплавлення твердої тканини стінок кореневого каналу, що



ізолює тонкі його відгалуження.[2] Біостимулюючі ефекти використовують у стоматологічній фізіотерапії: шляхом вибіркової взаємодії з хромофорами крові, шкіри чи інших тканин (наприклад, меланіном та гемоглобіном) досягають активації мікроциркуляції кровоносних та лімфатичних судин.[3]

Ербієвий лазер (Er:YAG) - довжина хвилі 2940 нм - поглинають вода та гідроксиапатит - основний мінерал емалі та дентину. Застосування: видалення карієсу, підготовка поверхні зуба для пломбування, гінгівектомія та інші процедури на м'яких і твердих тканинах. Аргонний лазер - довжини хвиль 488 та 514 нм - поглинають гемоглобін і меланін. Застосування: полімеризація композитних матеріалів, відбілювання зубів, хірургія м'яких тканин. Менш універсальний порівняно з ербієвим або діодними лазерами. Напівпровідникові діодні лазери - довжина хвилі в діапазоні 800-980 нм - добре поглинають меланін, гемоглобін і, меншою мірою, вода. Застосування: хірургія м'яких тканин, лікування пародонтиту, дезінфекція корневих каналів, десенсибілізація зубів. CO₂ лазер - довжина хвилі 10600 нм - сильно поглинає вода, що робить його ефективним для роботи з м'якими тканинами. Застосування: гінгівектомія, френектомія, дезінфекція пародонтальних кишень, лікування виразок і герпесу, біостимуляція. Гелій-неоновий лазер (HeNe) - довжина хвилі 632,8 нм - незначне поглинання у твердих і м'яких тканинах зуба, тому застосування: діагностика карієсу (флуоресцентна діагностика), біостимуляція, полегшення болю, десенсибілізація зубів.[4]

Використання лазерів у стоматології вимагає дотримання суворих заходів безпеки, оскільки цей високоенергетичний інструмент може становити потенційну небезпеку для пацієнта та стоматолога. Стоматологи, які працюють з лазерами, проходять спеціальну підготовку і сертифікацію задля безпечної роботи з цією технологією. Протипоказання до використання лазеротерапії у стоматології: наявність у пацієнта гіпертиреозу або фотодерматозів; тяжкі захворювання нервової системи, серцево-судинної системи; порушення згортання крові.

Висновок: використання лазерів в стоматології значно покращує діагностику та лікування захворювань ротової порожнини. Їх використання дозволяє досягти одночасно таких позитивних ефектів під час процедур та лікувальних маніпуляцій, як: протизапальний, знеболюючий, стерилізуючий та біостимулюючий, що надає численні переваги як для пацієнтів, так і для стоматологів, забезпечуючи більш точні, безболісні, безкровні, комфортні та ефективні процедури - від відбілювання зубів до хірургічного лікування. Для усвідомленого і безпечного використання лазерів в стоматології слід враховувати як фізичні процеси, викликані лазерним випромінюванням у тканинах ротової порожнини, так і медичні ефекти задіяння цих процесів.



Список використаних джерел

1. Verma SK, Maheshwari S, Singh RK, Chaudhari PK. Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice. Natl J Maxillofac Surg. 2012 Jul;3(2):124-32. doi: 10.4103/0975-5950.111342. PMID: 23833485; PMCID: PMC3700144. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3700144/>
2. Lasers in orthodontics [Internet]. Vol. 4, Santosh University Journal of Health Sciences. IP Innovative Publication Pvt Ltd; 2020. p. 12–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.18231/2455-1732.2018.0004>
3. Sobouti F, Khatami M, Heydari M, Barati M. The role of low-level laser in periodontal surgeries. J Lasers Med Sci. 2015 Spring;6(2):45-50. PMID: 25987968; PMCID: PMC4431963.
4. Dederich DN, Bushick RD; ADA Council on Scientific Affairs and Division of Science; Journal of the American Dental Association. Lasers in dentistry: separating science from hype. J Am Dent Assoc. 2004 Feb;135(2):204-12; quiz 229. doi: 10.14219/jada.archive.2004.0153. Erratum in: J Am Dent Assoc. 2004 Jun;135(6):726-7. PMID: 15005437.

АНТИТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ ПОЛІФІТОЛУ-1 НА ТЛІ СУБХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ СВИНЦЕМ У ТВАРИН РІЗНОГО ВІКУ

Гордієнко В. В., Перепелиця О. О., Гордієнко І. К.¹

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

Чернівецький медичний фаховий коледж¹

gordienko.viktor@bsmu.edu.ua, perepelytsia.olesia@bsmu.edu.ua

Прогресуюче хімічне забруднення довкілля важкими металами, з них, - у першу чергу свинець, негативно позначається на здоров'ї населення України. Пріоритетним напрямком у токсикологічних дослідженнях є віковий аспект проблеми та пошук засобів захисту від негативної дії поллютантів. Привабливість фітофармакологічних препаратів полягає в багатокомпонентності складу чинників у лікарських рослинах, що призводить до м'якої безпечної політропної дії на організм. Завдяки низькій токсичності, здатності підвищувати опірність і пристосувальні можливості організму фітопрепарати як рослинні композиції широко застосовують для профілактики і лікування різних патологічних станів.

Метою дослідження стало з'ясування можливої антитоксичної дії фітокомпозиції «Поліфітол-1» (ПФ-1) за показниками маси тіла, внутрішніх органів та вмісту екотоксиканту в організмі за тривалого надходження малих доз свинцю ацетату в організм тварин різного віку. Експерименти проведено на статевонезрілих (1,5 міс., СНЗ) і статевозрілих (5 міс.) нелінійних білих щурах-самцях. Свинцеву інтоксикацію моделювали введенням у шлунок



упродовж 30 діб свинцю ацетат (0,3 мг/кг), що становить $4 \cdot 10^{-5}$ LD₅₀ для СНЗ тварин і $3,7 \cdot 10^{-5}$ LD₅₀ для СЗ тварин. За 2 год до введення солі металу тваринам уводили в шлунок ПФ-1 (ТОВ ДКП «Фармацевтична фабрика», м. Житомир) у дозі 2,5 мл/кг удвічі розведеного дистильованою водою. ПФ-1 – фітокомпозиція з 9 лікарських рослин (перстачу прямостоячого кореневище, лепехи кореневище, кульбаби корені, дубу кора, звіробою трава, полину гіркового трава, м'яти перцевої листя, цмину піскового квіти, кукурудзяні приймочки), як лікарський засіб зареєстрована ДЕЦ МОЗ України. Через кожні 5 діб у тварин реєстрували зміни маси тіла. Вміст металу в органах визначали з допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра (С112М-1).

Аналіз динаміки зміни маси тіла тварин засвідчив, що надходження свинцю в організм стримує фізіологічний приріст маси тіла тварин: у СНЗ тварин суттєва затримка росту спостерігалася у першу декаду експерименту, у СЗ – коливання маси відбувалося упродовж усього терміну спостереження. У СНЗ тварин загальний приріст маси тіла за 30 діб склав 12,6 % (проти 58,5 % у контролі). У СЗ тварин приросту маси тіла не відбулося. Свинцева інтоксикація по різному вплинула на коефіцієнти маси (k_m) внутрішніх органів. У СНЗ тварин зменшився лише k_m печінки, у СЗ зменшився k_m нирок, збільшився k_m печінки та серця. Профілактично-лікувальне введення ПФ-1 стримувало зниження маси тіла тварин, особливо у критичні дні її падіння. Загальний приріст маси тіла СНЗ тварин склав 46 % проти вихідної маси і суттєво не відрізнявся від контрольних (інтактних) тварин. Якщо за свинцевої інтоксикації початкова маса тіл СЗ тварин зменшилася на 6 %, то під впливом ПФ-1, вона зросла на 8 %. У СНЗ тварин введення ПФ-1 суттєво не вплинуло на k_m печінки, k_m нирок зменшився до рівня контрольних тварин. У СЗ тварин ПФ-1 проявив коригувальну дію на k_m органів: збільшені за дії свинцю k_m печінки і серця зменшилися, k_m нирок зріс в 1,5 разу.

Оскільки відомо, що свинець дуже повільно виводиться з організму, одним із можливих механізмів антитоксичної дії може бути вплив ПФ-1 на місця накопичення катіонів свинцю в організмі. Найчутливішими органами-мішенями для накопичення металу виявилися паренхіматозні органи (нирки, печінка), вміст катіонів з яких вірогідно зріс. Інтенсивніше накопичення свинцю мало місце у тканинах СНЗ тварин, у СЗ – відбулося додаткове накопичення металу, рівень якого в печінці збільшився в 3,2 разу, у нирках – у 2,4 раза більшим, ніж у СНЗ тварин.

ПФ-1 зменшив накопичення свинцю в органах тварин. Вміст катіонів металу у печінці СНЗ тварин зменшився в 2,8 раза, у СЗ – в 2,6 раза. Накопичення свинцю в нирках обох вікових



груп зменшилося в 1,8 раза. Зменшення накопичення металу відбулося також в серці й скелетному м'язі.

Отже, використання методів атомно-абсорбційної спектрофотометрії для знаходження вмісту свинцю в органах дозволило, в результаті подальшої статистичної обробки даних, зробити висновок, що профілактично-лікувальне уведення фітокомпозиції ПФ-1 чинить антитоксичний вплив при свинцевому металотоксикозі, стримує зниження маси тіла тварин, сприяє її приросту (виразніше у СНЗ тварин), коригує коефіцієнти маси печінки, серця, нирок, значно зменшує накопичення в організмі тварин різного віку катіонів свинцю, що може бути врахованим у комплексній терапії як профілактичний та адаптаційний засіб при металотоксикозі.

ФІЗИЧНЕ БАЧЕННЯ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ОСТЕОАРТРОЗУ

Гречка О.О., Кульчинський В.В.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

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

Остеоартроз – хронічне дегенеративне захворювання суглобів, яке є метаболічно активним, динамічним процесом, для якого властиве ушкодження суглобового хряща з подальшими змінами в кістках, синовіальній оболонці й зв'язках. Остеоартроз розглядають як комплекс порушень з багатьма факторами ризику, а не як хворобу або стан. Остеоартрози класифікують за кількістю уражених суглобів, за локалізацією, за походженням, за рентгенологічною стадією, за наявністю синовіту, за функціональною недостатністю суглобів. Поширеність і частота захворювання по всьому світу різні і залежить багатьох чинників.[1]

Мета дослідження - сформулювати бачення причинно-наслідкових зв'язків тих фізичних процесів, які лежать в основі механізмів виникнення та розвитку остеоартрозу.

У клінічній класифікації розрізняють остеоартрози первинні та вторинні. Зазвичай причини первинних остеоартрозів достеменно невідомі. Виходячи із загальних фізичних міркувань, основним чинником розвитку первинного остеоартрозу є перевищення механічного навантаження на суглобовий хрящ над його можливістю чинити опір цій дії. Таке можливо або коли навантаження перевищує нормальне значення для здорової людини (при непередбачуваних подіях, при надлишковій масі тіла), або ж коли здатність складових суглоба чинити опір нормальному навантаженню зменшена внаслідок дії різних чинників. Саме



взаємодія зовнішніх (функціональне перевантаження суглоба; незбалансоване харчування; інтоксикації та професійні шкідливості; перенесені вірусні інфекції) і внутрішніх (дефекти будови опорно-рухового апарату і порушення статичності; нейроендокринні порушення; порушення кровообігу; супутні хронічні захворювання) чинників відіграє значну роль. При вторинному (деформуючому) остеоартрозі змінений під дією різних чинників суглобовий хрящ втрачає свої біомеханічні властивості. [2]

Для первинної та вторинної профілактики важливим є те, що деякі фактори ризику пов'язані між собою і походять зі способу та умов життя (ожиріння, м'язова слабкість, професійні травми), а, отже, - їх можна уникнути. Проте, дія окремих факторів ризику різноманітна щодо різних суглобів. Вважають, що артрози різної локалізації мають різне походження [3]. Для деформуючого остеоартрозу будь-якої локалізації є такі основні й загальні ознаки: болі в суглобах різного прояву; спазм навколосуглобових м'язів; припухлість суглоба; деформація суглобів; обмеження рухливості суглобів; наявність у хворого порушень статичності, нейроендокринних захворювань, порушень місцевого кровообігу.

Вважають, що підґрунтям руйнівних змін суглобового хряща є порушення метаболічних процесів у ньому. У хрящі суглоба є дві основні речовини, які утримують на собі механічне навантаження і забезпечують міцність хряща при стисненні та розтягненні — колаген та протеоглікани [1]. При цьому підкреслюють роль протеогліканів у підтриманні біомеханічних властивостей суглобового хряща, а також їх вплив на проникність сполучної тканини для води та солей, на адсорбційну та репаративну здатність хряща. Розглядають різні причини виникнення протеогліканової недостатності. Лише іноді можна виділити тільки одну причину, але найчастішим у клінічній практиці є поєднання впливу кількох чинників.[3]

Отже, виходячи з розгляду фізичних процесів та беручи до уваги особливості метаболічних процесів, які забезпечують функціонування суглобів, виникнення і розвиток первинного остеоартрозу зумовлені впливом надмірного механічного навантаження. Надмірність може бути як зовнішня (перевищення навантаження над нормою), так і внутрішня (зниження здатності суглоба чинити опір механічному навантаженню). Вторинний остеоартроз - складний комплекс порушень гемодинаміки, мікроциркуляції, імунологічного та гормонального стану, які призводять до зниження синтетичної функції хондроцитів, розвитку протеогліканової недостатності, яка, своєю чергою, є причиною порушень структури колагенової мережі та її стабільності. Результатом є зниження здатності хряща чинити опір механічним навантаженням і відновлюватись. Наслідком цього є дегенерація хряща і поступове його руйнування, що призводить до типових зовнішніх проявів остеоартрозів - болю, хрускоту (крепітації), скутості рухів у суглобі, чутливості до метеоумов.

Список використаних джерел



1. Хиць А.Р. Остеоартрит: сучасна концепція розвитку. УКР. МЕД. ЧАСОПИС: ПОДІЇ ТА КОМЕНТАРІ, 2020, 7 вересня [Електронна публікація]. Доступ 01.06.2024 <https://api.umj.com.ua/wp/wp-content/uploads/2020/09/Osteo.pdf>
2. Остеоартроз : метод. вказ. для самостійної роботи студентів V курсу мед. фак-ту / упоряд. О. М. Біловол, І. І. Князькова, І. А. Ільченко та ін. – Харків: ХНМУ, 2018. – 24 с <https://repo.knmu.edu.ua/bitstream/123456789/22151/1/Беловол%20Остеоартроз%20укр%20№18-33586.pdf>
3. Нейко Є. М., Головач І. Ю. Сучасні уявлення про патогенез деформуючого остеоартрозу. Український ревматологічний журнал. 2000. № 1 (1). С. 9 – 12 <https://www.rheumatology.kiev.ua/wp/wp-content/uploads/magazine/1/19.pdf>

ФІЗИЧНЕ БАЧЕННЯ ОСНОВ ЛІКУВАННЯ ОСТЕОАРТРОЗУ

Гречка О.О., Кульчинський В.В.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

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

Остеоартроз разом з ішемічною хворобою серця, артеріальною гіпертензією становлять триаду найпоширеніших захворювань серед населення середнього та старшого віку. Ризик розвитку остеоартрозу залежить від багатьох факторів, які можна розділити на дві групи: ті, вплив яких можна змінити та ті, вплив яких змінити неможливо. Серед факторів першої групи розрізняють локальні (сила м'язів, фізична активність, положення суглоба, неоднакова довжина нижніх кінцівок) та системні (ожиріння, цукровий діабет, метаболізм кісткової тканини). Фактори другої групи є системними - вік, стать, генетичні особливості. При остеоартрозі можливі такі зміни суглоба: синовіт; збільшення кількості синовіальної рідини; зменшення суглобової щілини; остеофіти; дегенерація і втрата хряща; потовщення суглобової капсули; потовщення субхондральної кістки.

Мета дослідження - сформулювати фізичне бачення причинно-наслідкових зв'язків між факторами ризику, симптомами та способами мінімізації проявів остеоартрозу.

Оскільки остеоартроз розглядають як комплексне захворювання, то і підхід до лікування повинен бути комплексним. Розрізняють такі типи лікування остеоартрозу: консервативне (медикаментозне та немедикаментозне) та хірургічне. Основні напрямки медикаментозного лікування остеоартрозу: корекція інтраартикулярних порушень, знеболення, покращення кісткового та регіонарного кровотоку, стимуляція метаболічних



процесів та покращення лубрикації суглоба. Проте, більшість клінічних рекомендацій віддають перевагу немедикаментозним методам, які, крім фізичних методів впливу, включають інформування та навчання пацієнтів стосовно їх захворювання, зменшення маси тіла тощо. [1]

За X-променевими зображеннями розрізняють 4 стадії руйнування хряща і розвитку хвороби.[2] Більшість засобів медикаментозного лікування застосовують у проміжку між ранньою стадією остеоартрозу, при якій, починають лікування з консервативних немедикаментозних засобів, та пізньою стадією, при якій застосовують хірургічне втручання.

Хірургічне втручання проводять в тих випадках, коли необхідно позбутися наслідків прогресування хвороби на пізніших стадіях: больовий синдром і обмежена функція суглоба, а застосування консервативних методів дає незначний і нестійкий ефект. При I–II стадії остеоартрозу широко використовують артроскопічний дебрідмент суглоба. При II–III стадії - коригуючі остеотомії для нормалізації біомеханічних порушень у суглобі та запобігання прогресуванню захворювання. При IV стадії - тотальне ендопротезування суглобів.[3]

Учасники Європейського товариства клінічних та економічних аспектів остеоартрозу та остеоартрозу (ESCEO) періодично оновлюють розроблений ними алгоритм терапії остеоартрозу.[4]

Окремою групою виділяють фізіотерапевтичні методи лікування, які можуть бути використані і як засіб немедикаментозного впливу, і як допоміжний засіб при медикаментозному впливі, а також при супроводі хірургічних методів лікування (до і після операцій)[5]. Фізіотерапевтичне лікування значно посилює дію інших методів лікування, знижує ризик виникнення ускладнень після операції, допомагає скоротити період одужання. Деякі фізіотерапевтичні методики: ультразвукова терапія, ударно-хвильова терапія, електротерапія, магнітотерапія, лазеротерапія. Розбір впливу кожного методу буде представлено в доповіді.

Висновки: Остеоартроз є сукупністю захворювань, які викликані різними причинами, але мають схожі прояви, тому лікування має бути комплексним і включати механічне розвантаження уражених суглобів, з одного боку, та застосування засобів, які покращують кровообіг та метаболізм у суглобових тканинах, підсилюючи здатність суглоба чинити опір наявному механічному навантаженню, - з іншого боку. Всі види лікування націлені на зняття больових відчуттів та дискомфорту: використовуючи хірургічні методи лікарі намагаються прибрати причину больових відчуттів; немедикаментозні, медикаментозні та



фізіотерапевтичні підходи передбачають зупинку запальних процесів та посилення процесів відновлення уражених хворобою частин суглоба в результаті механічної, теплової, фізико-хімічної та фізіологічної дії на складові суглоба та суміжні частини тіла. Остеоартроз є необоротним станом, але лікування може допомогти впоратися з болем та іншими симптомами. Задля уникнення розвитку остеоартрозу варто: знати про межу витривалості організму людини щодо механічних навантажень; шляхом фізичних вправ підвищувати свою витривалість щодо механічних навантажень; уникати механічних навантажень, які перевищують вашу витривалість щодо них на даний момент.

Список використаних джерел

1. Хиць А.Р. Остеоартрит: сучасна концепція розвитку. УКР. МЕД. ЧАСОПИС: ПОДІЇ ТА КОМЕНТАРІ, 2020, 7 вересня [Електронна публікація]. Доступ 01.06.2024 <https://api.umj.com.ua/wp/wp-content/uploads/2020/09/Osteo.pdf>
2. Arthritis in Knee: 4 Stages of Osteoarthritis <https://www.ibji.com/blog/orthopedic-care/arthritis-in-knee-4-stages-of-osteoarthritis/>
3. Шуба В.Й. Остеоартроз: рання діагностика та лікування. УКР. МЕД. ЧАСОПИС, 1 (111) – I/II 2016 www.umj.com.ua/uk/publikatsia-93870-osteoartroz-rannya-diagnostika-ta-likuvannya#list
4. Bruyère, O., Honvo, G., Veronese, N., Arden, N. K., Branco, J., Curtis, E. M., ... Reginster, J.-Y. (2019). An updated algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Seminars in Arthritis and Rheumatism*. doi:10.1016/j.semarthrit.2019.04.008 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31126594/>
5. Osteoarthritis: what it does to your joints <https://mydr.com.au/arthritis/animation-osteoarthritis/>

INFLUENCE OF SOLENOID INDUCTANCE ON THE SENSITIVITY OF ELECTRODELESS MEASUREMENTS OF LIQUIDS AND ALUMINUM DISKS

Gutsul O.V.¹, Slobodyan V.Z.²

¹ Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

² Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University, Chernivtsi

gutsul@bsmu.edu.ua

Electrodeless studies of metal disks and aqueous solutions of electrolytes in the form of a cylinder have significant advantages over similar contact or electrode studies, when the quality of contacts or electrodes significantly affects physical processes during the flow of an electric current.



Resonance methods have significant advantages among electrodeless methods of research, since the eddy currents formed during resonance in the studied objects affect the parameters of the resonance itself. Therefore, there is no need to create separate current or electric field sensors, and there is no problem of their placement and influence on the object under study. However, electrodeless resonance methods are poorly studied and require further experimental and theoretical research.

The purpose of this study is to find the region of maximum sensitivity of the electrodeless resonance method for metal disks of different thicknesses with a fixed radius, as well as for aqueous solutions of electrolytes of high and low concentrations. The introduced attenuation d of metal disks and aqueous solutions of NaCl at resonance in solenoids with different inductances and, accordingly, different resonant frequencies f in the frequency range 150 kHz - 29 MHz is investigated.

The experimental dependence of the introduced attenuation d for three aluminum disks of different thicknesses on the resonant frequency f of the solenoids show that with a significant decrease in the thickness of the disks from 100 μm to 7 μm , the influence of the skin effect decreases and the insertion loss d increases at all resonant frequencies f . For even smaller disk thicknesses, the skin effect disappears and the insertion loss d decreases at low frequencies and increases at high frequencies. Therefore, in this case, the maximum increase in the insertion loss is observed at high frequencies. The experimental dependence of the introduced attenuation d of NaCl aqueous solutions on the resonant frequency f of the solenoids show that at a very low concentration (practically distilled water) and a correspondingly low specific electrical conductivity σ , the introduced attenuation increases sharply at low frequencies. Therefore, at low concentrations of NaCl, it is convenient to conduct electrodeless studies in solenoids with a large inductance L . At extremely high concentrations of NaCl aqueous solutions, electrodeless studies are more sensitive in solenoids with a small inductance L in the high frequency region f .

In the region of low NaCl concentrations the maximum sensitivity of the electrodeless method is observed in the region of maximum $d=f(n\%)$. With a decrease in the inductance L of the solenoids, the maximum $d=f(n\%)$ shifts to the high frequency region f . For high concentrations of NaCl, the maximum sensitivity of the electrodeless method increases in solenoids with a lower inductance L in the high frequency region f .

The experimental studies make it possible to optimally select a solenoid with a given inductance L to ensure maximum measurement sensitivity during electrodeless studies.



ELECTRICAL IMPEDANCE SPECTROSCOPY FOR THE DETECTION OF BACTERIA

Gutsul O.V.¹, Slobodyan V.Z.²

¹ Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

² Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University, Chernivtsi

gutsul@bsmu.edu.ua

The rapid and accurate identification of bacterial pathogens, such as *E. coli*, is essential for public health and safety. In the last decade, methods have been developed that simplify the approach to real-time bacterial detection [1,2], in particular, electroimpedance spectroscopy (EIS). EIS is used to study suspensions of various biological samples and characterise their properties [3]. The negative surface charge on the surface of living bacterial cells allows them to be detected and characterised by measuring their electrical impedance.

EIS has been successfully used to monitor changes related to bacterial adhesion, growth and behaviour in real time [1,2]. Impedance-based bacterial detection has a number of advantages over other detection methods, including low cost and ease of implementation [3]. However, very few works have been devoted to the direct detection of bacteria using impedance spectroscopy on interdigitated electrodes (IDE) sensors without bacterial immobilisation [3,4]. Modern biosensors usually require immobilisation of specific antibodies on the sensor surface and have low sensitivity [1,5]. That is why the search for alternative methods of bacterial detection without immobilisation of the electrode surface is relevant.

We have developed a methodology for the direct detection of *E. coli* bacteria on IDE sensors using electrical impedance spectroscopy without prior immobilisation of the electrode surface. This method avoids the complex steps of surface modification and immobilisation, which simplifies the detection process while maintaining high measurement sensitivity. The method is capable of determining the concentration of bacteria (10³-10⁹ CFU/ml) in a short time (30 s) over a wide frequency range (4 Hz-8 MHz). The ability to distinguish between live and dead cells has also been demonstrated. This simplifies the process of preparing the sensor surface, which increases the cost-effectiveness of the method. The prospect of practical application of this method for the selective detection of various types of bacteria is also evident.

Electrical impedance spectroscopy was performed in suspension (deionised water (DH₂O) (non-Faraday EIS) with increasing concentrations of *E. coli* (10³, 10⁶ and 10⁹ CFU/ml) in the frequency range from 4 Hz to 8 MHz at a formal voltage of 1 V.

The dependence of the charge transfer resistance R_{ct} on the concentration of bacterial cells was observed on Nyquist plots. In deionised water, with an increase in the concentration of bacterial cells, a decrease in the charge transfer resistance R_{ct} was observed for live and dead cells.

The proposed method for the selective detection of *E. coli* bacterial cells can be used both to estimate their concentration in samples with an unknown number of bacteria per unit volume and to qualitatively characterise their physiological state, i.e. dead or alive.

References

1. Wang, R.; Lum, J.; Callaway, Z.; Lin, J.; Bottje, W.; Li, Y. A Label-Free Impedance Immunosensor Using Screen-Printed Interdigitated Electrodes and Magnetic Nanobeads for the Detection of *E. coli* O157:H7. *Biosensors* 2015, 5, 791–803. <https://doi.org/10.3390/bios5040791>.
2. Yang, H.; Zhou, H.; Hao, H.; Gong, Q.; Nie, K. Detection of Escherichia coli with a label-free impedimetric biosensor based on lectin functionalized mixed self-assembled monolayer. *Sens. Actuators B Chem.* 2016, 229, 297–304. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.08.034>.
3. Brosel-Oliu, S.; Abramova, N.; Uria, N.; Bratov, A. Impedimetric transducers based on interdigitated electrode arrays for bacterial detection—A review. *Anal. Chim. Acta* 2019, 1088, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.09.026>.
4. Singh, V.; Rawal, V.; Lakhanpal, S.; Jain, P.; Dahiya, S.; Tripathi, C.C. Immobilized bacteriophage used for specific detection of *E. coli* using electrochemical impedance sensing. *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 2015, 6, 3913–3919.
5. Gehring, A.G.; Albin, D.M.; Bhunia, A.K.; Reed, S.A.; Tu, S.-I.; Uknalis, J. Antibody Microarray Detection of *Escherichiacoli* O157:H7: Quantification, Assay Limitations, and Capture Efficiency. *Anal. Chem.* 2006, 78, 6601–6607. <https://doi.org/10.1021/ac0608467>.

EFFECTS OF CONSTANT LIGHT EXPOSURE ON BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS IN RATS AND THE POTENTIAL FOR MELATONIN CORRECTION

Davydova N.

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

davydova.nataliia@bsmu.edu.ua

Abstract. The study investigates the effects of constant light exposure on biochemical parameters in rats and the potential corrective role of melatonin. Results showed significant increases in glucose, triglycerides, and cholesterol levels, and a slight decrease in total protein under influence of 7 days constant light. Melatonin administration at dose of 5 mg/kg along with constant light exposure during 7 days mitigated these effects, reducing glucose, triglycerides and cholesterol and

restoring total protein levels. These findings highlight melatonin's potential as a therapeutic agent for light-induced metabolic disruptions.

Key words: circadian rhythms, melatonin, constant light exposure, metabolic disorders.

Introduction. Circadian rhythms are intrinsic biological clocks that regulate various physiological processes in mammals, including humans. They are responsible for coordinating sleep-wake cycles, metabolic processes, hormone secretion, and other vital functions [4, 10].

Circadian rhythms are synchronized with the external environment mainly by light, which is the most potent factor in aligning these rhythms. Light affects circadian rhythms through specialized photoreceptors in the eyes that send signals to the suprachiasmatic nuclei in the hypothalamus. The nuclei, in turn, regulate the release of hormones and neurotransmitters, such as cortisol and melatonin, facilitating the body's adaptation to changes in the daily light-dark cycle [7].

Melatonin is a hormone produced by the pineal gland at night in response to darkness. It plays a crucial role in regulating sleep and circadian rhythms and possesses antioxidant, immunomodulatory, and anti-cancer properties [2]. Melatonin binds to specific receptors (MT1 and MT2) in various tissues, including the brain, liver, and pancreas, allowing it to influence a wide range of physiological processes [3, 8].

Desynchronization 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 signals. Several factors can contribute to desynchronization, including shift work, jet lag, exposure to artificial light at night, and irregular sleep patterns [4, 10].

A deficiency in melatonin caused by disrupted circadian rhythms due to constant light exposure can lead to metabolic and endocrine disturbances, including insulin resistance, dyslipidemia, and oxidative stress [2]. Supplementing melatonin could help restore normal circadian rhythms and improve biochemical parameters, making it a potential therapeutic agent for correcting disruptions caused by altered light exposure.

Materials and methods. The study was performed in compliance with the Rules of the work using experimental animals (1977) and the Council of Europe Convention on the Protection of Vertebrate Animals used in experiments and other scientific purposes (Strasbourg, 1986). It was performed according to directions of International Committee of Medical Journals Editors (ICMJE), as well as “Bioethical expertise of preclinical and other scientific research performed on animals” (Kyiv, 2006).

Experiments were performed on 24 male Wistar rats weighing 180-200 g which were randomly grouped and kept in polycarbonate cages (4 rats per cage) in a room under controlled environmental condition (temperature $21 \pm 1^\circ\text{C}$ and 12:12 h light/dark cycle, with lights on 8:00 a.m.). Animals received food and water ad libitum.

The light exposure was caused by a constant fluorescent light of 1500 lux intensity for 24 hours a day. Melatonin (“Vita-melatonin”, JSC “Kyiv Vitamin Plant”) was given by gavage at a dose of 5 mg/kg of body weight at 2000 for 7 days. The control group of animals received equivolume amount of water.

Rats were randomly assigned into 3 groups: group 1- untreated animals (control); group 2 - rats exposed to constant light (24 hours of light); group 3- rats exposed to constant light and received melatonin (5 mg/kg body weight) daily at 18:00.

Animals were decapitated under light ether anesthesia on the 7th day after the beginning of the experiment. Blood samples were collected in presence of anticoagulant EDTA (1 mg/ml of blood). The plasma of rats was analyzed for the levels of glucose, total lipids, cholesterol, total protein, urea, and creatinine. The determination of these parameters was conducted using clinical research reagent kits (NPC "Filisit-Diagnostics," Dnipro, Ukraine). The obtained results were statistically processed using the STATISTICA 7 software, employing the Student's t-test as a parametric criterion, and are presented in the table.

Results. It was revealed (table) that in rats exposed to constant light, glucose level was elevated by 21% compared to the control group. The hyperglycemia observed under constant light conditions could be a stress response, potentially mediated by increased corticosterone levels and decreased melatonin levels, which is known to lower glucose level along with its antioxidant and regulatory role in glucose metabolism [3].

Table

Biochemical indicators of rat blood plasma under conditions of constant light exposure and melatonin administration ($M \pm m$; $n=8$)

Groups/ Indicators	Glucose, mMol/l	Total protein, g/l	Urea, mMol/l	Creatinine, $\mu\text{Mol/l}$	Triacyl glycerols, mMol/l	Cholesterol, mMol/l
Control	6.14 ± 0.51	65.0 ± 5.65	7.02 ± 0.45	48.0 ± 7.83	0.58 ± 0.07	1.43 ± 0.12
Constant light	$7.33 \pm 0.42^*$	$54.4 \pm 4.91^*$	6.39 ± 0.58	49.7 ± 6.95	$0.78 \pm 0.06^*$	$1.90 \pm 0.14^*$
Constant light + melatonin	5.05 ± 0.33	61.8 ± 5.07	6.64 ± 0.52	51.1 ± 4.01	0.66 ± 0.09	$1.67 \pm 0.19^*$

Note: * – statistically significant difference compared to the control group ($p \leq 0,05$)

Circadian rhythms regulate various aspects of glucose metabolism, including insulin secretion, glucose uptake, and hepatic glucose production. Desynchronization can disrupt the rhythms of insulin secretion, glucose uptake, and hepatic glucose production, leading to impaired glucose homeostasis and insulin resistance [6]. Hyperglycemia could also be caused by the elevation of gluconeogenesis enzymes expression, such as phosphoenolpyruvate carboxykinase and glucose-6-phosphatase [5].

Constant light exposure led to a slight decrease in total protein level by 16% which might be due to increased protein catabolism or decreased synthesis, a common stress response.

Triglyceride levels in rats exposed to constant light were elevated by 35% while total cholesterol level exceeded control by 33%. The increase in lipid levels under constant light exposure indicates enhanced lipid mobilization, which could be caused by desynchronization impact on the expression of clock genes in the liver, impaired 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 [9]. 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 [1].

Our investigations showed that constant light exposure caused no changes in creatinine and urea levels observed in rats exposed to constant light, indicating absence of renal dysfunction.

Administration of melatonin in the context of constant light exposure was accompanied by the normalization of glucose and total protein levels in the blood plasma of rats. Melatonin administration reduced cholesterol levels but not to the extent of reaching control levels, and it still exceeded control by 17%.

Thus, administration of melatonin appears to mitigate metabolic disorders, particularly carbohydrate, lipid and protein metabolism. Melatonin, with its antioxidant properties, can reduce oxidative stress, improve mitochondrial function, and lower inflammatory markers, which may explain the reduction in glucose, triglycerides, cholesterol. It suggests its potential as a therapeutic agent in managing light-induced metabolic disturbances.

Conclusions. Constant light exposure causes significant disruptions in the biochemical parameters of carbohydrate, lipid and protein metabolism in rats' blood. Melatonin administration corrects these disruptions, reducing levels of glucose, triglycerides, total cholesterol and restoring total protein levels.



References

1. Adamovich Y, Rousso-Noori L, Zwighaft 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 Metab.* 2014;19(2):319-30.
2. Cardinali DP, Hardeland R, Brown GM. Melatonin and healthy aging. *Exp Gerontol.* 2017;100:89-97.
3. Cipolla-Neto J, Amaral FG. Melatonin as a Hormone: New Physiological and Clinical Insights. *Endocr Rev.* 2018;39(6):990-1028.
4. Erren TC, Reiter RJ. Defining chronodisruption. *J Pineal Res.* 2019;66(4):12577.
5. Pan A, Schernhammer ES, Sun Q, Hu FB. Rotating night shift work and risk type 2 diabetes: two prospective cohort studies in women. *PLoS Med.* 2011;8(12): 1001141
6. Perelis M, Marcheva B, Ramsey KM, Schipma MJ, Hutchison AL, Taguchi A, Bass J. Pancreatic β cell enhancers regulate rhythmic transcription of genes controlling insulin secretion. *Science.* 2015;350(6261):aac4250.
7. Puttonen S, Härmä M, Hublin C. Shift work and cardiovascular disease - pathways from circadian stress to morbidity. *Scand J Work Environ Health.* 2010;36(2):96-108.
8. Reiter RJ, Mayo JC, Tan DX, Sainz RM, Alatorre-Jimenez M, Qin L. Melatonin as an antioxidant: under promises but over delivers. *J Pineal Res.* 2016;61(3):253-78.
9. Reiter RJ, Tan DX, Korkmaz A, Ma S. Obesity and metabolic syndrome: association with chronodisruption, sleep deprivation, and melatonin suppression. *Ann Med.* 2012;44(6):564-77.
10. 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 Sci.* 2017;173:94-106.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ДІАГНОСТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ІМПЕДАНСУ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Дарійчук А.В., Кульчинський В.В.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

linadarijczuk2006.med@bsmu.edu.ua, kulchynsky@bsmu.edu.ua

Електричний імпеданс – повний опір речовини щодо протікання через неї змінних струмів. Вимірювання електричного імпедансу біологічних об'єктів з метою медичної діагностики за останні десятиліття набуває різноманітного використання. Кожна нова методика дозволяє отримати все більше деталей для медичної інтерпретації результатів вимірювань. При цьому для ефективного використання таких медичних діагностичних методів необхідно звернути увагу на їх фізичне підґрунтя.



Метою дослідження є наголошення на тих фізичних явищах в біологічних об'єктах, які є основою для медичної інтерпретації результатів вимірювання електричного імпедансу та його складових.

Складовими повного опору є активний опір та реактивний опір. Реактивний опір може мати ємнісний чи індуктивний характер. Конструктивно більшість біологічних тканин за своєю структурою відповідають будові конденсатора. Це можуть бути великі структури (органи, тканини) або ж дрібні структури (клітинні мембрани, макромолекули). Індуктивні властивості біологічних тканин не розглядають, оскільки в біооб'єктах наразі не виявили елементів, які мали б індуктивний характер відгуку на змінну напругу. Величина активного та реактивного опорів залежить від розмірів біологічного об'єкта і внутрішньої будови речовини, яка й визначає його електричні властивості.

У випадку, коли вплив ємнісної складової реактивного опору на величину електричного імпедансу є незначним (високі частоти), клітини розглядають як провідне середовище, - тоді лінії електричного поля проникають всередину, що, при наявності вільних носіїв заряду, сприяє протіканню струмів провідності. За величиною струму і режимом його протікання через клітини можна робити висновки про стан внутрішньоклітинного середовища. У випадку, коли ємнісна складова реактивного опору за величиною співмірна з активною складовою (ділянки дисперсії), то лінії електричного поля частково проходять через клітину і зазнають викривлення на мембрані. Дослідження дисперсії електричного імпедансу дозволяє визначати характерні часові параметри релаксаційних процесів у біологічних об'єктах. У випадку, коли ємнісна складова реактивного опору чисельно значно більша за активний опір (зазвичай, при низьких частотах), то лінії електричного поля огинають клітину. Числове значення електричного імпедансу дозволяє оцінити стан позаклітинної рідини.

Використання первинних перетворювачів сигналу для досліджень електричного імпедансу має свої особливості. Для локальних досліджень використання неінвазивних сенсорів різної конфігурації, з одностороннім, двостороннім чи круговим накладання чутливих електродів зумовлене збільшенням площі контакту з досліджуваною ділянкою біологічної тканини, що дозволяє досягти зменшення похибки вимірювання електричного імпедансу. Деколи з цією метою використовують накладні плоскі електроди.[1]

При вимірюванні параметрів біологічних тканин з допомогою контактних сенсорів можливі похибки вимірювання. Більшість з них зумовлені недостатнім контактом електродів сенсорів до біологічної тканини. Усунення цієї проблеми можливе з використанням фізіологічного розчину, який наносять безпосередньо на поверхню електрода. При цьому сильнішими стають прояви приелектродних явищ в електроліті, для усунення впливу яких на



результат вимірювання використовують 4-електродну схему, в якій змінний струм підводять через два (струмові) електроди та вимірюють різницю потенціалів між двома точками досліджуваної частини тіла, зумовлену протіканням змінного струму, - на двох інших (напругових) електродах. За змінами в часі коливань струму та напруги обчислюють складові комплексного імпедансу. На форму і глибину проникнення силових ліній електричного поля впливають розміри електродів, міжелектродна відстань, їх взаєморозташування, - це потрібно враховувати при аналізі стану біологічних об'єктів за складовими імпедансу. Глибина проникнення силових ліній зростає при збільшенні площі поверхні електрода та при збільшенні відстані між електродами. Викривлення силових ліній електричного поля, які проходять через досліджуваний об'єкт, унеможлиблює однозначну локалізацію.[2]

У медичній діагностиці для різних завдань використовують різні методики вимірювання електричного імпедансу. Для оцінки фізіологічного стану біологічних тканин досліджують весь спектр частот (біоімпедансна спектроскопія). Крутизна ділянки дисперсії на спектральній залежності імпедансу при відмиранні тканини стає меншою, оскільки при відмиранні руйнуються мембрани – «живі конденсатори», і нежива біологічна тканина володіє суто активним опором. Для обчислення відсоткового розподілу речовин у тілі людини - двочастотну методику: низькі частоти - для вимірювання об'єму позаклітинної рідини, і високі частоти - для вимірювання загального водного об'єму. Для завдань функціональної ідентифікації - імпульсну імпедансометрію. Імпедансну плетизмографію (реографію), використовують при дослідженні серцево-судинної системи для вимірювання ЧСС і об'єму крові, показників венозного кола кровообігу. Електроімпедансна томографія є малоінвазивним методом побудови зображень плоских перерізів електрично провідних матеріалів. Зображення, отримані цим методом, дозволяють якісно та кількісно оцінити розподіл імпедансу в поперечних перерізах тіла та відстежити зміни розподілу імпедансу в часі. Електроімпедансна томографія може бути корисною в тих випадках, коли між тканинами існують провідні контрасти, наприклад, для візуалізації ракових або ішемічних тканин або функціонального моніторингу дихання, кровотоку, моторики шлунку і нейронної активності.

Висновки: біологічним тканинам притаманні резистивні та ємнісні електричні властивості; за співвідношенням складових повного електричного опору визначають компонентний вміст біологічних тканин; за часовою залежністю електричного імпедансу роблять висновки щодо динаміки кровонаповнення біологічних тканин; загальне дослідження фізіологічного стану біологічних тканин включає дослідження дисперсії електричного імпедансу; вимірювання електричного імпедансу між різними точками біологічних тканин дозволяє отримати його просторовий розподіл, що має діагностичну цінність; при використанні електроімпедансних методик діагностики слід пам'ятати про їх фізичні



обмеження, зумовлені розмірами, віддаллю та взаємним розташуванням електродів, схемою їх підключення до тіла пацієнта, а також приелектродними явищами.

Список використаних джерел

1. Birgersson U. Electrical Impedance of Human Skin and Tissue Alterations: Mathematical Modeling and Measurements / U. Birgersson. – Sweden, Stockholm: Karolinska Institutet, 2012. – 59 p.
2. P. Kassanos, "Bioimpedance Sensors: A Tutorial," in IEEE Sensors Journal, vol. 21, no. 20, pp. 22190-22219, 15 Oct.15, 2021, doi: 10.1109/JSEN.2021.3110283.

СТАН ПЕРОКСИДНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ ГІПОКАМПА ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ ЗІ СКОПОЛАМІН-ІНДУКОВАНОЮ ХВОРОБОЮ АЛЬЦГЕЙМЕРА ТА ПІСЛЯ ВВЕДЕННЯ КАРБАЦЕТАМУ

Дрезналь Є.П., Кметь Т.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

dreznal555@gmail.com; kmet.taras@bsmu.edu.ua

Хвороба Альцгеймера є складним та прогресуючим нейродегенеративним захворюванням та одна з головних причин деменції в усьому світі. Дослідження розуміння патогенезу даної патології та розробка ефективних методів лікування є надзвичайно актуальними на сьогодні. Оскільки тільки в США приблизно 5,3 млн американців мають даний діагноз, з яких 5,1 млн мають вік 65 років і старше, а 200 000, на жаль, мають початок у молодшому віці. У зв'язку зі зростанням захворюваності на хворобу Альцгеймера, все більше приділяється увага вивченню причин виникнення, патогенезу та можливих патогенетичних методів лікування.

Одним із можливих чинників, які впливають на етіологію даного розладу може бути окислювальний стрес. Це обумовлено тим, що мозок значною мірою складається з ліпідів, які легко окислюються, має високу швидкість споживання кисню та не має сильного антиоксидантного захисту і досить вразливий до окисного пошкодження. Оскільки окислювальний стрес характеризується дисбалансом у виробленні радикалів активних форм кисню та антиоксидантного захисту, тому є припущення про важливу роль даних механізмів у процесах вікової нейродегенерації та зниження когнітивних функцій.

Відомим фактом є те, що всі структури мозку, хоча анатомічно та фізіологічно різноманітні, мають загальний механізм, який контролює їхню діяльність і метаболізм.



Контроль лише підтримується завдяки складній взаємодії між гама-аміномасляною кислотою (ГАМК) та кальцій-залежним нейронним метаболізмом. Саме такий механізм стабілізує активність нейронів як на клітинному, так і на системному рівнях. Опираючись на вище вказані факти, нас зацікавило з'ясувати роль ГАМК в окислювальному стресі гіпокампа щурів різного віку при скополамін-індукованій хворобі Альцгеймера.

Тому метою роботи було вивчити вплив модулятора ГАМК-рецепторів карбацетаму на пероксидне окиснення ліпідів гіпокампа щурів різного віку зі скополамін-індукованою хворобою Альцгеймера з використанням досягнень природничих наук.

Досліди проводили на нелінійних лабораторних білих щурах самцях масою 0,230-0,280 кг, зі скополамін-індукованою хворобою Альцгеймера. Модель створювали внутрішньоочеревинним введенням скополаміну гідрохлориду (Sigma, США) дозою 1 мг/кг протягом 27 днів. Починаючи із 28 доби експерименту, карбацетам вводили внутрішньоочеревинно дозою 5 мг/кг один раз у день упродовж 14 днів. Пероксидне окиснення ліпідів оцінювали за рівнями активних продуктів тіобарбітурової кислоти (АП ТБК). Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою t-критерію Стьюдента. Відмінності вважали статистично значущими при $p \leq 0,05$.

Згідно з отриманими результатами у групі щурів, яким моделювали хворобу Альцгеймера збільшувався вміст АП ТБК у 1,7 раза у статевозрілих та у 2 рази – старих, відносно даних контрольної групи. Це вказувало на посилення процесів вільнорадикального окислення ліпідів та ймовірність ушкодження біологічних мембран. Подальший аналіз результатів показав, що, відносно показників групи без корекції, після введення карбацетаму у щурів із модельною патологією зменшувався вміст АП ТБК у старих у 1,3 раза та статевозрілих – у 1,5 раза.

Таким чином, результати наших досліджень, які отримані завдяки використанню досягнень природничих наук, свідчать про сповільнення процесів пероксидації ліпідів при застосуванні карбацетаму.

Отже, за умов індукованої скополаміном хвороби Альцгеймера у гіпокампі щурів різного віку збільшуються процеси пероксидного окиснення ліпідів. Під впливом карбацетаму знижуються показники прооксидантної системи, що демонструє здатність карбацетаму підвищувати стійкість нейронів до процесів дегенерації при скополамін-індукованому пошкодженні головного мозку.



ФІЗИЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТЕСТЕРА ПУЛЬПИ

Дудка А.С., Кульчинський В.В.

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці

nastyadudka05.sf@bsmu.edu.ua , kulchynsky@bsmu.edu.ua

Точне визначення стану пульпи є дуже важливим елементом при визначенні правильного діагнозу та плану лікування. Важливою частиною постановки цього діагнозу є визначення того, чи пульпарна тканина зуба, про яку йде мова, є живою чи некротичною. Одним з найкращих інструментів для оцінки життєздатності пульпи є електричний тестер пульпи (ЕТП). ЕТП це чутливий вид техніки, на його роботу можуть впливати різні фактори, тому важливо, щоб стоматологи-практики, розуміли фізичні основи цих тестерів і способи інтерпретації результатів їх роботи та уникали помилкових висновків.

Метою роботи є висвітлення фізичних основ роботи електричних тестерів пульпи задля більш усвідомленого та ефективного їх використання стоматологами-практиками.

ЕТП - тільки один із можливих способів виявити патологічний стан пульпи. Серед класичних методів тестування пульпи: термічні тести (тест на холод, тест на тепло), тест на прикус, анестезіологічна проба. Серед сучасних: лазерна доплерівська флоуметрія, пульпооксиметрія, двохвильова спектрофотометрія, вимірювання температури поверхні зуба, просвічування світлом через оптичне волокно, плетизмографія.

ЕТП - це пристрій для функціональної діагностики, що створює дозований вплив на нерви зуба шляхом електростимуляції для визначення життєздатності пульпи. Під час проведення процедури протікання струму подразнює нервові закінчення пульпи, в результаті чого пацієнт може відчувати больові відчуття різної інтенсивності. Спостереження за реакцією пацієнтів дозволяє визначити поріг чутливості пульпи, що забезпечує високоефективне визначення життєздатності пульпи і допомагає в діагностиці ускладнень карієсу.[1]

У пульпі зуба існують два типи чутливих нервових волокон: мієлінізовані А-волокна та немієлінізовані С-волокна. Обидва типи волокон є ноцицепторами, які реагують на потенційно шкідливі подразники, генерують больові сигнали в ЦНС. С-волокна, як правило, розташовані в центрі зуба в тілі пульпи; біль тупий, погано локалізований. Волокна простягаються до периферії пульпи, біля дентинних каналців або частково в них. А-Волокна дозволяють локалізувати гострий біль і, як правило, є волокнами, стимульованими ЕТП.[2]

Для проходження струму необхідне замкнуте електричне коло від кінчика електрода через структуру зуба, через тіло пацієнта і до пасивного електрода, який закріплюють за губою (загубника). Процедура вимірювання полягає у підключенні електродів до приладу, підготовці поверхні досліджуваного зуба та сусідніх зубів, прикріпленні загубника на один з куточків рота, виборі швидкості сканування, нанесення провідного клею чи зубної пасти на досліджуваний зуб, встановленні тестуючого електрода на зуб через клей чи пасту і вимірюванні показів приладу в момент, коли пацієнт повідомить про больові відчуття.[3]

Ці показники є числовим виразом реакції зуба на електростимуляцію. Фізично ці цифри означають порогове значення струму через досліджуване коло. Пікове значення показань електроприладу становить 80 мА. Показники стимуляції здорової пульпи повинні знаходитися в діапазоні 0-40 мА. Про наявність часткового некрозу пульпи буде свідчити показник в межах від 40 до 80 мА. Результат понад 80 мА вкаже на повний некроз пульпи. Враховуючи те, що опір зуба вважають рівним приблизно 3 МОм, пульптестери при протіканні пікового струму розвивають напругу між електродами 240-280 В залежно від виробника та серії пристрою. Використовують монополярні імпульси подразнення тривалістю 5-15 мс з наростанням амплітуди. Найкращі результати отримують коли катод пристрою є тестуючим електродом. З точки зору адаптації до подразнень найкраще проводити дослідження при швидкому режимі сканування.[4]

Фактори що впливають на якість отриманого результату: проблеми з обладнанням (розрядився елемент живлення); розміщення наконечника зонда (оскільки поріг відгуку буде досягнутим при стимуляції достатньої кількості нервових волокон, то максимальний відгук в місці найбільшої густини розподілу нейронів); якість поверхні зуба та електрода (сухий наконечник електрода і зуб можуть спричинити розсіяння електричного струму по поверхні коронки і не викликати помітної реакції з боку пульпи); стан зубів (оскільки емаль має низький вміст води, її електричний опір високий, і тому пошкодження емалі можуть знизити поріг реакції); опорні тканини (при пародонтозі реакція пульпи на тестування нижча, оскільки існує перекриття порогів пульпи і волокон пародонтального нерва, періодонтальні нерви можуть сприяти виникненню помилкових вимірів).

Висновки: фізичною основою роботи ЕТП є вимірювання порогового значення струму, який протікає через зуб, в момент виникнення больового відчуття, яке виникає внаслідок електричного збудження напругою з наростаючою амплітудою нервових закінчень всередині пульпи. Наявність відгуку пацієнта свідчить про життєздатність пульпи, тоді як



відсутність відгуку означає некроз пульпи. При проведенні процедури вимірювання слід пам'ятати про рівень напруги між електродами приладу та особливості протікання захворювань зубів. Знання і розуміння фізичних основ роботи ЕТП дозволяє більш ефективно і безпечно їх використовувати та правильніше інтерпретувати спостережувані результати вимірювання.

Список використаних джерел

1. [HTTPS://WWW.DENTALTOWN.COM/BLOG/POST/10690/DETERMINING-PULPAL-STATUS-ELECTRIC-PULP-TESTING](https://www.dentaltown.com/blog/post/10690/determining-pulpal-status-electric-pulp-testing)
2. https://www.tannlegetidende.no/journal/2016/1/d2e198/Acute_dental_pain_I:_pulpal_and_dentinal_pain
3. <https://www.styleitaliano.org/digest-3-a-pulp-vitality-tester-with-a-fast-learning-curve/>
4. Jafarzadeh H, Abbott PV. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and test cavities [Internet]. Vol. 43, International Endodontic Journal. Wiley; 2010. p. 945–58. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/J.1365-2591.2010.01760.X>

РОЗРАХУНКОВА ОЦІНКА ДОВЖИНИ БЕЗПЕЧНОЇ ВІДСТАНІ МІЖ ФІКСУЮЧИМИ ГВИНТАМИ ПРИ НАКІСТКОВОМУ ОСТЕОСИНТЕЗІ НА «СТРЕСОВІЙ» ДІЛЯНЦІ КІСТКИ

Дудко О.Г.¹, Кривоносов В.Є.², Шайко-Шайковський О.Г.³, Якимюк Д.І.⁴

¹Буковинський медичний університет, м. Чернівці

²Національний університет біотехнологій та біоресурсів, м.Київ

³Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м.Чернівці

⁴Чернівецька лікарня швидкої медичної допомоги, м. Чернівці

Dudko.oleksii@gmail.com yhtverf007@ukr.net O.shaiko-shaikovskiy@chnu.edu.ua

TraumaLshmd@gmail.com

Остеосинтез залишається одним з найдоступніших та поширених засобів оперативного втручання та забезпечення надійної стабільної фіксації відламків пошкодженої кістки. Накістковий остеосинтез при цьому залишається дуже поширеним та доступним видом остеосинтезу завдяки його чисельним перевагам, можливості його здійснення в умовах районних стаціонарів та польових шпиталів. Наявність широкого різноманітного асортименту накісткових конструкцій, розробка та впровадження нових сучасних матеріалів роблять реалізацію такого виду остеосинтезу в наш час досить поширеною, актуальною та важливою.



Наявність великої кількості видів та типів переломів вимагають чіткого та правильного вибору тієї, або іншої конструкції фіксатора, оскільки цей фактор має вирішальне значення для забезпечення швидкого зростання відламків зламаної або пошкодженої кістки. Важливе значення при цьому мають також відстані між фіксуючими гвинтами, які будуть обрані для проведення фіксуючих та блокуючих елементів накісткової конструкції.

Не менш важливо також визначитись з місцями проведення фіксуючих та блокуючих гвинтів: адже недостатня їх кількість не забезпечить надійність та стабільність фіксації відламків. Проте – їх надмірне число викликає певне послаблення кістки, збільшує концентрацію напружень у кортикальній речовині, що, своєю чергою, також негативно впливає на перебіг репаративних процесів, збільшує інвазивність оперативного втручання. У цьому питанні існує ще багато не вирішених проблем.

Розрахункова схема біомеханічної системи «кістка-фіксатор» може бути приведена до статично невизначеної балки на декількох опорах. Розкриття статичної невизначеності такої системи можливо за допомогою теореми, або рівняння 3-х моментів. Перевірка умови міцності дозволяє оцінити міцність кожного елемента біомеханічної системи, а також – виходячи з умови міцності визначити максимально можливу довжину прогону (відстані між фіксуючими гвинтами по обидва боки від лінії перелому) при якому буде забезпечуватися міцність такої ділянки накісткової пластини. Як відомо, ця відстань повинна бути дещо більшою, ніж так звана, «стресова» довжина кістки поблизу місця перелому, оскільки кортикальна речовина може суттєво змінювати свої фізико-механічні параметри на цій ділянці. Тому дуже бажано фіксуючі або блокуючі гвинти проводити поза цією ділянкою, що забезпечить більш надійну та стабільну фіксацію, скоротить термін зростання відламків, дозволить уникнути можливих ускладнень.

Перевірка міцності матеріалу накісткового фіксатора (сталь 12Х18Н9Т, яка має значення допустимих напружень $[\sigma]=2160-3520$ кг/см², або сталь 12Х18Н10Т, що має значення відповідних допустимих напружень $[\sigma]=2360-3320$ кг/см² з межею міцності $\sigma_b = 10800$ кг/см²) показала, що протяжність «стресової» ділянки накісткової пластини практично співпадає із довжиною ділянки корпусу накісткової пластини, яка розташована над місцем перелому.

Вказаний підхід може бути застосований для будь-яких накісткових пластин: діафізарних, кутових, суглобових, що мають різну форму та розміри корпусу поперечного перерізу, а також може успішно використовуватися для різних видів та типів пошкоджень із різним типом локалізації: діафізарні, проксимальні, дистальні, суглобові. Причому така



методика дозволяє оцінювати різні види переломів: діафізарні поперечні, косі, гвинтові, осколкові тощо. Відрізнятись при цьому будуть лише довжини «стресових» ділянок для кожного з перерахованих випадків.

Список використаних джерел

1. «Науково-методичні підходи до накісткового остеосинтезу» /Сорочан О.М., Шайко-Шайковський О.Г., Бухлал Н.А., Бочарова О.А. – Одеса, -2020.- 193 с.
2. Пат. № 118702 України МПК А61В 5\05; Датчик контролю місця перелому кістки. Кривоносов В.Є., Шайко-Шайковський О.Г. та ін. Заяв.а2017 00164, 04.01.2017.; Бюл. № 4. - 6 с. Опуб. 25.02.2019.
3. Пат. № 123932 України МПК А61В 5\05; Пристрій для діагностики стану перелому при накістковому остеосинтезу Кривоносов В.Є., Шайко-Шайковський О.Г., Кривоносов В.В. Заяв. а2019 11579, 02.12.2019.; Бюл. № 25. - 6 с. Опуб. 23.08.2021.

ЗОЛОТІ НАНОЧАСТИНКИ ТА ЇХ БІМЕДИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ

Забродський І.С., Олар О.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

igorihor9.med@bsmu.edu.ua, olena.olar@bsmu.edu.ua

За останні роки нанотехнології - тема інтенсивних досліджень і значного інтересу серед дослідників різних галузей знань.

Виробництво та використання наночастинок різко розширилося в результаті швидкого розвитку нанотехнологій. Наночастинки золота (AuNP) інтенсивно і різнопланово досліджуються і вони широко використовуються в медичних і немедичних цілях, як ідеальний матеріал завдяки своїм унікальним властивостям (електричним, механічним, термічним, хімічним, оптичним та ін.) та характеристикам (інертність, біосумісність і, особливо, низька токсичність).

Сучасні методи синтезу AuNP залежно від необхідних форми, розміру, хімічних властивостей поверхні та ін. поділяють на:

- фізичні - пов'язані з використанням явищ лазерної абляції; синтезу за допомогою ультразвуку; фотохімічних процесів, викликаних ультрафіолетом; електрохімічних методів та ін.;
- хімічні - метод Туркевича-Френса, Метод Бруста-Шіффіна, метод Мартіна, синтез на основі полімерів, зеленого біосинтезу (використання екологічної хімії) та ін.;



- біологічний - AuNPs синтезуються ферментами, мікроорганізмами, грибами та рослинами.

У біомедичній галузі AuNP використовуються *in vivo* та *in vitro*. Значні результати досягнуто в різних медичних напрямках: 1) біосенсорика – доставлення ліків, імуноферментний аналіз, виявлення терапевтичних іонізуючих випромінювань, колориметричне зондування та ін.; 2) біомаркування стовбурових, імунних, інших специфічних клітин для їхньої візуалізації та ін.; 3) терапевтичні процедури – доставлення, моніторинг швидкості та площі вивільнення ліків, селективне знищення ракових клітин (фототермічна терапія) та ін.; 4) діагностика – методи візуалізації (візуалізація в темному полі, оптична когерентна томографія, двофотонна флуоресцентна, фототермічна, фотоакустична, та ін.); 5) мікробіологія – нові антибактеріальні агенти та ін.

Отже, наночастинки золота, завдяки своїм унікальним фізичним властивостям, можливостям синтезу, низькій токсичності, широко використовують і вважають перспективним майбутнім для дослідників, особливо в галузі медицини, попри вже досить широко представлені напрямки їх біомедичного використання.

ТРУДНОЩІ ЕКГ ДІАГНОСТИКИ: ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ЧИННИКІВ

Іванчук П.Р.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ivanchuk.pavlo@bsmu.edu.ua

Сучасну людину оточують безліч фізичних чинників, котрі впливають не тільки на її організм, самопочуття та здоров'я, але і на роботу медичного обладнання, котре використовується з діагностичною та лікувальною метою. Медичний персонал має добре знати про можливий вплив, розуміти його природу і вміти відрізнити можливі спотворення показників, що досліджуються, та за можливості усувати надмірний вплив оточуючого середовища.

Електрокардіограма – це реєстрація зміни електричних потенціалів у вигляді коливань спрямованості результуючого електричного вектора серця у тривимірній системі координат з записом його проекції на двовимірну площину. Враховуючи вищесказане, найбільш чутливою дана методика буде до сторонніх електромагнітних коливань. І якщо на початку ери електрокардіографії електромагнітних полів було мало, то сучасний світ переповнений ними:



системи електроживлення, зв'язку, освітлення, електричні двигуни, різноманітні електронні прибори, тощо. Сучасні електрокардіографи обладнані системами захисту від стороннього впливу, однак повністю нівелювати всі можливі впливи перенасиченого електромагнітного середовища вдасться не завжди.

Найбільш частою формою спотворення запису електрокардіограми є запис сторонніх електромагнітних коливань з накладанням їх на основний запис електричних коливань, що супроводжують роботу серцевого м'яза. В залежності від частоти та форми сигналу, такі «сторонні» коливання можуть імітувати «патологічні зміни» на електрокардіограмі та вводити в оману медиків.

Розглянемо декілька прикладів таких спотворень. Одним з найпоширеніших є імітація фібриляції, або тріпотіння передсердь, через накладання на основний запис електромагнітних імпульсів низької частоти та амплітуди, або зі змінною частотою, котрі будуть імітувати нерегулярні «скорочення» при миготінні або тріпотінні передсердь, особливо при погано вираженому зубцю Р електрокардіограми. Для правильної діагностики слід визначити наявність синусового зубця Р, регулярність шлуночкового ритму, відсутність паузи перед «відновленням» синусового ритму (в нашому випадку зникнення стороннього електромагнітного впливу).

Наступною «патологією» є реєстрація поодиноких або рідких електромагнітних імпульсів з достатньою амплітудою, котрі можуть бути досить схожими на «позачергові» серцеві скороченні – екстрасистоли, особливо, коли реєструються на місці, де дійсно могла би бути справжня екстрасистола. Для правильної діагностики слід добре знати морфологію можливих екстрасистолічних комплексів та враховувати відсутність чи наявність додаткових змін, що супроводжують екстрасистолію.

Ще один приклад – «подавлення» записуючого, або підсилюючого каналу електрокардіографа потужним електромагнітним полем, з перевантаженням і, як наслідок відсутністю вихідного сигналу, що може імітувати один з найбільш загрозливих станів – асистолію, тобто зупинку серцевої діяльності. Для коректної діагностики слід враховувати анамнез, скарги конкретного пацієнта, та наявність інших патологічних змін на електрокардіограмі, котрі передували епізоду асистолії, чи виникли одразу після нього.

Звичайно простіше попередити виникнення подібних артефактів на електрокардіограмі через використання сучасного і повністю справного обладнання, цифрової обробки і підсилення сигналу від пацієнта та застосування спеціальних електромагнітних фільтрів у електрокардіографі, однак лікар має пам'ятати про можливість таких спотворень і знати, як правильно їх розпізнавати.



ВИКОРИСТАННЯ ЧАСУ ПЛАНТАРНОЇ АКСЕЛЕРАЦІЇ У ХВОРИХ НА СИНДРОМ ДІАБЕТИЧНОЇ СТУПНІ

Іващук С.І., Анкудінов М.Р.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

serge.ivash@gmail.com

Дуплексне ультразвукове дослідження артерій (DUS) і плечо-колодковий індекс (ABI) є загальноприйнятими методами оцінки артеріальної перфузії нижніх кінцівок. Однак, у значної кількості пацієнтів з діабетом, кальцифікація медіальної стінки часто перешкоджає вимірюванню ABI. Пряма, неінвазивна дуплексна візуалізація плантарної дуги, при захворюваннях периферичних артерій (ЗАП), залишається не достатньо оціненою. Хоча дослідження плантарної артеріальної дуги є новим для сонографії судин, візуалізація підшовних артерій є надійним методом ангіовізуалізаційної методики для критичної ішемії кінцівки. Ми намагалися визначити корисність часу плантарної акселерації (РАТ), як замітника ABI.

Метою нашого дослідження було визначення ступеня кореляції чи співвідношення ABI з часом плантарної акселерації у пацієнтів, які страждають на цукровий діабет. Ми вирішили використовувати бічну плантарну артерію, оскільки ця артерія, зазвичай, є домінуючою та легко візуалізується за допомогою дуплексного сканування. Отримані результати дослідження могли допомогти оцінити чи РАТ буде корисним інструментом для вимірювання перфузії у пацієнтів хворих на діабетичну ангіопатію, у яких є проблемним визначення ABI через недостатнє стискання артерій. Окрім того, час плантарної акселерації може забезпечити точніше вимірювання та об'єктивізацію регіональної перфузії стопи, і, відповідно, забезпечити корисною інформацією для подальших хірургічних втручань і курації хворих. Якщо ж, враховувати концепцію ангіосом, то у пацієнтів із критичною ішемією нижніх кінцівок, РАТ може слугувати прогностичним показником загоєння ран.

Пацієнти, які проходили DUS, включаючи РАТ, для визначення підозри на ЗАП, були ретроспективно розглянуті у проспективній базі даних протягом 2023-2024 років. У дослідження було включено 35 пацієнтів з цукровим діабетом із задокументованим ABI. Нами розраховувався час плантарної акселерації (мілісекунди [мс]) для кожної кінцівки бічної плантарної артерії. Пацієнти були згруповані в 4 класи на основі їх клінічних симптомів та



АВІ. Час плантарної акселерації, що визначався у хворих, аналогічно, було розділено на 4 окремі класи та співвіднесено з клінічними класами та класами АВІ.

Статистичний аналіз проводили за допомогою лінійної регресії та дисперсійного аналізу з використанням бази даних Microsoft Excel.

Висновки: Отримані результати продемонстрували високу кореляцію часу плантарної акселерації з АВІ у пацієнтів, хворих на діабетичну ступню, для яких характерним є проблемне стискання артерій, що зумовлено медіакальцинозом. Визначення часу плантарної акселерації слугуватиме додатковим критерієм для проведення цілеспрямованої ангіосомної перфузії стопи.

ЧАС ПЛАНТАРНОЇ АКСЕЛЕРАЦІЇ – НОВА ТЕХНІКА ОЦІНКИ АРТЕРІАЛЬНОГО КРОВОТОКУ СТОПИ

Іващук С.І., Анкудінов М.Р.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

serge.ivash@gmail.com

Хронічна загрозлива ішемія кінцівок (ХЗІК) є глобальною проблемою охорони здоров'я, що, як очікується, зростатиме зі збільшенням тривалості життя. Неінвазивне гемодинамічне дослідження має першочергове значення у виявленні та лікуванні пацієнтів із ХЗІК. Попри те, що неінвазивні методи, такі як плечо-колодковий індекс (ПКІ) і черезшкірне вимірювання кисню, використовуються для діагностики ХЗІК, існують властиві обмеження для кожного метода, особливо у пацієнтів з діабетом чи термінальною стадією ниркової недостатності внаслідок кальцифікації медіального шару артеріальної стінки.

Час плантарної акселерації (РАТ) є новою неінвазивною технікою, що передбачає вимірювання часу акселерації в артеріях ступні за допомогою дуплексного ультразвукового сканування (DUS). Метод, що вперше було описано в Сполучених Штатах у 2019 році. Оригінальні дослідження авторів показали, що РАТ корелює з надійним визначенням плечо-колодкового індексу (АВІ). Результати вимірювання РАТ (мілісекунди) було запропоновано розподіляти за 4 класами: клас 1 – 40–120 мс, клас 2 – 121–180 мс, клас 3 – 181–224 мс і клас 4 – більше 225 мс, що слугують відповідниками показників АВІ: 0,9–1,3 (норма), 0,89–0,69, 0,68–0,5 і <0,49, відповідно [1]. Зазначені дослідження, які виявили дану кореляцію та



об'єктивізацію показників, що характеризують стан артеріального кровотоку ступні, продемонстрували, що РАТ є інформативним у пацієнтів із ХЗІК, коли стандартні неінвазивні вимірювання гемодинаміки є недоступні. Оцінка РАТ проводиться за допомогою датчика лінійної матриці з імпульсними доплерівськими частотами 18–4 МГц і лінійних датчиків 12–3 МГц дуплексної ультразвукової системи. Час акселерації вимірюється у часі нахилу від початку систоли до піка систоли.

Метою нашого дослідження було оволодіння методикою визначення РАТ з наступним запровадження у практичну роботу медико-діагностичних підрозділів і клінічну роботу хірургічного відділення, де виконується лікування хворих на судинну патологію нижніх кінцівок. Для отримання РАТ, ми вирішили використовувати бічну плантарну артерію, оскільки ця артерія, зазвичай, є домінуючою та легко візуалізується за допомогою дуплексного сканування.

Результати обстеження пацієнтів із ХЗІК, яким виконувалося DUS, включаючи РАТ, підтвердили чітку кореляцію з даними, отриманими при визначенні АБІ за клінічними класами, і тотожними літературним даним.

Висновки: Отримані результати продемонстрували високу кореляцію часу плантарного прискорення з АБІ у пацієнтів хворих на ХЗІК, та перспективи застосування даного методу об'єктивізації у клінічній практиці лікування хворих на судинну патологію нижніх кінцівок.

Список використаних джерел

1. Sommerset J., Karmy-Jones R., Dally M., Feliciano B., Vea Y., Teso D. Plantar acceleration time: a novel technique to evaluate arterial flow to the foot. *Ann Vasc Surg.* 2019;60:308–314.

МОРФОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЯМОГО М'ЯЗА СТЕГНА ЗА ДАНИМИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Каратєєва С.Ю.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

e-mail: Karatsveta@gmail.com

Відомо, що для досягнення успіху у спорті, окрім вивчення біометричних, антропометричних показників та застосування біомеханічних технологій, важливим для



планування перспективних спортивних досягнень є морфометрія. Структура та розподіл м'язів відіграють центральну роль у визначенні спортивних результатів, особливо в видах спорту, що включають швидкість та силу.

Дослідження виконано на 48-ми юнаках, віком від 16 до 18 років, Основну групу становлять 32 респонденти, з них I група - 16 гравців команди майстрів спорту України з футболу «Університет», м. Чернівці та II група - 16 студентів I-II курсів факультету фізичної культури та здоров'я людини Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. III група – контрольна група, яку склали 16 студентів I-II курсів коледжу та стоматологічного факультету Буковинського державного медичного університету. Усім респондентам було проведено морфометричне дослідження за допомогою ультразвукової діагностики прямого м'яза стегна, оскільки ультразвукова візуалізація - це інструмент, який використовується для візуалізації структур м'язових тканин, що дозволяє кількісно визначити розмір та структуру м'язів.

Встановлювали довжину, ширину та глибину (в верхній третині, в середині, в нижній третині), в режимі 3D, лінійним датчиком. Для виявлення значимих відмінностей середніх значень об'єму між групами респондентів використано однофакторний дисперсійний аналіз (one-way ANOVA), без використання програмного забезпечення УЗД сканера.

В результаті проведеного порівняння морфометричних параметрів прямого м'яза стегна за даними ультразвукового дослідження встановлено, що об'єм у верхній третині прямого м'яза стегна більший у професійних футболістів, порівняно зі студентами-футболістами на 31,2%, на 37,6%, порівняно з контрольною групою. Також, у студентів-футболістів об'єм прямого м'яза стегна в верхній третині на 9,4% більший, порівняно з контрольною групою. В середній третині більший у професійних футболістів на 39,3%, порівняно зі студентами-футболістами та на 35,4%, порівняно з контрольною групою. В нижній третині більший у професійних футболістів на 28,1%, порівняно зі студентами-футболістами, та на 21,1%, порівняно з контрольною групою. Різниці об'єму прямого м'яза стегна в середній та нижній третині між студентами-футболістами та контрольною групою практично немає.

Підсумовуючи можна зробити висновок, що ультразвукове дослідження прямого м'яза стегна для визначення об'єму в верхній, середній та нижній третині має практичне значення щодо рекомендації з метою визначення спортивної орієнтації та відбору у професійний футбол.



**РОЗШИРЕНІ ЗНАННЯ ЛІКАРІВ З ХІМІЇ, ФІЗИКИ, БІОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ
ДОПОМОЖУТЬ ПОВНІСТЮ ЗРОЗУМІТИ МЕХАНІЗМ РОЗВИТКУ ТА
ПЕРШОПРИЧИНИ СИСТЕМНИХ ХВОРОБ, А ВІДТАК І ЇХ ЛІКУВАННЯ**

Кириленко О.Л.

ПВНЗ Київський Медичний Університет, м.Київ

o.kyrylenko@kmu.edu.ua

Системні захворювання, такі як серцево-судинні та церебро-судинні, хронічні захворювання органів дихання та легенів чи нирок, рак, цукровий діабет, нейродегенеративні захворювання, є наразі головним викликом для системи охорони здоров'я, адже від них сучасні люди помирають найчастіше. Якщо проаналізувати наукові публікації у сфері запобігання та лікування системних хвороб, то можна зрозуміти що довгий час акцент був на симптомах, наприклад, підвищений артеріальний тиск при серцево-судинних або пухлини при раку, в той час, як причина(и) та механізм розвитку хвороби залишались не до кінця зрозумілими, а ті причини та механізми які пропонувалися - часто не були науково-доказаними. Аналізуючи недавні наукові публікації про причини та механізми системних хвороб, які показують що в сучасних людей є фактори, часто глобальні, які впливають на базові параметри/функції людського організму, які, як і вся інша матерія, базуються на загальних поняттях та законах фізики, хімії чи біології, стає зрозуміло що лікарям важко розуміти такі причини та механізми, через брак сучасних детальних знань з базових природничих наук. Розглянемо деякі приклади, щоб показати що сучасні лікарі повинні не лише мати базові знання з фізики, хімії, біології, екології, а і знати їх у контексті захворювань та їх запобігання чи лікування.

Отож, наприклад, сучасні наукові публікації свідчать що сучасні люди мають фактори які призводять до звуження судин (тобто все починається зі звуження судин, і не просто так, а у відповідь на чинники, глобальні як для середовища, так і для людського організму), а відтак і до підвищення артеріального тиску та атеросклерозу, що своєю чергою призводить до різних серцево- чи церебро-судинних та інших системних хвороб. По-перше, це глобальне забруднення атмосфери такими продуктами горіння як оксиди вуглецю та азоту; їх монооксиди, CO та NO, мають здатність, обумовлену їх хімічними властивостями (які лікарі мали б знати), зв'язуватись з гемоглобіном крові = реагувати з залізом гемоглобіну, утворюючи карбоксигемоглобін та метгемоглобін відповідно, рівень якого через глобальне забруднення підвищений у сучасних людей (лікарі мали б знати це), і який вже не може



зв'язуватись з киснем та нести кисень до тканин людського організму, що призводить до гіпоксії/нестачі кисню в тканинах (лікарі мали б бути свідомими цього), а відтак, як компенсаторна дія організму для поповнення кисню, до розширення судин, шляхом активації індукованої синтази оксиду азоту (NO синтази) в організмі людини (лікарі мають знати що ця маленька неорганічна молекула NO синтезується в нашому організмі), що веде до різкого збільшення NO, фізіологічного розширювача/розслаблювача судин (а заодно і важливого нейротрансмітера людської фізіології, тому його різке зменшення/збільшення призводить до різких змін у функціонуванні центральної нервової системи що може призводити до нейродегенеративних змін у випадку збільшення, бо хронічне розслаблення нейронів призводить до їх загибелі, нейрони живуть допоки функціонують, бо вони "дорогі" в обслуговуванні; водночас, якщо нейрони не розслабляються після активності, через брак NO, вони також гинуть, бо виснажуються), з наступним різким розширенням судин, які часто рвуться через надмірне розширення, що виражається в мікро-інфарктах або мікро-інсультах, з відкладенням в тканинах заліза яке вивалилось з еритроцитів, де воно в окисному статусі 3+, яка є не розчинною в водних середовищах (лікарі мали б знати це), під час кровотечі, що організм старається зупинити, щоб попередити великий інфаркт/інсульт, шляхом інгібування активності всіх NO синтаз, включаючи ендотеліальну (лікарі мали б знати про існування різних NO синтаз та про результати їх активування), що призводить до різкого звуження судин, і як результат - підвищення артеріального тиску, збільшення концентрації глюкози та ліпідів у крові, а відтак - атеросклерозу з наступним набором відомих серцево- та церебросудинних патологій, діабету, ожиріння, нейродегенеративних хвороб (бо ми ж пам'ятаємо що NO не лише судинорозширювач, а і релаксатор нейронів, які гинуть якщо не відпочивають).

То чи можуть такі причини та механізми запобігти чи вилікувати простим запобіжним заходом - регуляцією (зменшенням) артеріального тиску наявними наразі фармацевтичними препаратами (всі з яких, до речі, знижують тиск через каскад молекулярних подій які активують індуковану NO синтазу, яка провокує каскад подій описаних вище, тобто, індукує каскад який і призвів до звуження судин, і патологічний круг замикається...)? Риторичне запитання... Але прості запобіжні заходи/сполуки все-таки існують, медична наука не стоїть на місці, вони пропонуються новітніми науковими дослідженнями/публікаціями (які лікарі мали б знати/читати, студенти мали б вивчати в медичних ЗВО), такі як, наприклад вітамін С, який лікарі знають як антиоксидант, що з хімічного погляду означає відновник (лікарі мали б це також знати), і який здатен відновлювати залізо карбоксігемоглобін у чи метгемоглобін у з



Fe^{3+} до Fe^{2+} , руйнуючи таким чином ці молекули та вивільняючи гемоглобін для зв'язування з киснем, а монооксид азоту (NO) для фізіологічного регулювання просвіту судин; що дуже важливо, бо судини в сучасних людей звужуються не лише за механізмом описаним вище, а ще від, наприклад, стресу, який люди отримують не лише від психосоціальних факторів, яких дуже багато, а і від фізичних факторів, наприклад, шуму, якого дуже багато в нашому середовищі.

Список використаних джерел

2. S. Kakavas, A. Papanikolaou, E. Ballis, N. Tatsis, C. Goga, G. Tatsis (2015). Carboxyhemoglobin and methemoglobin levels as prognostic markers in acute pulmonary embolism. *The American Journal of Emergency Medicine* 33, 4:563-568.
3. Andrews NC (1999). Disorders of iron metabolism. *The New England Journal of Medicine* 341 (26): 1986–95.
4. T. Munzel, O. Nahad, M. Sørensen, J. Lelieveld, G. D. Duerr, M. Nieuwenhuijsen, and A. Daiber (2022). Environmental risk factors and cardiovascular diseases: a comprehensive expert review. *Cardiovascular Research* (2022) 118, 2880–2902

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ Х-ВИПРОМІНЮВАННЯ В СТОМАТОЛОГІЇ

Кульчинський В.В., Мисліборська А. Є.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

kulchynsky@bsmu.edu.ua, mysliborskaangelina.sf@bsmu.edu.ua

Х-промені, також відомі як рентгенівські промені, є важливим інструментом у сучасній медицині, зокрема у стоматології. Вони дозволяють лікарям візуалізувати внутрішні структури зубів, кісток та м'яких тканин, що є необхідним для точної діагностики та планування лікування. Х-променеві знімки зубів є життєво важливими інструментами для встановлення правильного діагнозу та лікування багатьох захворювань і травм. Вони допомагають нам виявити проблеми, які можна було б пропустити під час візуального огляду ротової порожнини. Стоматологічні Х-променеві дослідження безпечні, якщо їх використовувати розумно.

Метою дослідження є наголошення на фізичних основах використання Х-випромінювання у стоматології задля усвідомлення всіх переваг та ризиків.

Х-випромінювання, - високоенергетичні кванти електромагнітного поля з довжинами хвиль у діапазоні від 10 нм до 0,01 нм. Для їх отримання використовують Х-променеві трубки,



в яких напруга між анодом і катодом складає десятки кіловольт. В результаті взаємодії X-випромінювання з речовиною інтенсивність випромінювання спадає за законом Бугера, в якому швидкість спадання інтенсивності з глибиною проникнення вкаже числове значення коефіцієнта ослаблення, яке залежить як від властивостей випромінювання (енергія кванта), так і від властивостей речовини (коефіцієнти поглинання та розсіювання). Основним механізмом розсіювання X-випромінювання є комптонівське розсіювання, інтенсивність якого зростає зі збільшенням атомної маси речовини та густини. Основним механізмом поглинання є внутрішній фотоелектричний ефект, ймовірність якого зростає зі збільшенням атомного номера в третій степені. При проходженні через тіло X-промені поглинаються різними структурами з різною інтенсивністю. Кістки та зуби (висока густина, містять кальцій (Ca) та інші елементи з великим атомним номером) поглинають більше X-променів, тоді як м'які тканини (низька густина, основний склад — вода), такі як ясна, м'язи і шкіра, поглинають менше променів. Саме явище поглинання дозволяє створити контраст на X-променевому зображенні, в той час як домінування механізмів розсіювання над поглинанням призводить до зменшення якості X-променевиx зображень.

X-променеве зображення - проекція проходження X-променів крізь об'єкти. В тих місцях, де X-випромінювання проходить, плівка темніє. В тих місцях, де речовина поглинає чи розсіює X-випромінювання, плівка залишиться білою. Тому м'які тканини виглядають темнішими, а зуби — світлішими на X-променевиx зображеннях.

Практикою використання X-випромінювання у стоматології вироблено декілька типів отримання X-променевого зображення[1], які об'єднують в групи за тим чи плівку (або цифровий детектор) вносять в ротову порожнину. Розрізняють інтраоральні типи X-променевого знімку та екстраоральні. До інтраоральних відносять: періапикальні (зображення окремих зубів, коренів та навколишніх структур, виявляють місця інфекцій та карієсу, дозволяють спостерігати за станом під лінією ясен), бітвінг (зображення коронок верхніх і нижніх зубів на одному знімку, дозволяють виявити міжзубний карієс), оклюзійні (широкі зображення зубних рядів, верхній або нижній окремо, дозволяють виявляти дефекти розвитку, особливо у дітей). До екстраоральних X-променевиx типів відносять: панорамні (зображення всієї щелепи, суглобу та пазухи водночас, дозволяють оцінити загальний стан зубів та щелепних кісток, отримують за допомогою пристрою, який обертається навколо голови), цефалометричні (зображення голови збоку, дозволяють проаналізувати профіль обличчя та оцінити правильність розташування зубів і щелеп, спланувати ортодонтичне лікування),



конусно-променеви КТ (СВСТ) [2] (отримують серію зображень для створення тривимірного зображення за один оберт джерела випромінювання навколо голови, доза опромінення вища за одноразовий знімок, але нижча, ніж при пошаровому КТ, використовують тільки за потреби більшої деталізації).

X-променева діагностика дозволяє виявити: порожнини між зубами або під пломбами, затримку або зміну розвитку зубів і щелеп у дітей і підлітків, втрату кісткової маси внаслідок захворювання ясен, інфекції на кінчиках коренів зубів.

Перевагами X-променів у стоматології є висока точність діагностики, візуалізація внутрішніх структур. Потенційним ризиком є можливість отримати довгострокові ефекти як для пацієнтів, так і для стоматологів при надмірному використанні. Для уникнення ризиків задіюють захисні екрани, використовують обладнання з якомога меншою допустимою дозою опромінення, регулярно калібрують обладнання.

Висновок: для ефективної та безпечної роботи з X-випромінюванням стоматологам варто розуміти природу цього випромінювання, фізику його отримання та взаємодії з речовинами, механізм формування контрасту X-променеви зображень, способи реєстрації X-променеви зображень та типи їх побудови для досягнення різних стоматологічних цілей. Незважаючи на потенційні ризики, правильне використання та заходи безпеки дозволяють мінімізувати вплив випромінювання на пацієнтів і лікарів.

Список використаних джерел

1. <https://jenchiangdds.com/sunnyvale-dentist-patient-safety/dental-radiographs/>
2. Knipe H, Campos A, Murphy A, et al. Cone-beam CT. Reference article, Radiopaedia.org (Accessed on 13 Jun 2024) <https://doi.org/10.53347/rID-46277>

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ В СТОМАТОЛОГІЇ

Кульчинський В.В., Шахов К.А.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

kulchynsky@bsmu.edu.ua, kostiashahov.sf@bsmu.edu.ua

Досягнення в технологіях розширюють простір можливостей для лікарів, стоматологів. Наявність новітнього обладнання в стоматологічному кабінеті визначає перелік можливих медичних маніпуляцій, а також, якість надання медичних послуг, зменшення можливих ризиків негативних ефектів від лікування ротової порожнини.[1] Проте, крім



наявності обладнання, необхідне також розуміння який інструмент і чому саме цей використати для вирішення певної медичної задачі.

Мета дослідження - підкреслити фізичні основи використання ультразвуку в стоматології для кращого розуміння переваг і обмежень цього фізичного чинника.

Ультразвук (УЗ), як і звук, - механічна хвиля - характеризують УЗ тиском (Па), рівнем звукового тиску (дБ), інтенсивністю (Вт/м^2) та частотою коливань (Гц). Фізика взаємодії УЗ хвиль із біологічними об'єктами залежить як від характеристик УЗ хвиль (частоти, інтенсивності), так і від фізичних властивостей елементів середовища (акустичного опору, коефіцієнта поглинання УЗ хвиль).

Результатом взаємодії може бути: пропускання УЗ хвилі - хвиля не взаємодіє із середовищем, немає передачі енергії від УЗ хвилі до середовища, початкове значення інтенсивності залишається незмінним при розповсюдженні УЗ хвилі; просторовий перерозподіл енергії УЗ хвилі: явища відбивання, заломлення, розсіювання, інтерференція, дифракція - призводить до зміни напрямку розповсюдження, перехід енергії від УЗ хвилі до середовища не відбувається, початкове значення інтенсивності зазнає змін (залежно від явища); поглинання енергії УЗ хвилі середовищем призводить до перетворення її в інші форми, найчастіше - в теплову, поширення тепла нерівномірне по всій товщі тканин, а проявлене найбільш помітно на межах середовищ з різними хвильовими опорами. Значне підвищення інтенсивності УЗ і збільшення тривалості його впливу можуть призвести до надмірного нагрівання біологічних структур і до їх руйнування.

Основу інформації для комп'ютерної обробки та наступної візуалізації в установках УЗ діагностики складають УЗ хвилі, відбиті на межах поділу між частинами тканин тіла з різними акустичними властивостями. При аналізі розповсюдження УЗ хвиль в неоднорідному середовищі основну інформацію про ступінь його акустичної неоднорідності дає різниця величин акустичних імпедансів окремих частин середовища.

Для досягнення акустичного контрасту необхідна помітна різниця значень акустичного імпедансу різних тканин. Існує термінологія при ехо-УЗ скануванні[2]: анехогенна ділянка - немає ехо - однорідна речовина або ж речовина поглинає УЗ; гіпоехогенна ділянка - слабке ехо - різниця акустичних імпедансів на межі поділу незначна; ізоехогенні ділянки - ділянки з однаковим значенням ехо при порівнянні; гіперехогенна ділянка - занадто яскраве ехо в порівнянні з нормою чи оточуючими ділянками; рефлективна ділянка - є межа поділу між світлими і темними точками.



Для візуалізації кровотоку використовують УЗД режим кольорового Доплер-сканування. Ділянки притоку, де швидкості руху частинок напрямлені до датчика зображені червоними/жовтими точками. Ділянки відтоку, де рух від датчика - зображені синіми/блакитними точками. Червоні та сині точки накладаються на сірі точки В-режиму, в місцях, де значення швидкості поза налаштуваннями фільтра частоти інсонації.

В діагностиці УЗ використовують для виявлення переломів, ущільнень, набряків, для супроводу операцій біопсії привушної залози, процесів загоєння кісток, для вимірювання товщини м'язів, глибини занурення імплантів, об'єму кровотоку. УЗ доплерівська томографія є важливим інструментом для виявлення кровотоку пульпи у життєво важливому зубі. УЗ обстеження, як правило, застосовують тільки до поверхневих тканин щелепно-лицевої області, оскільки лицьовий скелет закриває глибші тканини. УЗД може продемонструвати внутрішні структури м'язів чіткіше, ніж КТ.

Терапевтичне використання УЗ: гігієна ротової порожнини або УЗ чищення зубів; лікування (пульпіту, захворювань ясен та карієсу) та видалення зубів - методика безкровна, повністю виключає вторинні інфекційні ускладнення; попереднє очищення зубів, коронок, брекет-систем та інших ортодонтичних конструкцій; пресування композитних матеріалів. З допомогою УЗ санують інструментарій багаторазового використання, зокрема складної конфігурації. Істотних протипоказань для використання УЗ немає. УЗ поєднують з альтернативними способами лікування та хірургічних маніпуляцій, УЗ доповнює традиційні протоколи терапії.

Висновки: УЗ хвилі є гнучким інструментом в роботі стоматолога - при умілому виборі таких їх характеристик, як частота та інтенсивність досягають різних медичних цілей - діагностичних, терапевтичних чи хірургічних. Діагностичне використання УЗ хвиль в стоматології зазвичай включає в себе поєднання В-режиму та кольорового доплерівського режиму ехо-сканування і потребує розуміння ефекту Доплера та явищ відбивання і заломлення УЗ хвиль. Терапевтичне використання УЗ хвиль передбачає передачу енергії тканинам людського організму, результатом чого можуть бути механічні деформації чи інші вторинні ефекти, які призводять до зміни стану та функціонування клітин та органів. До обмежень використання УЗ в стоматології наразі відносять: непроникність усередину кісток, мала поінформованість стоматологів про методи використання УЗ хвиль та потреба в доповнюючих техніках та процедурах. Але, незважаючи на обмеження, УЗ хвилі є невід'ємною складовою якісного та надійного лікування у стоматологічних кабінетах.

Список використаних джерел

1. Хайретдінов, Р. Р. Використання ультразвуку в стоматології / Р. Р. Хайретдінов, С. П. Вислоух // XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 року, м. Київ, Україна : збірник праць конференції / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ, ФММ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського; Центр учбової літератури, 2019. – С. 402–405. – Бібліогр.: 2 назви
2. <https://www.pocus101.com/basic-principles-of-ultrasound-physics-and-artifacts-made-easy/>

ЧУТЛИВІ ЕЛЕМЕНТИ ДЛЯ ДАТЧИКІВ ВПЛИВУ ВИПРОМІНЮВАННЯ ОПТИЧНОГО ДІАПАЗОНУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Кушнір Б.В.², Ткачук І.Г.^{1,2}

¹Буковинський державний медичний університет, Чернівці

²Інститут проблем матеріалознавства ім. М.Францевича, Чернівецьке відділення, НАНУ

tkachuk.ivan@bsmu.edu.ua

Анотація

Досліджено спосіб виготовлення методом спреї-піролізу при 430 °С плівок Fe₂O₃ на підкладках p-InSe для утворення і вивчення анізотипних гетеропереходів n-Fe₂O₃/p-InSe, як аналізатор для датчиків випромінювання оптичного діапазону. Перевагою даного методу є простота та дешевизна. Він не потребує складного технологічного обладнання чи приміщення високого класу чистоти. Проведено дослідження електричних та фотоелектричних параметрів гетеропереходу. Вивчено вплив температури, наведена закономірність зміни енергетичного бар'єра гетеропереходу при підвищенні температури. На основі аналізу I-V характеристик, встановлено природу струмів, які протікають у гетеропереході. Для пояснення отриманих експериментальних результатів, побудована енергетична діаграма гетеропереходу, яка базується на відомих числових значеннях енергетичних параметрів матеріалів, з яких гетероструктура виготовлена. Експериментальні дані і запропонована енергетична діаграма добре узгоджується між собою. Виміряна та проаналізована спектральна квантова фоточутливість гетеропереходу. Встановлено, що гетеропереходи n-Fe₂O₃/p-InSe є фоточутливими в діапазоні енергій 1.2÷2.8 еВ.

Вступ



Потреби які зростають у різних галузях науки і медицини вимагають створювати точні елементи для перетворення фізичних величин, сприйняття різного роду фізіологічних процесів організму людини з подальшою трансформацією та моделюванням їх, в привичні варіації доступних девайсів. Основою даної роботи є створення та вивчення характеристик гетеропереходу $n\text{-Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ як можливим датчиком для сприйняття впливу УФ випромінювання на організм.

В останні роки шаруваті кристали A^3B^6 все більше привертають увагу як перспективні матеріали для інтегральної фотоелектроніки. Зацікавлення дослідників даними матеріалами зумовлене можливостями застосування їх у нелінійній оптиці, перетворювачах сонячної енергії, високочутливих оптичних датчиках ближнього інфрачервоного і видимого спектру [1,2,3]. До класу даних матеріалів належить також і моноселенід індію (InSe), що володіє цілою низкою цікавих фізичних властивостей (висока рухливість електронів $> 1200 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, фоточутливість, залежність ширини забороненої зони від товщини та ін. [4]) та специфічною хімічною будовою. InSe за значенням ширини забороненої зони $E_g \approx 1,2 \text{ eV}$ належить до матеріалів, які здатні ефективно перетворювати сонячну енергію на електричну [5,6].

Кристали InSe характеризується значною анізотропією властивостей через їх шарувату структуру, де в межах шарів діють переважно сильні ковалентні зв'язки між атомами, в той час, як взаємодія між шарами є слабкою ван-дер-ваальсовою. Кристали легко сколоті паралельно до шарів і, як результат, отримана поверхня є дзеркальною і майже не містить обірваних зв'язків. Відповідно, така поверхня є неактивною для адсорбції сторонніх атомів, що дозволяє ефективно застосовувати її в якості підкладок з метою виготовлення гетеропереходів.

Своєю чергою, не менш важливу роль у створенні якісного гетеропереходу відіграє тонка плівка фронтального шару, який при контакті з підкладкою повинен утворювати бездефектний інтерфейс. Саме оптимальний вибір хімічних компонент і методика наплення плівки, дозволяють створювати гетероструктури з необхідними електричними та фотоелектричними параметрами. В даній роботі вибір став на плівках Fe_2O_3 . Цей недорогий матеріал широко розповсюджений в природному середовищі, нетоксичний та стійкий до корозії [7]. Тонкі плівки Fe_2O_3 мають стабільні фізико-хімічні параметри, з шириною забороненої зони 2,1 eV, і являються напівпровідником n-типу провідності. Fe_2O_3 успішно використовується для створення газових сенсорів [8] та як фотокаталітичний матеріал [9].

Крім того, він володіє магнітними властивостями, що розширює область їх застосування: магнітні накопичувачі, магнітооптичні датчики.

Методика експерименту

Шарувата структура кристалів InSe зі слабким ван-дер-ваальсовим зв'язком обумовлює зручність у виготовленні підкладок для гетероструктур і позбавляє операцій різання злитків на пластини та їх механічної та хімічної обробки. В результаті, ми отримуємо просту технологію виготовлення напівпровідникових підкладок для різних цілей.

Зі злитка кристала InSe вздовж площини спайності сколювалися плоскопаралельні пластини розміром $3 \times 2 \times 0,5$ мм, які мали досконалі дзеркальні поверхні. Сколювання проводилося на повітрі, перед нанесенням плівок поверхня підкладки кристала знежирювалась спиртом.

Структури на основі контакту $n\text{-Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ виготовлялися вирощуванням плівок оксиду Fe_2O_3 на підготовлених поверхнях $p\text{-InSe}$, які нагрівалися до температури $T_S = 703$ К, за допомогою методу спреї-піролізу. В якості газу-носія використовувалось атмосферне повітря. Спочатку розчиняли сіль гексагідрату хлориду заліза $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в 200 мл бідистильованої води. Під впливом температури сіль FeCl_3 розкладається на поверхні підкладок $p\text{-InSe}$ із утворенням елементарного заліза, яке з'єднується із киснем атмосфери та утворюється бінарна хімічна сполука, яку називають гематитом $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Отримані плівки мали n -тип провідності (за знаком термоерс). Їх питомий опір при кімнатній температурі дорівнював $\rho \approx 2.5 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ (контролювався чотиризондовим методом). Ширина забороненої зони (оптична) плівок дорівнює $E_g \approx 2.1$ eV. Якщо врахувати низьку рухливість електронів вирощених полікристалічних плівках $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ $\mu = 0.01 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, то можна розрахувати концентрацію вільних носіїв заряду $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$, яка дорівнює $n \approx 2.5 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$. Товщина вирощених спреї-піролізом плівок гематиту $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$ вимірювалася багатопроменевим мікроінтерферометром МІІ-4 і складала $\approx 0.3 \mu\text{m}$

Контакти до базового матеріалу $p\text{-InSe}$ і до плівки $n\text{-Fe}_2\text{O}_3$ створювали за допомогою струмопровідної пасти на основі срібла. I - V -характеристики гетероструктур $n\text{-Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ досліджувалися на вимірному комплексі SOLARTRON 1255 в температурному діапазоні $243 \div 325$ К. Спектри fotocутливості гетеропереходів вимірювалися при кімнатній температурі на монохроматорі МДР-3. Для спектрів здійснювалося нормування відносно потоку фотонів.

Результати та їх обговорення

На рис. 1 приведені ВАХ гетеропереходу $\text{Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ при температурах від 243 К до 325 К. Екстраполяція прямолінійних ділянок прямих гілок до осі напруг дозволяла прослідкувати динаміку зміни висоти потенціального бар'єра з температурою. При підвищенні температури від 243 К до 325 К висота бар'єра зменшується від 0,82 еВ до 0,7 еВ (рис. 2). Температурний коефіцієнт зміни висоти бар'єра дорівнює $-1,51 \cdot 10^{-3}$ еВ/К. Коефіцієнт випрямлення струму RR при напругах 1 В і -1 В дорівнює близько 10^2 .

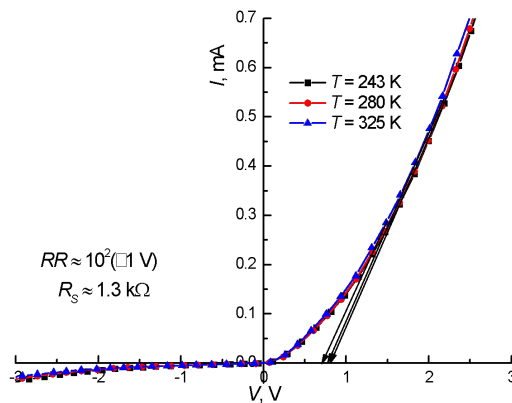


Рис.1. ВАХ гетеропереходу $\text{Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ при різних температурах

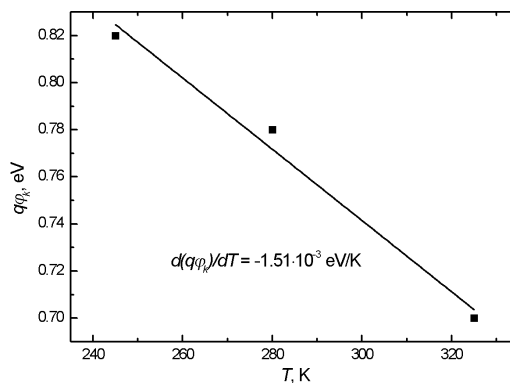


Рис.2. Залежність висоти енергетичного бар'єра гетеропереходу $\text{Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ від температури

За котангенсом кута нахилу прямолінійних ділянок прямих гілок ВАХ гетеропереходу $\text{Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ визначався послідовний опір гетероструктури R_s . Він слабо залежить від температури і дорівнює близько 1,3 кОм (рис. 3). Причиною незалежності від температури послідовного опору є повна іонізація домішок у Fe_2O_3 і $p\text{-InSe}$.

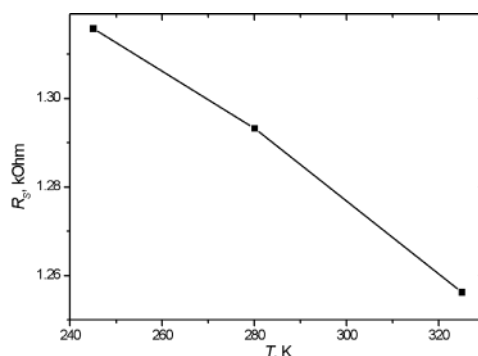


Рис. 3. Залежність послідовного опору гетеропереходу Fe₂O₃/p-InSe від температури

На рис. 4 представлені залежності прямих ВАХ гетеропереходу Fe₂O₃/p-InSe при температурах від 243 К до 325 К у координатах $\ln I = f(V)$. Цей графік використовувався для визначення механізмів проходження струму через гетероперехід при прямому зміщенні. Коефіцієнт неідеальності $n = (e/kT)(dV/d\ln I)$ у діапазоні прямих напруг від 0,2 В до 1 В становив значення від 7,7 до 10. Значення n більше від 2 відкидає рекомбінаційний та надбар'єрний механізми формування струму. Спостерігається при напругах від 0,2 В до 1 В незалежність кута нахилу ліній ВАХ до осі напруг від температури. Це характерно для тунельного механізму проходження носіїв заряду крізь енергетичний бар'єр [10].

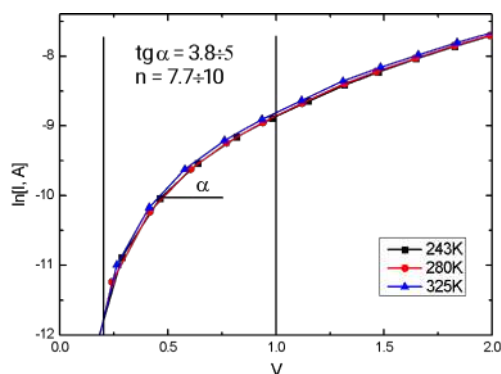


Рис.4. Залежність $\ln I = f(V)$ для аналізу механізмів прямих струмів у гетеропереході Fe₂O₃/p-InSe

Зворотні гілки ВАХ гетеропереходу Fe₂O₃/p-InSe, які вимірювалися при температурах від 243 К до 325 К в діапазоні напруг $-3 \text{ В} < V < 0 \text{ В}$, показані на рис. 5. Будувалися залежності у координатах $\ln I$ від $(\phi_k - V)^{-1/2}$ з метою підтвердження тунельного механізму руху носіїв заряду крізь гетероперехід Fe₂O₃/p-InSe. В цьому випадку вираз для ВАХ має вигляд [11]:

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

Як видно з рис. 5, спостерігаються прямолінійні ділянки ВАХ на залежності у координатах $\ln I$ від $(\varphi_k - V)^{-1/2}$ у діапазоні зворотних напруг від -0,2 В до -2 В. Це свідчить про тунелювання носіїв заряду. При напругах, які перевищують -2 В спостерігається відхилення гілок ВАХ у сторону більших струмів, що пов'язано із лавинним множенням кількості носіїв заряду у гетеропереході.

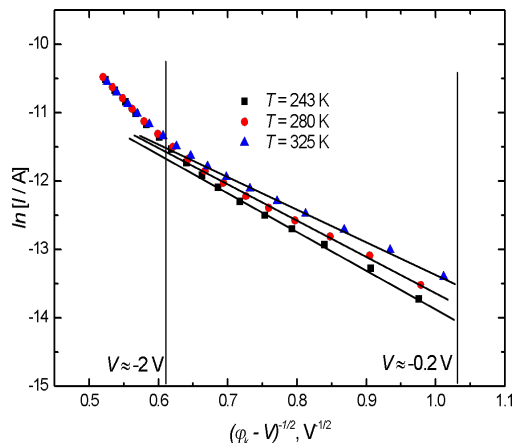


Рис.5. Залежність $\ln I = f(\varphi_k - V)^{-1/2}$ для виявлення тунельного механізму струму у гетеропереході $\text{Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ при зворотному зміщенні

Спектральна залежність для квантової ефективності гетеропереходу $\text{Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ показана на рис. 6. Освітлення проводилося зі сторони широкозонної плівки Fe_2O_3 . Гетероструктура фоточутлива в діапазоні енергій фотонів 1.2÷2.8 еВ. Довгохвильовий край для фоточутливості при енергії $h\nu = 1.2$ еВ зумовлений шириною забороненої зони $p\text{-InSe}$. При $h\nu > 2.1$ еВ фоточутливість починає спадати, що обумовлено міжзонним поглинанням світла у Fe_2O_3 , в результаті чого зменшується кількість квантів світла, що попадають у InSe .

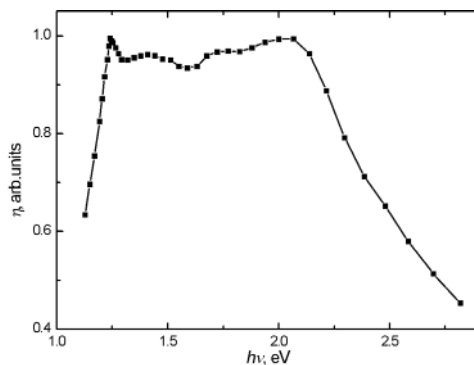


Рис. 6. Відносна спектральна фоточутливість гетеропереходу $\text{Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$

Фоточутливість у діапазоні енергії випромінювання 1.2÷2.8 еВ сприяє використанню гетеропереходів $n\text{-Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ як фотоприймачів випромінювання.

Висновки

Методом спреї-піролізу при 703 К водного розчину солі $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ на підкладках $p\text{-InSe}$ виготовлено фоточутливий гетероперехід $n\text{-Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$. Випрямлення струму в гетеропереході зумовлене енергетичним бар'єром висотою 0.74 еВ (300 К). Прямий і зворотний струми гетеропереходу $n\text{-Fe}_2\text{O}_3/p\text{-InSe}$ протікають внаслідок тунелювання електронів крізь тонкий шар In_2Se_3 , який виникає на поверхні підкладок $p\text{-InSe}$ при нагріванні перед процесом спреї-піролізу. За рахунок тунельного механізму протікання струму, ВАХ гетероструктури майже не змінюються під впливом температури в досліджуваному інтервалі температур.

Отримані гетеропереходи є фоточутливими у діапазоні енергії випромінювання 1.2÷2.8 еВ. Фоточутливість визначається поглинанням світла у базовому матеріалі InSe .

Список використаних джерел

1. D.Z. Ting, A. Soibel, A.hoshakhlagh, S.A. Keo, S.B. Rafol, A.M. Fisher, B.J. Pepper, E.M. Luong, C.J. Hill, S.D. Gunapala, *Advances in III-V semiconductor infrared absorbers and detectors*, *Infrared Physics & Technology*, 97, 2019, Pages 210-216 <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2018.12.034>
2. C. Zhao, Z. Li, T. Tang, J. Sun, W. Zhan, B. Xu, H. Sun, H. Jiang, K. Liu, S. Qu, Z. Wang, Z. Wang, *Novel III-V semiconductor epitaxy for optoelectronic devices through two-dimensional materials* *Progress in Quantum Electronics*, V. 76, 2021, 100313 <https://doi.org/10.1016/j.pquantelec.2020.100313>
3. *McEvoy's Handbook of Photovoltaics (Third Edition) Fundamentals and Applications 2018*, Pages 439-472, Chapter I-4-B - High-Efficiency III-V Multijunction Solar Cells
4. High electron mobility, quantum Hall effect and anomalous optical response in atomically thin InSe D.A. Bandurin, A.V. Tyurnina, G.L. Yu, A. Mishchenko, V. Zolyomi, S.V. Morozov, R.K. Kumar, R.V. Gorbachev, Z.R. Kudrynskiy, S. Pezzini, Z.D. Kovalyuk, U. Zeitler, K.S. Novoselov, A. Patane, L. Eaves, I.V. Grigorieva, V.I. Fal'ko, A.K. Geim, Y. Cao, *Nat. Nanotechnol.* 12 (2017) 223–227.
5. M. Teena, A.G. Kunjomana, K. Ramesh, R. Venkatesh, N. Naresh, *Sol. Energy Mater. Sol.* 166, 190 (2017).
6. J. Martínez-Pastor, A. Segura, J.L. Valdés, A. Chevy, *J. Appl. Phys.* 62, 1477 (1987).
7. M. Mishra, D.-M. Chun, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ as a photocatalytic material: a review, *Appl. Catal. Gen.* 498 (2015) 126–141.
8. L. Guo, X. Kou, M. Ding, C. Wang, L. Dong, H. Zhang, C. Feng, Y. Sun, Y. Gao, P. Sun, G. Lu, *Reduced graphene oxide/ $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ composite nanofibers for application in gas sensors* *Sensors and Actuators B: Chemical* Volume 244, June 2017, Pages 233-242 <https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.12.137>
9. M. Mishra, D.-M. Chun $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ as a photocatalytic material: A review. *Applied Catalysis A: General* Volume 498, 5 June 2015, Pages 126-141 <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2015.03.023>



10. A.G. Milnes, D.L. Feucht. Heterojunctions and metal-semiconductor junctions (Academic Press, 1972) [ISBN:0124980503].
11. S.M. Sze, K.K. Ng, *Physics of semiconductor devices* (Wiley: New Jersey: 2007).

УДК 53.01, 535.341.08, 535.341.6

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДУ ПУЛЬСОКСИМЕТРІЇ, ЕФЕКТИ РОЗСІЯННЯ СВІТЛА В ЗАКОНІ БУГЕРА-ЛАМБЕРТА-БЕРА

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

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна
dlukom.mbf@gmail.com, zaitseva.mbf.2020@gmail.com, e.chaika74@gmail.com,
avchalyi7@gmail.com

Анотація

В статті обговорюються та аналізуються теоретичні основи методу пульсоксиметрії, який набув за останні роки широкої популярності в медичній практиці. Розглянуті головні наближення, пов'язані з використанням закону Бугера-Ламберта-Бера, які лежать в основі застосування методу пульсоксиметрії. Спеціальна увага приділена аналізу ефектів розсіяння світла та методів дослідження його внесків в проблему прецизійної оцінки насичення артеріальної крові киснем та надання важливої інформації про кардіо-респіраторну функцію пацієнта.

Ключові слова: метод пульсоксиметрії; закон Бугера-Ламберта-Бера; поглинання світла; розсіяння світла; оптична теорема.

1. Теоретичні основи методу пульсоксиметрії

Оксиметрія – це термін, що стосується оптичного вимірювання насичення крові оксигенованим гемоглобіном, тоді як **пульсоксиметрія** описує особливу техніку, що використовує переваги пульсуючого артеріального плинку крові.

Насичення киснем SpO_2 визначається за формулою:

$$SpO_2 = \frac{[HbO_2]}{[HbO_2] + [Hb]}, \quad (1)$$

де $[HbO_2]$ – концентрація оксигенованого гемоглобіну, $[Hb]$ – концентрація дезоксигенованого гемоглобіну. Безпосередньо насичення киснем виміряти неможливо, тому для його визначення використовується метод пульсоксиметрії – неінвазивної техніки

пропускання світла різних довжин хвиль через напівпрозорі периферичні ділянки тіла (зазвичай ніготь або мочка вуха).

Відповідно до закону Бугера-Ламберта, ослаблення інтенсивності світла в об'єкті з однорідними оптичними властивостями залежить від товщини шару, через який проходить це випромінювання, визначається такою формулою:

$$I = I_0 e^{-\alpha d}, \quad (2)$$

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

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

$$\alpha = \alpha_e C \quad (3)$$

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

$$I = I_0 e^{-\alpha_e C d} \quad (4)$$

Пульсоксиметр – це прилад, призначений для неінвазивного вимірювання насичення артерій киснем у периферичних судинах та частоти серцевих скорочень. Цей пристрій використовує два світлодіоди, що генерують видиме червоне світло (з довжиною хвилі близько 650 нм) та інфрачервоне випромінювання (з довжиною хвилі близько 950 нм), а також фотодетектори для визначення інтенсивності, що пройшла через цю частину тіла.

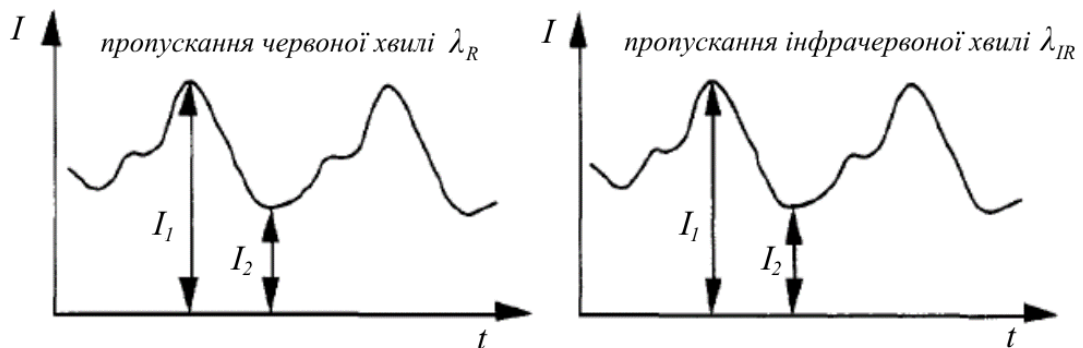


Рис.1. Залежність інтенсивності світла, отриманої на фотодетекторі, від часу протягом пари серцевих циклів для червоної та інфрачервоної довжин хвиль [1].

На рис. 1 показано фіксацію пульсоксиметром інтенсивності I електромагнітної хвилі, що проходить через ділянку тіла на двох довжинах хвилі (λ_R та λ_{IR}), як функцію часу t . Далі протягом кількох серцевих циклів пульсоксиметр визначає максимальні (I_1) та мінімальні (I_2) значення інтенсивностей, що пройшли ділянку тіла, на двох довжинах хвилі: λ_R та λ_{IR} .

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

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

Враховуючи (2) для розчинів оксигемоглобіну (HbO_2) та дезоксигемоглобіну (Hb), а також означення насичення киснем SpO_2 (1) та зв'язок коефіцієнтів ослаблення α_A на різних довжинах хвилі (λ_R та λ_{IR}) з величиною R_S (5), можна встановити формулу зв'язку між величинами SpO_2 і R_S :

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

де α_{eO} та α_{eD} – коефіцієнти екстинкції оксигенованого та дезоксигенованого гемоглобіну, що є табличними для різних довжин хвилі.

Наявність такого зв'язку якраз і обумовлює використання методики пульсоксиметрії для знаходження насичення киснем SpO_2 . Але незалежні вимірювання сатурації показують, що теоретична формула (6) не є точною, тому замість неї для знаходження сатурації SpO_2 за відомою величиною R_S використовується емпірична калібрувальна таблиця відповідності значень SpO_2 та R_S , яка зберігається в пам'яті пульсоксиметра. Дані для цієї таблиці отримані в результаті вдихання збіднених кисневих сумішей здоровими пацієнтами.

Отже, пульсоксиметр дає оцінку насичення артеріальної крові киснем і надає важливу інформацію про кардіо-респіраторну функцію пацієнта. Перевагами цього методу є неінвазивність, можливість моніторингу насичення киснем у режимі реального часу, портативність та відносно невисока вартість приладу. Він може використовуватися з діагностичною метою у багатьох галузях медицини, зокрема, в анестезіології, невідкладній допомозі, і, навіть, спостереженні за пацієнтами вдома (див. також статтю авторів [2]).

2. Наближення в законі Бугера-Ламберта-Бера та методи врахування ефектів розсіювання світла

Слід перш за все зазначити, що обидва закони Бугера-Ламберта та Бугера-Ламберта-Бера, які визначаються формулами (2) і (4) відповідно, є прямим наслідком розв'язку наступного лінійного диференціального рівняння першого порядку:

$$dI = -\alpha I dx = -\alpha_e C I dx \quad (7)$$

для шуканої величини інтенсивності світла $I(x)$, що проходить через плоскопаралельний прошарок речовини, який обмежений двома плоскими границями $x = 0$ та $x = d$. Саме розв'язок диференціального рівняння (7) дає експоненціальне послаблення інтенсивності світла в залежності від товщини прошарку. Взагалі, ефекти розсіяння світла враховуються в рівняннях (2), (4) і (7) вербально, тобто на словах. Нижче буде показано, як ці ефекти можна враховувати в певних теоретичних наближеннях та в більш послідовному електродинамічному підході.

Як добре відомо (див., наприклад, підручник [3]), світлові хвилі, що проходять через речовину, викликають вимушені коливання електронів та інших заряджених частин атомів і молекул, які приводять до появи розсіяного електромагнітного випромінювання. Ефекти розсіяння світла можуть бути зумовлені неоднорідностями двох типів, пов'язаних з присутністю: 1) сторонніх частинок в однорідному середовищі (наприклад, аерозолі в хмарах і туманах); 2) флуктуацій діелектричної проникності чи оптичного показника заломлення, викликаних флуктуаціями густини, концентрації, температури (наприклад, флуктуаціями концентрації формених елементів в плазмі крові) тощо. Перший тип розсіяння називається розсіянням Тіндала в мутних середовищах, яке описується законами геометричної оптики, тоді як другий тип розсіяння називається молекулярним розсіянням світла.

В залежності від співвідношення між лінійним розміром r частинок (радіусом кореляції флуктуацій ξ) та довжиною хвилі світла λ існують різні формули для інтенсивності розсіяного світла:

а) коли параметр $\rho = 2\pi r / \lambda \leq 1$, інтенсивність однократно розсіяного світла визначається наступною формулою

$$I_1 = I_{\pi/2} (1 + \cos^2 \theta), \quad I_{\pi/2} \sim V \beta_T / \lambda^4, \quad (8)$$

де через θ позначений кут розсіяння світла по відношенню до напрямку падаючого світлового променя, V – об'єм системи, в якому відбувається розсіяння світла, а β_T – ізотермічна стисливість речовини. Формула (8) була отримана Релеєм і відповідає дипольному

наближенню, коли в сторонніх частинках з розміром $r < 0.2\lambda$ при розсіянні Тіндаля або у флуктуаціях густини (концентрації) при молекулярному розсіянні світла під дією падаючої світлової хвилі наводиться електричний дипольний момент;

б) коли параметр $\rho \gg 1$, формула дисперсійної залежності інтенсивності розсіяння I_1 від довжини хвилі λ (частоти $\nu = c/\lambda$) змінюється на

$$I_1 \sim \text{const} / \lambda^2 \quad (9)$$

Подібне зменшення вдвічі показника ступеня довжини хвилі в залежності інтенсивності однократно розсіяного світла від довжини хвилі характерно для достатньо великих частинок мутного середовища або при флуктуаційних фазових переходах другого роду і критичних явищах в конденсованих середовищах. В останньому випадку таке явище розсіяння світла називається критичною опалесценцією.

3. Узагальнення диференціального рівняння Бугера-Ламберта-Бера для врахування ефектів розсіяння світла

Існують два послідовних методи врахування ефектів розсіяння світла.

1. *Метод рівняння переносу випромінювання* для інтенсивності світла (цей метод використовується також для врахування ефектів розсіяння звукових і ультразвукових хвиль, а також рентгенівських променів та нейтронного випромінювання; див., наприклад, [4]).

Рівняння переносу випромінювання (в позначеннях, які використовуються в цій статті) є інтегро-диференціальним рівнянням, яке має наступний вигляд:

$$\frac{dI(x, \theta)}{dx} + \alpha I(x, \theta) + \int W(x, \theta; x', \theta') I(x', \theta') dx' d\theta' = 0, \quad (10)$$

де через $W(x, \theta; x', \theta')$ позначена ймовірність розсіяння світлового випромінювання з напрямку кута θ у всі інші кути θ' та в усіх точках прошарку x' , по яких проводиться інтегрування в формулі (10).

Слід зазначити, що в наближенні однократного розсіяння промінь світла, що спочатку розповсюджувався в первинному напрямку кута θ , може перейти в результаті розсіяння в усі інші напрямки θ' , викликаючи ефекти послаблення інтенсивності світла, які є додатковими до ефектів поглинання. Звичайно, такий метод дозволяє також описати ефекти й багатократного розсіяння електромагнітного і других видів випромінювання.

2. **Послідовний електродинамічний метод** розрахунку напруженості електричного E та індукції B магнітного полів, а також вектора Умова-Пойнтінга S (див., наприклад, застосування цього найбільш послідовного методу розрахунку багатократного розсіяння для явища критичної опалесценції світла в оглядовій статті [5]). Цей метод, для якого існує навіть спеціальна діаграмна техніка з використанням методів квантової теорії поля, дозволяє знаходити точні вирази для коефіцієнта розсіяння та екстинкції з урахуванням ефектів багатократного розсіяння, а також для інших важливих властивостей процесів послаблення електромагнітного та других видів випромінення в фізичних і медико-біологічних системах.

На завершення слід звернути увагу на важливий результат, який дає наступне співвідношення між значенням коефіцієнта екстинкції K_1 в наближенні однократного розсіяння, котрий співпадає з оберненим значенням коефіцієнту послаблення α в законі Бугера-Ламберта:

$$K_1 = \frac{4\pi}{\lambda} \operatorname{Im} n \quad (11)$$

Цей результат носить назву «оптична теорема», яка пов'язує коефіцієнт екстинкції K_1 з уявною частиною оптичного показника заломлення $\operatorname{Im} n$ (або з уявною частиною діелектричної проникності $\operatorname{Im} \varepsilon$). Іншими словами, за відсутності цієї уявної частини не може існувати ніякого коефіцієнта екстинкції.

Список використаних джерел

1. Christian Baumgartner, Theresa Rienmüller, Sonja Langthaler. Pulse Oximetry: Laboratory Tutorial. *Biomedical Sensor Systems Laboratory* (2019) 1-17.
2. Chalyi A, Lukomsky D, Chaika O, Zaitseva O and Chalyu K. Physical Aspects of Pulse Oximetry in the Context of COVID-19 Pandemic, *EC Clinical and Medical Case Reports* 5.5 (2022) 22-27.
3. Чалий ОВ, Цехмістер ЯВ, Агапов БТ, Меленевська АВ, Мурашко МІ, Радченко НФ, Стучинська НВ. *Медицина і біологічна фізика*. Київ, Книга плюс, 2005. Chalyi OV, Tsekhmister YV, Agapov BT, Melenevska AV, Murashko MI, Radchenko NF, Stuchynska NV. *Medical and Biological Physics*. Edited by Prof. Chalyi AV, Kyiv, Knyga plus, 2005.
4. Tatarskii VI. *Wave Propagation in a Turbulent Medium*, New York, Dover, 1968.
5. Chalyi AV and Lebed AG. *Non-Homogeneous liquids near the critical point and the boundary of stability and theory of percolation in ceramics*. Harwood Academic Press. London, 1993.



RISPR-CAS9: РЕВОЛЮЦІЙНІ ДОСЯГНЕННЯ В ГЕННІЙ ТЕРАПІЇ ТА ЇХ ПОТЕНЦІАЛ У ЛІКУВАННІ СПАДКОВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Махрова Є.Г.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Новизна та революційність технології: CRISPR-Cas9 – це відносно нова методика редагування генів, яка вже продемонструвала вражаючі результати в лабораторних дослідженнях та клінічних випробуваннях.

Ця методика має мультидисциплінарний підхід. Технологія CRISPR-Cas9 є результатом синтезу знань у галузі молекулярної біології, генетики, біоінформатики та біоінженерії. Використання CRISPR-Cas9 у генній терапії відкриває нові можливості для лікування широкого спектра спадкових та генетичних захворювань, які раніше вважалися невиліковними [1].

Розробка та впровадження цієї технології також піднімає важливі етичні питання, що стосуються редагування геному людини, що є актуальною темою для дискусії серед наукової спільноти [2]. Подальший розвиток CRISPR-технологій може призвести до значних зрушень у персоналізованій медицині, а також у боротьбі з раком, інфекційними хворобами та іншими патологіями [3].

CRISPR-Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats – CRISPR-associated protein 9) – це інноваційна технологія, що дозволяє точно редагувати ДНК у живих організмах. Спочатку цей механізм був виявлений у бактерій як частина їх імунної системи, яка захищає від вірусів [4].

Основні компоненти CRISPR-Cas9:

- CRISPR: повторювані послідовності ДНК (повтори), розділені унікальними вставками (спейсерами), що походять від вірусів, які інфікували бактерію. Це дає змогу бактеріям "запам'ятовувати" вірусні послідовності.
- Cas9: білок, який виконує роль "молекулярних ножиць", розрізаючи ДНК в певних місцях.

Guide RNA (gRNA) – це синтетично створена молекула РНК, яка складається з двох частин:



- 1) CRISPR RNA (crRNA): Відповідає за розпізнавання специфічної цільової послідовності ДНК.
- 2) Trans-activating CRISPR RNA (tracrRNA): Допомогає зв'язуванню crRNA з білком Cas9.

Ці дві частини часто об'єднуються в одну молекулу для спрощення.

Механізм розрізання ДНК: визнання цільової послідовності: gRNA зв'язується з відповідною цільовою послідовністю ДНК завдяки комплементарності баз. Формування комплексу: білок Cas9 приєднується до gRNA, утворюючи комплекс, який може знайти та зв'язати цільову ДНК. Розрізання ДНК: Cas9 робить дволанцюговий розріз у ДНК на визначеному місці.

Ремонт ДНК: після того, як ДНК розрізається, клітина активує власні механізми ремонту ДНК, які можуть діяти двома шляхами:

Non-Homologous End Joining (NHEJ) – швидкий, але схильний до помилок процес, який може призвести до вставок або видалень нуклеотидів (indels), що часто викликає зниження функції гена. Homology-Directed Repair (HDR) – більш точний процес, який використовує донорську ДНК (шаблон) для ремонту розриву, що дозволяє вносити точні зміни або вставляти нові гени.

CRISPR-Cas9 можна використовувати для:

- вилучення або виправлення дефектних генів.
- додавання нових генів.
- вивчення функції генів.
- розробки терапевтичних підходів для лікування генетичних захворювань.

CRISPR-Cas9 відкриває нові горизонти в генній інженерії, дозволяючи вносити точні зміни в геном з небаченою раніше ефективністю та точністю [5].

Це питання є не тільки актуальним, але й має широкий спектр для досліджень, що дозволяє залучити до дискусії різних фахівців, що сприяє міждисциплінарному обміну знаннями.

Список використаних джерел

1. Дудченко, С. В., & Ковальчук, О. І. (2019). Молекулярно-біологічні основи редагування геному за допомогою технології CRISPR/Cas9. *Біологія та екологія*, 5(1), 13-23.
2. Іванов, П. О., & Сидоренко, Л. В. (2020). Етичні аспекти використання CRISPR/Cas9 у генній терапії. *Біоетика та медичне право*, 3(2), 45-54.



3. Кузьменко, Н. М., & Шевченко, В. П. (2018). Перспективи застосування технології CRISPR/Cas9 у лікуванні спадкових захворювань. *Медична генетика та геноміка*, 7(3), 37-48.
4. Мельничук, М. Г., & Тарасенко, О. В. (2021). Інноваційні підходи до редагування геному з використанням CRISPR/Cas9. *Технології у медицині*, 9(1), 59-68.
5. Рябченко, Л. М., & Павленко, Д. В. (2022). Генна інженерія та її роль у сучасній медицині: CRISPR/Cas9. *Український журнал медицини, біології та спорту*, 10(2), 101-112.

ЕКЗОСКЕЛЕТНА ТЕХНОЛОГІЯ В КОНТЕКСТІ КІБОРГІЗАЦІЇ: ВІД ПЕРСПЕКТИВ ДО ВИКЛИКІВ

Мельник О. М., Мартиненко С.О., Скрипка Н. В.

*Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна
omlnk1988@gmail.com, serg0675883938@gmail.com, skrypkanataliya@nmu.ua*

Кіборгізація яка до недавніх часів здавалась чимось неймовірним і асоціювалась з фантастикою все більше проникає в життя людей. Кіборгізація – це не просто новий етап чи звичайна подія, а щось більше у розвитку технологій; це справжня революція, яка відкриває широкі можливості для покращення якості життя та прогресу у науці.

Такий технологічний феномен дозволяє інтегрувати гаджети та пристрої, безпосередньо, у людське тіло, розширюючи можливості людини. Одним з таких прикладів є екзоскелетні технології, які допомагають у відновленні м'язової активності людини. Екзоскелет полегшує виконання щоденних завдань і може приймати участь у підвищенні спортивних досягнень. Інноваційні дослідження у цій галузі включають розробку екзоскелетів з адаптивним управлінням, використанням розумних матеріалів та нанотехнологій, а також створення автономних екзоскелетних систем з управлінням на основі штучного інтелекту.

Застосування та функції екзоскелетів можна поділити на такі основні види:

- 1) медичні – допомагають відновлювати фізичні навички та покращують мобільність пацієнтів;
- 2) промислові – призначені для полегшення фізичних завдань у промисловості і зменшення навантаження на суглоби і м'язи;
- 3) реабілітаційні – розроблені для людей з обмеженими можливостями і покликані допомогти їм в соціалізації;
- 4) спортивні – поліпшують фізичні можливості під час тренувань та змагань спортсменів;



5) військові та військово-медичні – застосовують для полегшення навантажень на тіло або під час військових операцій;

6) нейронні – використовують технології штучного інтелекту та нейроінтерфейсів для зчитування сигналів з мозку або м'язів перетворюючи їх на рухи, що дозволяє відновити або поліпшити рухову активність.

Розвиток екзоскелетів з інтерфейсом «мозок-комп'ютер» відкриває нові можливості для лікування післяінсультних станів та травм спинного мозку, змінюючи спосіб взаємодії людини та технології, обіцяє нові стратегії лікування для нейрореабілітації післяінсультних станів або травм спинного мозку [1].

Вищеприведені інновації передують злиттю свідомостей, що неодмінно змінить світосприйняття й забезпечить інтегрування девайсів безпосередньо у тіло людини.

Нейронні екзоскелетні девайси нового покоління використовують передові нейроінтерфейси для зчитування сигналів з мозку та перетворення їх на рухи, внаслідок чого в подальшому це матиме значущий вплив на реабілітацію пацієнтів після інсультів або травм спинного мозку [2].

Незважаючи на потужний потенціал, кіборгізація та нейронні екзоскелетні девайси постають перед важливими для співіснування викликами, зокрема такими як етичні, правові, соціокультурні аспекти.

У наш час перспективним напрямом є військова галузь де екзоскелети відіграють важливу роль у полегшенні переміщення в просторі військових формувань та підвищенні бойової ефективності окремого бійця. Екзоскелет – це силова броня і мульти-система водночас.

Інтеграція екзоскелетів у бойове спорядження може перетворити їх на багатофункціональні системи, які, окрім підсилення фізичних здібностей, можуть виконувати функції електрогенератора, сховища акумуляторів, каркаса для бронезахисту, телекомунікаційних засобів, антен, сенсорів та датчиків [3].

Військові екзоскелети класифікують за різними критеріями, такими як призначення, функціональні можливості, конструкція та використання, тип виконавчого механізму, спосіб отримання сигналу.

Каркасна концепція відіграє важливу роль у полегшенні переміщення у просторі військових формувань та бойової ефективності окремого бійця. Військові використовують цю технологію, пристосовуючи її до своїх потреб.



Екзоскелетний фрейм допомагає підсилити фізичні здібності людини, зменшуючи тиск на тіло та підвищуючи ефективність військового персоналу.

Стандартне військове спорядження важить близько 20 кг без додаткових пристосувань та запасу їжі і води. Однак загальна вага може сягати понад 30 кг, що становить значне навантаження для бійців і спонукає до нових розробок аби вирішити ці питання.

Проекти, такі як TALOS та Marine Mojo, демонструють потенціал екзоскелетів у підвищенні мобільності та захисту військового персоналу. Сьогодні існують і дослідження, які спрямовані на розробку екзоскелетів для медичної евакуації поранених з поля бою, що допоможе зменшити ризик ушкоджень та підвищить безпеку поранених осіб.

Такі технології вимагають ретельного вивчення та регулювання, щоб забезпечити безпеку та етичність їх використання. Наприклад, важливо враховувати проблеми приватності та безпеки даних при зборі і обробці інформації про фізичні можливості та стан здоров'я особового складу.

Крім того, важливо враховувати можливі соціокультурні наслідки використання екзоскелетів, такі як можливість появи нових форм нерівності та дискримінації серед військовослужбовців, які мають доступ до таких технологій, та тих, які не мають.

Отже, нейронні екзоскелетні девайси мають величезні перспективи для успішного та ефективного використання в медицині та військовій сфері. Важливо зазначити, що розвиток та впровадження цих інновацій мають відбуватись з урахуванням всіх вище перелічених аспектів, забезпечуючи баланс між технологічними можливостями та етичними принципами.

УДК: 616.1-07:612.014.4:57.034(048.8)

ГЕНЕТИЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ЦИРКАДНИХ РИТМІВ І ЇХНЯ РОЛЬ У СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАННЯХ: ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Микитюк О.П.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

oksanamp@gmail.com

Анотація. Стаття розглядає роль біологічного годинника в ритмічних процесах організму та його вплив на здоров'я серцево-судинної системи. Нами проаналізовано сучасні дані щодо структури молекулярного біологічного годинника, описано роль його основних



компонентів - таких як CLOCK, BMAL1, PER та CRY. Показано, що в основі циркадних ритмів лежить внутрішня ритмічність, підтримувана системою генів біологічного годинника. Зібрано та систематизовано інформацію про основні варіанти та поліморфізми ключових хроногенів, та коротко подано опис їхньої біологічної ролі. Виявлено, що деякі варіації основних хроногенів частіше, ніж інші, пов'язані з ризиком розвитку серцево-судинних захворювань, ожирінням та порушеннями сну. Наприклад, поліморфізм гена CLOCK асоціюється з гіпертонією та коронарною хворобою, а варіанти гена PER2 пов'язані з аномаліями у серцевому ритмі. Розглядаються також інші гени, що беруть участь у регуляції циркадних ритмів та метаболізму жирів. Зазначається, що порушення в роботі цих генів можуть призвести до метаболічних порушень та збільшити ризик розвитку серцево-судинних захворювань, а тому дослідження частоти їх поширення в популяції, подальше вивчення фізіологічної та патофізіологічної ролі залишається актуальною задачею хронобіології сьогодення.

Ключові слова: хроногени, циркадіанні ритми, біологічний годинник, поліморфізм, серцево-судинні захворювання.

Живим організмам притаманна ритмічність всіх їхніх життєвих процесів. Одна з найважливіших фізіологічних функцій її полягає в забезпеченні енергетичного гомеостазу, раціонального використання енергетичних речовин та адаптація до мінливих умов довкілля [7]. Попри те, що сумарно біологічні ритми є результатом пристосування до щоденних і сезонних змін навколишнього середовища, в основі них - внутрішня ритмічність, яка і служить основою для складного комплексу коливань біологічних процесів. Циркадні ритми підтримуються мережею так званих «молекулярних годинників» [5] у центральних і периферичних тканинах, включаючи центральну нервову систему та периферійні тканини: імунні клітини, печінку, серце, вазотелій та периваскулярні жирові тканини [12]. Основу роботи «молекулярних годинників» забезпечує система генів біологічного годинника, або хроногенів.

Хроногени, тобто гени, які регулюють циркадні ритми, є відносно нещодавнім відкриттям вчених. Ці гени відіграють вирішальну роль у координації різних фізіологічних процесів протягом доби, включаючи цикли сну та неспання, метаболізм, вироблення гормонів і функціонування серцево-судинної системи [1,9,11]. У ссавців центральні та периферійні годинники спільно впливають на ритмічну експресію генів, пов'язаних з обміном речовин, в



органах з високою метаболічною активністю, включаючи печінку, м'язи та жирову тканину. Вони були виявлені впродовж останніх декількох десятиліть, а вивчення їх варіацій та властивостей триває і в наші дні, та розглядається вченими різних спеціальностей як одна з пріоритетних задач молекулярної біології, біохімії та фізіології сьогодення.

Одним з перших відкриттів у цій галузі було виявлення гена PER (period) у дрозофіли (плодової мушки). Цей ген був ідентифікований у 1971 році дослідниками Рональдом Конопкою (Ronald Konopka) і Сеймуром Бензером (Seymour Benzer). Вони виявили, що мутації в гені PER викликають зміни в циркадних ритмах дрозофіли.

Пізніше, в 1984 році, команда дослідників під керівництвом Майкла Росбаша (Michael Rosbash), Джеффри Холла (Jeffrey Hall) і Майкла Янга (Michael Young) клонувала ген PER, що стало важливим кроком у розумінні молекулярної основи циркадних ритмів. Це відкриття призвело до значного прогресу в галузі хронобіології і було відзначене Нобелівською премією з фізіології та медицини в 2017 році. Відкриття інших ключових хроногенів, таких як CLOCK, BMAL1, CRY1, CRY2 та інших, відбулося у 1990-2000-х роках, що дозволило сформулювати цілісне уявлення про молекулярні механізми регуляції циркадних ритмів у багатьох організмах, включаючи людей [5].

Універсальний клітинний осцилятор, присутній у супрахіазматичному ядрі та по всьому тілу, включає взаємопов'язані петлі зворотного зв'язку транскрипції та трансляції, які контролюють експресію генів-мішеней. Основні гени біологічного годинника, що функціонують у цьому осциляторі, включають циркадні гени Clock (circadian locomotor output cycles kaput)/Npas2 (neuronal PAS domain-containing protein 2), Bmal1 (basic helix-loop-helix ARNT like 1), Per1 (period 1)/Per2 (period 2)/Per3 (period 3), Cry1 (cryptochrome 1)/Cry2 (cryptochrome 2), Rev-erba/Rev-erbb (nuclear receptor subfamily 1 group D member 1/2 (Nr1d1/2)), а також ROR α (retinoic acid receptor-related orphan receptor alpha)/Rorb (retinoic acid receptor-related orphan receptor beta)/Rorc (retinoic acid receptor-related orphan receptor gamma) (Nr1f1/2/3), Dbp (D-box binding protein) та Nfil3 (nuclear factor, interleukin-3 regulated protein) [2,5]. На молекулярному рівні основний механізм біологічного годинника описується як механізм транскрипційного та трансляційного зворотного зв'язку, у якому транскрипційні активатори BMAL1 і CLOCK утворюють гетеродимер і зв'язуються з генами, що містять специфічний домен - E-box. Внаслідок цього індукується експресія генів негативної ланки, включаючи Per1/Per2, Cry1/Cry2 та Rev-erbs. Окрім підтримки внутрішнього визначення часу, механізм годинника також сприяє щоденній програмі експресії генів, відомій як «вихідні



продукти» біологічного годинника [3]. Хоча активаторно-репресорний основний годинник існує у всіх клітинах, гени вихідних продуктів біологічного годинника є тканинспецифічними і функціонують для координації фізіології тканин, специфічної для певного часу доби [6,10].

Діючи на консенсусні промоторні елементи або спрямовуючи експресію вторинних регуляторів генів, закодовані основні білки біологічного годинника відіграють значну роль у загальному ландшафті експресії генів, де більш ніж 80% генів, як було показано, є частиною збалансованої системи з експресією в кожній точці тіла [12].

За останні 15 років з'явилася значна кількість переконливих доказів того, що генетичні мутації у генах годинника прямо впливають на енергетичний гомеостаз, і призводять до метаболічних порушень [4,9], включаючи розвиток інсулінорезистентності, резистентності до лептину та порушень рівнів глюкокортикоїдів та мелатоніну. Недавні дослідження показали сильний зв'язок між збоями у функціонуванні циркадного годинника та розвитком ряду патологій, зокрема, із серцево-судинними захворюваннями [7,8]. Варіації хроногенів та їх поєднання можуть впливати на циркадні ритми найрізноманітніших процесів людини, що призводить до глобальніших збоїв у внутрішньому годиннику організму. Ці порушення пов'язані з підвищеним ризиком розвитку серцево-судинних захворювань – ішемічної хвороби серця, артеріальної гіпертензії, та їх ускладнень: гострих серцево-судинних та мозкових катастроф, аритмій.

Розлади сну стали визначною рисою та поширеною соціальною проблемою сьогодення головним чином через їхній зв'язок із підвищеним ризиком розвитку серцево-судинних захворювань. Ожиріння та надмірна вага є поширеними станами, і на їх появу та розвиток впливають численні генетичні та екологічні фактори. Зовнішні подразники, включаючи аномальне освітлення, зміну часових поясів та ожиріння, спричинене дією висококалорійної дієти, можуть спричинити збій внутрішнього годинника. Станом на сьогодні доведено, що залежність від циркадінних варіацій, їх регуляції та вища частота розвитку ускладнень властиві для чинників, які визначають розвиток гіперліпідемій і атеросклерозу [8].

Так, у осіб, які впродовж тривалого часу перебувають за умов зсуву фаз активності-відпочинку або мають розлади сну, частіше виявляють ліпідний дисбаланс: підвищені рівні ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ) та знижені рівні ліпопротеїдів високої щільності, що сприяє накопиченню ліпідів у стінках артерій і до утворення атеросклеротичних бляшок. Тривалі десинхронози асоціюють із вищими рівнями оксидантного стресу (у свою чергу,



реактогенні форми кисню сприяють окисленню ЛПНЩ, що посилює пошкодження ендотелію); системного низькомолекулярного запалення (вища активність макрофагів, Т-лімфоцитів судинної стінки з виділенням цитокінів (IL-1, TNF- α), які стимулюють розвиток атеросклеротичних уражень, підвищений рівень С-реактивного білка); дисфункцією ендотелію (зниження біодоступності оксиду азоту NO, порушення синтезу або підвищене розщеплення якого призводить до зниження вазодилатації та підвищення ризику тромбоутворення; підвищення рівнів ендотеліну-1, який спричиняє вазоконстрикцію і стимулює проліферацію гладком'язових клітин); схильністю до тромбоутворення (дисбаланс між проагрегантними (тромбоксан A2) і антиагрегантними (простациклін) факторами, порушення коагуляційного каскаду, підвищені рівні факторів згортання та знижена фібринолітична активність крові, що сприяє тромбозу); метаболічними порушеннями (інсулінорезистентність і ожиріння, пов'язані з підвищеним рівнем адипоцитокінів), гіперактивністю симпатoadреналової системи, що викликає вазоконстрикцію та підвищує серцевий викид, сприяючи гіпертензії

Численні дослідження виявили зв'язок між конкретними варіаціями хроногенів і здоров'ям серцево-судинної системи [5]. Наприклад, деякі варіації гена CLOCK пов'язані з підвищеним ризиком гіпертонії та коронарної хвороби серця. Аналогічно, варіації гена PER2 пов'язані з аномаліями у варіабельності серцевого ритму, що є маркером здоров'я серцево-судинної системи. Декілька генетичних варіантів, розташованих у генах, що беруть участь у системах біологічного годинника та сприйнятті жирних смаків, можуть впливати на метаболічне здоров'я. Зокрема, було повідомлено, що поліморфізми в генах CLOCK і BMAL1 мають значний зв'язок із серцево-судинними захворюваннями, метаболічним синдромом, зменшенням тривалості сну та схильністю до вечірньої активності. Крім того, генетичні варіанти гена CD36 виявилися залученими до ліпідного метаболізму, регуляції споживання жиру та регуляції маси тіла. Поліморфізми генів можуть включати одиночні нуклеотидні поліморфізми (SNP), вставки, вилучення та інші типи генетичних варіацій [7-9].

Розглянемо основні хроногени, їх варіації та потенційну роль у розвитку патології серцево-судинної системи.

Ген Clock кодує білок, який має наалогічну назву: CLOCK. Останній діє як транскрипційний фактор. CLOCK утворює гетеродимери з білком BMAL1 (Brain and Muscle ARNT-Like 1), і разом вони зв'язуються з конкретними послідовностями ДНК, які називаються Е-боксами, в промоторах цільових генів. Гетеродимер CLOCK-BMAL1 регулює експресію



набору генів, відомих як гени годинника, включаючи гени періоду (PER) і криптохрому (CRY). Ці гени годинника формують негативні зворотні зв'язки, які контролюють таймінг – налаштування - циркадних ритмів. Накопичення білків PER і CRY потім інгібує активність комплексу CLOCK-BMAL1, утворюючи негативний зворотний зв'язок, який пригнічує їх власну експресію. Цей зворотний зв'язок створює осцилюючий шаблон експресії генів годинника, який лежить в основі всіх циркадних ритмів [7].

Даний ген забезпечує інтеграцію сигналів зовнішнього середовища: активність його змінюється під впливом зовнішніх сигналів, таких як світло і температура. Вплив світла в денний час стимулює експресію генів CLOCK і BMAL1 в супрахіазматичному ядрі головного мозку. Ця синхронізація циркадних ритмів з зовнішнім середовищем допомагає організмам адаптуватися до щоденних змін у своєму оточенні. Таким чином, ген Clock комплексно опосередковано впливає на різні фізіологічні процеси, включаючи обмін речовин, виділення гормонів, імунну функцію та поведінку.

Порушення функціонування гена у випадках носійства хворими ряду поліморфізмів гену годинника може призвести до метаболічних розладів, порушень сну та інших проблем зі здоров'ям. Серед описаних варіантів, для яких знайдено асоціацію з розладами здоров'я, слід відзначити наступні [1-3]:

- rs11932595: цей поліморфізм розташований у інтронній області 9 гена CLOCK і пов'язаний з відмінностями у параметрах циркадних ритмів, вищим ризиком розвитку метаболічних розладів, таких як ожиріння та метаболічний синдром.

- Поліморфізми rs12649507 - у інтронній області 19, - rs6820823: розташований у інтронній області 1, та rs4580704, rs2070062, rs6853192, rs3792603, rs11726609, rs1554483, rs6843722, rs6850524, rs4864548 – в різних частинах геному пов'язані з тривалістю сну схильністю до його розладів і вищим індексом маси тіла, аж до розвитку ожиріння;

Поліморфізм rs1801260 відіграє центральну роль у регулюванні циркадних ритмів. Розлади циркадних ритмів, пов'язані з алелем С, можуть призвести до змін у часі та експресії генів, що відповідають за ендотеліальну функцію, зокрема тих, що стосуються вазодилатації, запалення та оксидативного стресу. Частота виявлення алелей гена, асоційованих зі сильністю до розвитку розладів сну і метаболічних порушень, варіює. Так наприклад, алель С поліморфізму rs1801260 (T3111C) є більш поширеним у популяції європейського походження порівняно з іншими етнічними групами, і його частота складає приблизно 30% - 40%. У порівнянні, вона є нижчою нижчою у популяціях африканського та азіатського походження



(10% - 20% та 5% - 15% відповідно). Важливо зауважити, що на цей показник впливають сучасні популяційні процеси: генетичний дрейф, міграція та природний добір [9].

Гени PER (Period) відіграють ключову роль у регулюванні циркадних ритмів у багатоклітинних організмах. Серед їхніх функцій - регуляція циркадного годинника: група PER (PER1, PER2 і PER3) є ключовими компонентами молекулярного механізму. Вони взаємодіють з іншими циркадними генами та білками, такими як CLOCK, BMAL1, CRY1 і CRY2, щоб формувати зворотні зв'язки, які генерують і підтримують 24-годинний ритм. Це досягається шляхом контролю транскрипційно-трансляційного зворотного зв'язку (TTFL): гени PER транскрибуються і транслюються в білки, які потім пригнічують свою ж власну транскрипцію через зворотний зв'язок, створюючи циклічні коливання рівнів їхніх білків [1-3, 10]. Завдяки цьому, гени PER впливають на різні аспекти сну та поведінки, - такі, як час сну (хронотип), його тривалість та якість. Гени PER також відіграють важливу роль у регуляції метаболічних процесів. Вони впливають на обмін речовин, включаючи гомеостаз глюкози, ліпідний обмін та інші метаболічні шляхи, що мають добові коливання. Відповідно, варіації генів PER можуть бути пов'язані з різними захворюваннями, включаючи розлади настрою, метаболічні та серцево-судинні захворювання.

За допомогою генетичних досліджень було ідентифіковано кілька варіацій генів PER: варіанти 1,2 і 3 [10]. Хоча всі вони є частинами системи регуляції циркадного годинника, мають певні відмінності у функціях, місцях експресії та впливі на фізіологічні процеси.

PER1 є основним регулятором циркадних ритмів, і саме він відіграє важливу роль у підтримці стабільного циклу сну-неспанья. Він тісно взаємодіє з іншими циркадними білками для регуляції транскрипційно-трансляційного зворотного зв'язку. Ген PER1 експресується в багатьох тканинах, включаючи головний мозок (особливо в супрахіазматичному ядрі гіпоталамуса), печінку, серце та інші периферичні тканини. Варіації PER1 можуть впливати на циркадний хронотип, що призводить до схильності до ранкового або вечірнього хронотипу (сови і жайворонки), а також до порушень сну, таких як синдром затримки фази [15].

PER2 також є критичним компонентом циркадної системи. Він впливає на регуляцію метаболізму та настрою. Ген PER2 експресується в супрахіазматичному ядрі, а також у периферичних тканинах: печінка та серце. Варіації PER2 пов'язані з циркадними порушеннями, розладами настрою (наприклад, сезонний афективний розлад) та метаболічними порушеннями. Деякі поліморфізми PER2 можуть впливати на тривалість сну, схильність до різних хронотипів особистості та серцево-судинне здоров'я.

PER3 менш вивчений у порівнянні з PER1 і PER2, але він також є важливим для регуляції циркадних ритмів. PER3 експресується там же, де і його попередні варіанти, але впливає переважно на когнітивну функцію, сон і поведінкові ритми. Варіації в PER3 пов'язані з відмінностями у тривалості та якості сну, когнітивною продуктивністю, а також з ризиком розвитку серцево-судинних захворювань. Наприклад, поліморфізм VNTR у PER3 може впливати на здатність до концентрації та швидкість реакції після недосипання [1-3].

Окрім однонуклеотидних поліморфізмів (SNP), у генах PER ідентифіковані функціональні варіації, такі як змінна кількість тандемних повторів (VNTR). Наприклад, змінна кількість тандемних повторів у гені PER3 (PER3 VNTR) асоціюється з відмінностями у параметрах циркадного ритму, патернах сну та когнітивною продуктивністю. Специфічні поліморфізми у PER2 пов'язані зі змінами варіабельності серцевого ритму, що є маркером функції автономної нервової системи. Крім того, порушення циркадних ритмів через варіації гена PER2 можуть сприяти серцево-судинним ризикам, таким як гіпертонія та дисліпідемія [10].

Поліморфізми гена PER1 досить чисельні. Серед найбільш досліджених - rs2735611: однонуклеотидний поліморфізм, асоційований з відмінностями в параметрах циркадного ритму і схильністю до синдрому затримки фази сну; - rs2253820: власники цього різновиду відрізняються схильністю до пізнього часу настання сну і схильністю до порушень циркадного ритму. rs2735612, rs3027172, rs2735613, rs2304672, rs934945, rs7602358, rs2304674, rs2304676, rs2304675, rs7602357 і rs7602359 асоційовані зі схильністю до синдрому затримки фази сну; Поліморфізми в цьому SNP досліджуються для їх асоціацій з параметрами циркадного ритму і порушеннями сну [1-3,10].

Ці поліморфізми є лише частиною варіацій, виявлених у гені PER1. Кожен може мати різні ефекти на циркадні ритми, патерни сну і схильність до дизритмії, а їх асоціації з конкретними фенотипічними ознаками є предметом поточних досліджень.

Поліморфізми гена PER2, подібним чином, досліджуються переважно нейробіологами і фахівцями зі сну. Серед найбільш вивчених - rs934945, rs2304673, rs2304672, rs2304674, rs2304676, rs2304675, rs2304677, rs10462020, rs7602358, rs7602357, rs7602359, кожен з яких переважно асоціюється зі змінами фази циркадних ритмів, і відповідно, особливостями адаптації та сну. Серед найчастіше досліджуваних для гена PER3 – наступні поліморфізми: rs1012477, rs10462028, rs228729, rs228697, rs228644, rs228642, rs228729, rs228642. Хоча всі три



гени беруть участь у регуляції циркадних ритмів, вони мають різні впливи на конкретні аспекти сну, поведінки та метаболізму [3,6].

BMAL1, продукт відповідного гена, є ще одним з основних білків, які формують молекулярний механізм циркадного годинника. Разом з іншим основним білком, CLOCK, BMAL1 утворює гетеродимер, який зв'язується з ДНК і активує транскрипцію генів, які контролюють циркадні ритми, включаючи PER (Period) і CRY (Cryptochrome). Шляхом регуляції циркадних ритмів BMAL1 впливає на багато фізіологічних процесів: сон і пробудження, метаболізм, регуляція гормонів, температура тіла і поведінкові ритми. Доведено, що BMAL1 є одним із ключових регуляторів ритмів метаболізму глюкози і ліпідів [1-3,14]. Його активність пов'язана з синхронізацією метаболічних процесів з циркадними ритмами, що забезпечує ефективність енергетичного обміну і запобігає розвитку інсулінорезистентності. BMAL1 впливає на регуляцію артеріального тиску, серцевого ритму та інших параметрів, що мають критичне значення для здоров'я серцево-судинної системи. Мніорні алелі даного гена є досить поширеними у європейській популяції, частота їх виявлення сягає 40%, що робить вивчення поліморфізму та його ролі вкрай важливим.

Ось деякі відомі варіанти BMAL1: rs2278744 (c.1327+1G>A) – варіант, асоційований з денним хронотипом і синдромом затримки фази сну в деяких популяціях; rs7950226 (c.*54A>G) - досліджується у зв'язку з тривалістю сну і параметрами циркадного ритму; rs969485 (c.1364G>A) - асоційований зі схильністю до синдрому затримки фази сну; у такому ж ракурсі досліджують поліморфізми rs11022775 (c.1087T>C); rs3816358 (c.-1426T>C); rs12673091 (c.-42C>T) [9,14].

Гени криптохронів CRY (CRY1 і CRY2) кодують білки, які разом з білками PER (Period) утворюють негативний зворотний зв'язок у циркадному годиннику. CRY білки взаємодіють з комплексом PER-CRY, що гальмує активність транскрипційного комплексу BMAL1-CLOCK. Це пригнічення є ключовим для підтримки 24-годинного циклу циркадних ритмів. Білки CRY відіграють роль у регуляції експресії генів, які відповідають за різні фізіологічні процеси. Це включає контроль над генами, які впливають на цикл сну і пробудження, метаболізм, температуру тіла та інші ритми організму. Вони залучені до процесів обміну речовин, таких як метаболізм глюкози і ліпідів. В деяких дослідженнях було показано, що зміни в генах CRY можуть впливати на функціонування серцево-судинної системи шляхом регуляції артеріального тиску, серцевого ритму і інших параметрів [1,3].



Відомі поліморфізми CRY1: rs2287161; rs8192440; rs10766075; rs11508399; rs11113179. Всі вони певною мірою асоціюються з вищою частотою прояву десинхронозів, розвитком безсоння та змінами параметрів циркадного ритму [14]. Серед поліморфізмів CRY2 найбільшу увагу вчених привертають rs2292912; rs1401417; rs10838524; rs2292910; rs2292913 [2].

Ген REV-ERB α (NR1D1) кодує ядерний рецептор, який відіграє ключову роль у регулюванні циркадного годинника та метаболічних процесів. Варіації в REV-ERB α пов'язані з дисліпідемією, ожирінням та іншими метаболічними розладами, що збільшують ризик серцево-судинних захворювань [6,8].

Існує ряд менш вивчених, але не менш важливих є ще ряд генів. Так ген DBP (Д-бокс Зв'язуючий PAR BZIP транскрипційний фактор) - кодує транскрипційний фактор, який бере участь у регулюванні експресії генів годинника. Варіації в DBP пов'язані зі змінами у ритмах артеріального тиску та збільшенням ризику гіпертонії. NPAS2 (Білок 2 з Нейрональним PAS доменом) кодує транскрипційний фактор, який утворює гетеродимер з BMAL1 і регулює експресію генів годинника. Варіації цього гена пов'язані зі змінами у шаблонах сну та метаболічними розладами, що можуть опосередковано впливати на ста серцево-судинної системи [14]. RORA (Альфа рецептор, Пов'язаний зі Знищенням PAR) кодує ядерний рецептор - регулятор експресії генів, що беруть участь у циркадних ритмах та обміні ліпідів. Варіації в RORA пов'язані з дисліпідемією та збільшенням ризику розвитку і агресивнішим перебігом атеросклерозу. Гени DEC1 (Видалений з ракової пухлини стравоходу 1) та DEC2 (Видалений з ракової пухлини стравоходу-2) кодують транскрипційні фактори, які регулюють експресію генів годинника та визначають паттерни сну. SK1 δ (Казеїнова Кіназа 1 Дельта) - кодує протеїнкіназу, яка бере участь у фосфорилуванні годинникових білків, включаючи PER і CRY. Варіації в SK1 δ пов'язані з розладами циркадних ритмів та збільшеною схильністю до метаболічних розладів та серцево-судинних захворювань. ARNTL2 (Арил Гідрокарбонівий Рецептор Ядерного Транслокатора, Схожий на 2) містить інформацію про протеїн, який утворює гетеродимер з CLOCK або NPAS2 та регулює експресію генів годинника. Варіації в ARNTL2 пов'язані зі змінами у паттернах сну та метаболічними розладами [5,13].

Найстійкішу, доведену асоціацію із різними ланками патогенезу або частотою проявів серцево-судинної патології, у підсумку, підтверджено для наступних генів та їх поліморфних варіантів:



- PER2 (Period 2) - rs934945: Цей поліморфізм пов'язаний з підвищеним ризиком розвитку ішемічної хвороби серця (ІХС) і інфаркту міокарда (ІМ). Він також може бути пов'язаний з порушеннями циркадних ритмів і розладами сну, що можуть сприяти серцево-судинному ризику.

- CLOCK (Circadian Locomotor Output Cycles Kaput): rs1801260: відомий як поліморфізм гена CLOCK, пов'язаний з гіпертензією і підвищеним ризиком серцево-судинних подій, зокрема, інсульту.

- BMAL1 (Brain and Muscle ARNT-Like Protein 1): rs7950226: цей варіант досліджувався на предмет його асоціацій з серцево-судинними факторами ризику, такими як гіпертензія і дисліпідемія. Він може впливати на параметри циркадних ритмів і сприяти серцево-судинній патології.

- CRY1 і CRY2 (Cryptochrome 1 і 2): rs8192440 (CRY1): пов'язаний з підвищеним ризиком гіпертензії і серцево-судинних катастроф; rs10838524 (CRY2): Пов'язаний з порушеннями циркадних ритмів і схильністю до серцево-судинних захворювань.

- NPAS2 (Neuronal PAS Domain Protein 2): rs11123857: цей поліморфізм пов'язаний з гіпертензією і підвищеним ризиком серцево-судинних подій. Варіанти NPAS2 можуть впливати на регуляцію циркадних ритмів і серцево-судинний гомеостаз.

- REV-ERBa (Nuclear Receptor Subfamily 1 Group D Member 1): rs2314339: виявляється частіше у хворих із порушенням метаболізму ліпідів та з підвищеним ризиком атеросклерозу..

Таким чином, розуміння ролі хроногенів у здоров'ї серцево-судинної системи важливе для ідентифікації осіб, які знаходяться в зоні ризику розвитку серцево-судинних захворювань, і розробки персоналізованих стратегій лікування. Зосереджуючись на циркадних ритмах і шляхах експресії хроногенів, дослідники сподіваються розробити нові терапії для профілактики та лікування серцево-судинних захворювань у майбутньому.

Список використаних джерел

1. Anderson JA, Sarraf S, Amer T, Bellana B, Man V, Campbell KL, Hasher L, Grady CL. Task-linked Diurnal Brain Network Reorganization in Older Adults: A Graph Theoretical Approach. *J Cogn Neurosci*. 2017 Mar;29(3):560-572. doi: 10.1162/jocn_a_01060. Epub 2016 Oct 19.
2. Ayan D, Cagatay A. Bioinformatic analysis of genetic changes CLOCK, BMAL1, CRY1, CRY2, PER1, PER2, PER3, and NPAS2 proteins in HCC patients. *Hepatol Forum*. 2023 Sep 20;4(3):108-117. doi: 10.14744/hf.2023.2023.0009. eCollection 2023.
3. Dyar KA, Lutter D, Artati A, Ceglia NJ, Liu Y, Armenta D, et al. Atlas of Circadian Metabolism Reveals System-wide Coordination and Communication between Clocks. *Cell*. 2018 Sep 6;174(6):1571-1585.e11. doi: 10.1016/j.cell.2018.08.042.



4. Franzago M, Borrelli P, Cavallo P, Di Tizio L, Gazzolo D, Di Nicola M, Stuppia L, Vitacolonna E. Circadian Gene Variants: Effects in Overweight and Obese Pregnant Women. *Int J Mol Sci.* 2024 Mar 29;25(7):3838. doi: 10.3390/ijms25073838.
5. Kim E, Yoo SH, Chen Z. Circadian stabilization loop: the regulatory hub and therapeutic target promoting circadian resilience and physiological health. *F1000Res.* 2022 Oct 31;11:1236. doi: 10.12688/f1000research.126364.2. eCollection 2022.
6. Larriba Y, Mason IC, Saxena R, Scheer FAJL, Rueda C. CIRCUST: A novel methodology for temporal order reconstruction of molecular rhythms; validation and application towards a daily rhythm gene expression atlas in humans. *PLoS Comput Biol.* 2023 Sep 28;19(9). doi: 10.1371/journal.pcbi.1011510. eCollection 2023 Sep.
7. Patke A, Young MW, Axelrod S. Molecular mechanisms and physiological importance of circadian rhythms. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2020 Feb;21(2):67-84. doi: 10.1038/s41580-019-0179-2. Epub 2019 Nov 25.
8. Peñaloza-Martínez E, Moreno G, Aroca-Crevillén A, Huertas S, Vicent L, Rosillo N, et al. Circadian rhythms in thrombosis and atherothrombotic events. *Front Biosci (Landmark Ed).* 2022 Feb 11;27(2):51. doi: 10.31083/j.fbl2702051
9. Pourcet B, Duez H. Nuclear Receptors and Clock Components in Cardiovascular Diseases. *Int J Mol Sci.* 2021 Sep 8;22(18):9721. doi: 10.3390/ijms22189721.
10. Qian L, Gu Y, Zhai Q, Xue Z, Liu Y, Li S, et al. Multitissue Circadian Proteome Atlas of WT and Per1^{-/-}/Per2^{-/-} Mice. *Proteomics.* 2023 Dec;22(12):100675. doi: 10.1016/j.mcpro.2023.100675. Epub 2023 Nov 7.
11. Škrlec I, Talapko J, Džijan S, Cesar V, Lazić N, Lepeduš H. The Association between Circadian Clock Gene Polymorphisms and Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biology (Basel).* 2022 Jan;11(1):20. doi: 10.3390/biology11010020.
12. Wucher V, Sodaei R, Amador R, Irimia M, Guigó R. Day-night and seasonal variation of human gene expression across tissues. *PLoS Biol.* 2023 Feb 6;21(2). doi: 10.1371/journal.pbio.3001986. eCollection 2023 Feb.
13. Xie X, Zhang M, Luo H. Regulation of metabolism by circadian rhythms: Support from time-restricted eating, intestinal microbiota & omics analysis. *Life Sci.* 2024 Jun 8:122814. doi: 10.1016/j.lfs.2024.122814. Online ahead of print. PMID: 38857654 Review.
14. Zhang X, Procopio SB, Ding H, Semel MG, Schroder EA, Seward TS, Du P, Wu K, Johnson SR, Prabhat A, Schneider DJ, Stumpf IG, Rozmus ER, Huo Z, Delisle BP, Esser KA. New role for cardiomyocyte Bmal1 in the regulation of sex-specific heart transcriptomes. *bioRxiv [Preprint].* 2024 Apr 21:2024.04.18.590181. doi: 10.1101/2024.04.18.590181.
15. Zhong L, Zhang J, Yang J, Li B, Yi X, Speakman JR, Gao S, Li M. Chronic sleep fragmentation reduces left ventricular contractile function and alters gene expression related to innate immune response and circadian rhythm in the mouse heart. *Gene.* 2024 Jul 1;914:148420. doi: 10.1016/j.gene.2024.148420. Epub 2024 Mar 29.

A COMPREHENSIVE STUDY OF MOLECULAR HYBRIDISATION TECHNIQUES IN CYTOGENETICS WITH A FOCUS ON CHRONIC MYELOID LEUKAEMIA

Molodetska D.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv

daria.molodetska@nure.ua

Abstract: Early and accurate diagnosis of chromosomal abnormalities is crucial for preventing congenital disorders. However, cytogenetics faces limitations in Ukraine, likely due to a lack of specialists and public awareness. This study aims to investigate these limitations and explore strategies to promote cytogenetics in Ukraine. More people can benefit from this potentially life-saving field by increasing access and awareness.

Keywords: cytogenetics, Chronic myeloid leukaemia, molecular hybridisation techniques, analysis, treatment.

Cytogenetics is a fundamental study of chromosomes when they become visible during the cell division processes, either mitosis or meiosis, depending on what should be analysed. [5] This is a fundamental approach in medical genetics as it can be used in many areas that require analysis of the genome, such as cancer diagnosis and treatment, prenatal diagnosis, infertility studies, genetic counselling, etc. [6]

These techniques can be used in many different ways depending on the task to perform the analysis. It would be necessary to pick the exact ones to describe in this report, so considering all factors, Chronic Myeloid Leukaemia has been chosen as an example to demonstrate some of them for a better explanation, clarification and detailed usage protocols.

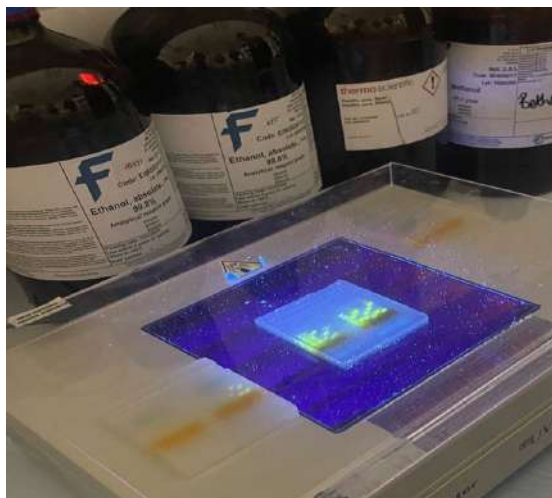


Fig.1 DNA Analysis using Gel Electrophoresis

Therefore, this report will discuss chromosome banding techniques, Karyotyping Fluorescence In Situ Hybridization (FISH), Comparative Genomic Hybridization (CGH), Array-Based Comparative Genomic Hybridisation (aCGH), Spectral Karyotyping (SKY), Multiplex FISH (M-FISH), Chromosome Microdissection and Reverse Painting, Southern Blotting, Pulsed-Field Gel Electrophoresis (PFGE), Quantitative Fluorescent PCR (QF-PCR). As mentioned earlier, some techniques will be demonstrated in the example of Chronic Myeloid Leukaemia. [11, 10, 7]

Chronic Myeloid Leukaemia (CML) is a type of Chronic leukaemia caused by a partial translocation affecting granulocytes. CML cells make other cells mature only partially, and therefore, these abnormal premature cells simply cannot work properly and effectively, weakening the immune system. The most common cause of CML is a chromosome translocation that results in a Philadelphia chromosome (Ph chromosome or t (9;22) (q34; q11) translocation). A person with CML is more vulnerable to infections because of the weakened immune system; thrombocytopenia, leukopenia, poor wound healing, and more frequent and more accessible bleeding are the symptoms of CML. The lab investigations for people with CML usually begin with a blood smear with a Complete Blood Count (CBC); however, the necessity of further investigations, such as genetic testing for the Philadelphia chromosome, appears almost immediately. Treatment for CML includes targeted therapy using tyrosine kinase inhibitors (TKIs) like imatinib that could specifically inhibit the BCR-ABL tyrosine kinase, the abnormal protein produced by the Philadelphia chromosome. [9, 12, 8]

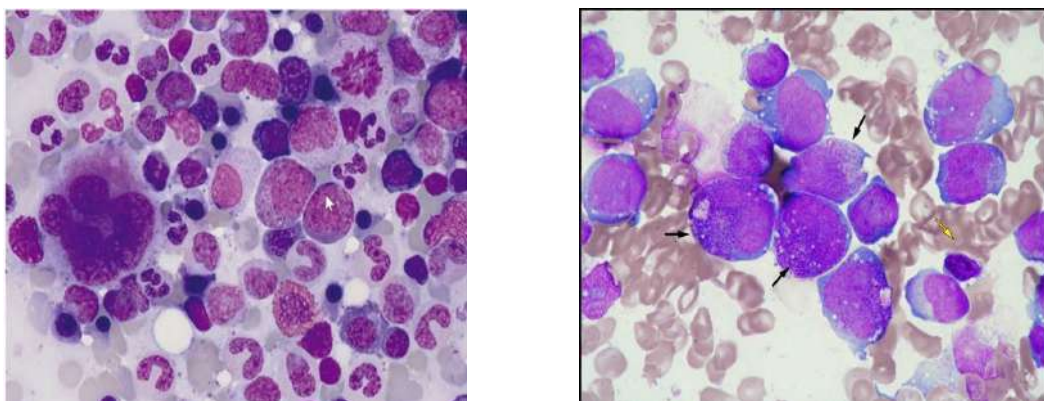


Fig.2 Normal Bone Marrow (BM) vs CML [1, 3]

It is worth noting that it is possible not only to diagnose CML using cytogenetic techniques but also to monitor the treatment response and its efficacy, types of treatment suitable for a particular person, etc. The next point is the scopes and limitations of the current cytogenetics techniques, which include economic accessibility, ethical considerations, specialists to interpret the results, resolution and targeted probes using FISH, which means that only known sequences can be recognised nowadays. [2]

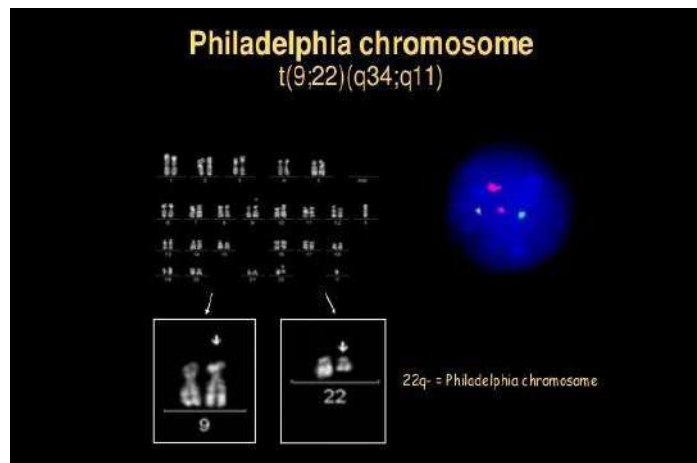


Fig.3 Demonstration of the Philadelphia chromosome [4]

Consequently, cytogenetics is a crucial 'chapter' in biomedical sciences and medicine as it expands the possibilities of diagnosing and discovering new disorders. It is a 'root' in the initiation of gene therapy to treat genetic disorders, as now, a limited number of disorders can be treated. Cytogenetics can also be used in prenatal diagnostics, which is essential when dealing with disorders such as 21 trisomy and 18 trisomy. As they're diagnosed before birth, parents can prepare for the possible outcomes to overcome them more easily.

References

1. *Acute Myeloid Leukemia - Diagnosis and Treatment in 2020*. (n.d.). Wwww.youtube.com. <https://www.youtube.com/watch?v=3WvVSKGEWTI>
2. Bridge, J. A. (2008). Advantages and limitations of cytogenetic, molecular cytogenetic, and molecular diagnostic testing in mesenchymal neoplasms. *Journal of Orthopaedic Science*, 13(3), 273–282. <https://doi.org/10.1007/s00776-007-1215-1>
3. *CML bone marrow at DuckDuckGo*. (n.d.). Duckduckgo.com. Retrieved March 10, 2024, from <https://duckduckgo.com/?q=cml+bone+marrow&t=osx&iax=images&ia=images&iai=https%3A%2F%2Fwww.leukemia-cell.org%2FAtlas%2Fres%2Fphotogallery%2Fcml-myeloidni-zvrat-fig04.jpg>
4. *Cml presentation*. (2016, July 22). SlideShare. <https://www.slideshare.net/drraj12319/cml-presentation-64286868>
5. Dutra, A. (2020). *Cytogenetics*. Genome.gov. <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Cytogenetics>
6. Kannan, T. P., & Zilfalil, B. A. (2009). Cytogenetics: past, present and future. *The Malaysian Journal of Medical Sciences: MJMS*, 16(2), 4–9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3336168/>
7. Keagle, M. B., & Gersen, S. L. (2012). Basic Cytogenetics Laboratory Procedures. *The Principles of Clinical Cytogenetics*, 53–65. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1688-4_4
8. Minciocchi, V. R., Kumar, R., & Krause, D. S. (2021). Chronic Myeloid Leukemia: A Model Disease of the Past, Present and Future. *Cells*, 10(1), 117. <https://doi.org/10.3390/cells10010117>
9. National Cancer Institute. (2019). *Chronic Myelogenous Leukemia Treatment*. National Cancer Institute; Cancer.gov. <https://www.cancer.gov/types/leukemia/patient/cml-treatment-pdq>



10. Ozkan, E., & Lacerda, M. P. (2021). *Genetics, Cytogenetic Testing And Conventional Karyotype*. PubMed; StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563293/>
11. Trask, B. J. (2002). Human cytogenetics: 46 chromosomes, 46 years and counting. *Nature Reviews Genetics*, 3(10), 769–778. <https://doi.org/10.1038/nrg905>
12. *What is chronic myeloid leukaemia?* (2023, October 3). Nhs. Uk.
13. <https://www.nhs.uk/conditions/chronic-myeloid-leukaemia/what-is-cml/>
14. Avrunin, O. (2009). Experience in the development of a biomedical system of digital microscopy. *Applied radio electronics*, (1), 8.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТИКИ В ОФТАЛЬМОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛЯРИЗОВАНОГО СВІТЛА

Олар О.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

olena.olar@bsmu.edu.ua

Використання поляризованого світла для біомедичних застосувань активно розвивається завдяки розширенню бази знань про оптичні властивості біологічних структур і вдосконаленню методів обробки зображень.

Подвійне двопронезаломлення демонструють ряд структур ока (шари нервових волокон сітківки, шари волокон Генле, колагенові волокна в стромі рогівки, пігментний епітелій сітківки, кришталік та ін.) Поляризоване світло чутливе до структурних компонентів і матеріалів з характерним двопронезаломленням, а отже, воно широко використовується для дослідження позаклітинного матриксу біологічних середовищ, і як результат, є базовим фізичним чинником для діагностичних методів (методів візуалізації), зокрема в офтальмології. Окреслимо деякі з них.

Обстеження рогівки.

Поляризоване світло використовується при обстеженні рогівки, дозволяючи візуалізувати моделі навантаження рогівки, що може вказувати на її структурні зміни, які здатні допомогти клініцистам діагностувати та контролювати кератоконус, ектазію після LASIK та інші розлади витончення рогівки, оцінити успішність процедур перехресного зшивання рогівки, які зміцнюють і стабілізують рогівку у пацієнтів із прогресуючою ектазією рогівки.

Поляризоване світло використовується також для посилення контрасту при візуалізації структур переднього сегмента. Наприклад, поляризоване світло може покращити візуалізацію трабекулярної сітки при гоніоскопії. Оптична когерентна томографія (ОКТ) переднього сегмента дозволяє отримання зображень високої роздільної здатності рогівки, райдужної оболонки та передньої камери, що дає змогу виявляти та контролювати такі стани, як дистрофія рогівки, іридокорнеальний ендотеліальний синдром та ін.

Візуалізація сітківки.

Скануюча лазерна поляриметрия (СЛП) - неінвазивний метод візуалізації, який використовує поляризоване світло для вимірювання товщини шару нервових волокон сітківки. Зміна поляризації під час проходження світла через шар структури прямо пропорційна товщині шару нервових волокон сітківки. Метод має високу роздільну здатність, проте має знижену чутливість при аналізі структур у хворих на катаракту.

СЛП також використовується для діагностики прогресування глаукоми. Розроблено алгоритм компенсації рогівки, який індивідуально вимірює та компенсує подвійне променезаломлення рогівки для кожного пацієнта для виявлення та оцінки глаукоматозного пошкодження.

Поляризаційно-чутлива (ПЧ) ОКТ дозволяє отримати зображення сітківки, судинної оболонки та головки зорового нерва з високою роздільною здатністю, а також інформацію про їхні поляризаційні властивості. Це дозволяє оцінити структурні зміни та подвійне променезаломлення тканин, що є свідченням про різні патологічні стани. На противагу ОКТ, ПЧОКТ пропонує покращений контраст між різними шарами та структурами сітківки та може оцінити подвійне променезаломлення шару нервових волокон сітківки, шару волокон Генле.

Використання поляризаційних фільтрів.

Фільтри для отримання циркулярно-поляризованого світла входять до складу багатьох щілинних ламп і офтальмоскопів. Віддзеркалення рогівки може заважати клініцисту бачити структури ока, особливо під час огляду переднього сегмента. Коли циркулярно поляризоване світло взаємодіє з рогівкою, відбите світло змінює свій стан поляризації. Круговий поляризаційний фільтр, розміщений на шляху спостереження, орієнтований перпендикулярно до першого фільтра на джерелі світла, ефективно фільтрує змінений стан поляризації відбитків рогівки. Цей процес призводить до більш чіткого та детального огляду інших структур ока.

Тестування стерео.



Роль поляризації є значною також у стереотестуванні. Поляризаційні окуляри використовуються для представлення серії зображень або візерунків з різними відмінностями, що вимагає інтеграції візуальної інформації з обох очей, для правильного сприйняття глибини або тривимірної структури в зображеннях або візерунках. Поляризаційні окуляри, які використовуються в цих тестах, мають по різному орієнтовані фільтри для кожного ока, що дозволяє одночасно показувати різні зображення кожному оку в процесі тестування.

Отже, діагностична потужність поляризованого світла, особливо у випадках, коли тканини є високоанізотропними, з характерним подвійним променезаломленням, досить висока для визначення патологічних змін у структурі тканин ока і методики з використанням поляризованого світла широко представлені серед методів діагностики в офтальмології.

АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ ГШОКАМПА ЩУРІВ-САМЦІВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ ТА ВПЛИВУ НА НИХ КАРБАЦЕТАМУ

Прижбило О.М., Кметь О.Г.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

oprizbilo0950721@gmail.com; kmet.olga@bsmu.edu.ua

Метаболічний синдром – це стан, який характеризується групою метаболічних порушень, які в сукупності підвищують ризик діабету II типу та серцево-судинних захворювань. Ескалація поширеності синдрому та зв'язок із підвищенням смертності зробили його значним тягарем для системи охорони здоров'я не тільки України, а й усього світу. Це стало глобальною епідемією, пов'язаною зі збільшенням споживання висококалорійної їжі з низьким вмістом клітковини та сидячим способом життя. Однією з ключових ознак даної патології є резистентність до інсуліну, яка може призводити до дисбалансу між надмірним виробництвом активних форм кисню, азоту і системою антиоксидантного захисту організму. Водночас надмірна концентрація глюкози чинить токсичний вплив через зростання кількості продуктів гліколізу, пероксидного окиснення ліпідів та білків. Зокрема, хронічна гіперглікемія призводить до активації поліолового шляху обміну глюкози в головному мозку. Сукупність зазначених факторів потенціює патогенетичні процеси центральної нервової системи, які



сприяють ранньому та тяжкому перебігу метаболічного синдрому та його ускладнень, наприклад цукрового діабету.

На сьогоднішній день є багато наукових даних стосовно механізмів розвитку метаболічного синдрому, однак цікавим залишається питання стосовно участі рецепторів гама-аміномасляної кислоти (ГАМК) у цьому процесі. Оскільки, відомо, що дана кислота є ключовим нейромедіатором, посилює цереброваскулярний ангиогенез, один із її підтипів рецепторів відіграє ключову роль у розвитку хвороби Альцгеймера. Отже вивчення різноманітних механізмів за участю ГАМК, є підґрунтям для розуміння опосередкованого метаболітами сигнального каскаду в мозку.

Тому метою нашої роботи було вивчити активність ферментів антиоксидантної системи гіпокампа щурів самців при моделюванні метаболічного синдрому та впливу на них карбацетаму, як модулятора ГАМК-рецепторів.

Для проведення експериментів нами було використано фізичні, хімічні та біологічні методи дослідження, які відтворювали на нелінійних білих щурах самцях масою 0,20-0,23 кг із дотриманням Конвенції Ради Європи про охорону хребетних тварин, що використовують в експериментах та інших наукових цілях. та з використанням хімічних, біологічних. у Всіх щурів було розділено на такі групи: контрольні щури; щури з метаболічним синдромом; щури з метаболічним синдромом, яким вводили карбацетам дозою 5 мг/кг. Модель синдрому створювали шляхом вигодовування щурів дієтою збагаченою жирами з вільним доступом до розчину фруктози (100 г/л) тривалістю 60 діб. Для оцінки стану антиоксидантної системи гіпокампа визначали активність супероксиддисмутази (СОД) та каталази. Для обробки результатів дослідження використовували стандартний пакет програм статистичного аналізу Microsoft Excel 2007, відмінності вважали статистично значущими при $p \leq 0,05$.

Аналіз отриманих результатів показав, що у щурів, яким моделювали синдром активність СОД та каталази знижувалась на в середньому 23,5% по відношенню до даних контрольної групи. Водночас, введення карбацетаму підвищувало активність ферментів антиоксидантного захисту. Так, активність СОД підвищувалась на 18,2%, а – каталази на 21,5% відносно показників групи щурів, яким моделювали синдром. Отримані результати дослідження свідчать про доцільність застосування карбацетаму, як модулятора ГАМК-рецепторів.

Отже, на даному етапі дослідження можна стверджувати про здатність карбацетаму підвищувати активність антиоксидантних ферментів у гіпокампі щурів самців, на прикладі



СОД та каталази, за умов метаболічного синдрому. Водночас наявність отриманих результатів не можливе без досягнень природничих наук, що є основою проведення експериментальних досліджень.

DIABETES: A GLOBAL CHALLENGE

Rana Abdul Majid, Kushnir O.Yu.

Bucovinian State Medical University

majid.rana.mf3@bsmu.edu.ua, kushnir@bsmu.edu.ua

Introduction. This abstract provides a concise overview of diabetes, highlighting its types, causes, potential complications, and the importance of tackling this global health challenge.

Diabetes mellitus, commonly referred to as diabetes, is a chronic metabolic disorder characterized by elevated blood sugar (glucose) levels.

The goal of the study. This abstract explores the different types of diabetes, their causes, and potential complications. It also highlights the global disease burden and the importance of management strategies.

Discussion. There are two main types of diabetes: type 1 and type 2. Type 1 diabetes is an autoimmune disease where the body attacks insulin-producing cells in the pancreas, leading to insulin deficiency. Type 2 diabetes, the most prevalent form, results from insulin resistance or impaired insulin secretion. Gestational diabetes is a temporary form that develops during pregnancy. The primary cause of diabetes is a combination of genetic and environmental factors. While genetics play a role, lifestyle choices such as physical inactivity and unhealthy diet significantly contribute to the development of type 2 diabetes. Uncontrolled diabetes can lead to various complications affecting multiple organ systems. These include cardiovascular disease, neuropathy (nerve damage), nephropathy (kidney disease), retinopathy (eye disease), and foot ulcers, which can lead to amputation. Diabetes is a global health problem with a rapidly growing prevalence. The increasing burden necessitates effective prevention and management strategies. These include lifestyle modifications, such as maintaining a healthy weight and engaging in regular physical activity, along with appropriate medication regimens and patient education. Clinical and laboratory biochemistry help is vital at all stages of diagnosis of diabetes because it is pivotal in the management of diabetes, its associated complications and monitoring of treatment.



Conclusion. The Clinical Biochemistry tests including general chemistry and endocrine tests, therapeutic drug and HbA1c level monitoring, and a range of more complex and specialised genetic investigations are helping clinicians in better understanding of the diabetes linked complexities. Effective management strategies, including lifestyle modifications (sleep and awake cycle), medication, and ongoing support, individuals with diabetes can live long and healthy lives. Public health initiatives focused on promoting healthy lifestyles, early diagnosis, including measurement of melatonin levels and access to quality care are crucial for tackling this global health epidemic. By working together, we can empower individuals with diabetes and prevent the disease from impacting future generations.

ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНА *VDR* РЕЦЕПТОРА ВІТАМІНУ D У ДІТЕЙ ІЗ ІДІОПАТИЧНОЮ НИЗЬКОРОСЛІСТЮ

Ризничук М.О.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

rysnichuk.mariana@gmail.com

Вступ. Відомо, що вітамін D є прогормоном, вплив якого здійснюється через специфічний рецептор (VDR). За допомогою даного рецептора здійснюється вплив на транскрипцію специфічних генів-мішеней, які беруть участь в обміні кальцію та фосфору, а також у моделюванні кісткової тканини. Тобто, при зв'язуванні кальцитріолу із VDR, який розміщений в як у цитозолі, так і на ядрі відбувається експресія специфічних генів, внаслідок чого регулюється метаболізм, проліферація, диференціювання та навіть апоптоз численних клітин.

Деякі поліморфізми гена, що кодує рецептор VDR, відповідають за щільність та приріст кісткової маси, одним із яких є TaqI (алель T/C). Даний поліморфізм розташований на межі екзона та інтрона і може впливати на стабільність мРНК, тим самим проявляючи свою дію.

Ключові слова: ідіопатична низькорослість; діти; TaqI поліморфізм гена VDR.

Метою нашого дослідження стало вивчення поліморфізму TaqI гена *VDR* у дітей із ідіопатичною низькорослістю.

Матеріали та методи. Проведено обстеження 22 дітей з ідіопатичною низькорослістю (ІПН), які перебували на лікуванні в ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України».

Середній вік дітей (18 хлопчиків, 4 дівчинки), включених у дослідження, становив $10,68 \pm 3,28$ років. Середнє відставання у зрості становило мінус $2,15 (\pm 0,53)$ SDS. На момент обстеження всі пацієнти знаходились в стані еутиреозу. У дослідження були включені діти, які не отримували препарати кальцію та віт. D упродовж ≥ 6 місяців. Контрольна група становила 57 дітей, які не мали кровної спорідненості. Для визначення поліморфних варіантів TaqI (rs731236) використовували модифіковані протоколи гена *VDR*, що передбачають використання олігонуклеотидних праймерів у техніці ПЛР та наступного поліморфізму довжини рестрикційних фрагментів (ПДРФ) при виявленні їх шляхом електрофорезу в агарозному гелі.

Статистичну обробку результатів дослідження виконували із використанням статистичних програм Microsoft Excel.

Результати дослідження. При вивченні розподілу генотипу виявлено наступне: у дітей із ІПН частка генотипу T/C у 1,63 рази вища, ніж у групі здорових. У пацієнтів гомозигот за генотипом T/T та C/C у 0,25 та 0,86 рази менше, порівняно із контрольною групою.

При аналізі алелей у дітей із ІПН виявлено, що носійство алелі С поліморфного локусу rs731236 TaqI гена *VDR* достовірно асоціюється з ризиком розвитку ідіопатичної низькорослості $OR=1,68$ (95%CI 1,41-2,01; $p<0,001$).

При визначенні ризику захворювання у дітей із ІПН отримано наступне: за наявності генотипу T/C ризик захворювання достовірно високий $OR=3,78$ (95%CI 1,23-11,63; $p<0,02$); при варіантах C/C та T/T ризик даної патології низький $OR=0,84$ (95%CI 0,21-3,45; $p=0,81$) та $OR=0,17$ (95%CI 0,04-0,81; $p<0,03$) відповідно, що вказує на їх протекторний вплив.

Співвідношення частот алелів ($pT = 0,477$, $qC = 0,523$) практично не відрізняється від співвідношення 1 : 1, що свідчить про збереження частоти алелів в українській популяції та відповідає рівновазі Харді-Вайнберга.

Вивчено рівень віт. D у пацієнтів залежно від наявності поліморфізму rs731236 TaqI гена *VDR*. Виявлено, що за наявності поліморфізму T/T та ІПН виявлено дефіцит віт. D ($43,83 \pm 6,47$ нмоль/л), а за наявності поліморфізмів T/C та C/C – недостатність даного вітаміну ($58,97 \pm 11,78$ та $56,93 \pm 19,54$ нмоль/л відповідно). При аналізі рівня гормону росту (ГР) після стимуляції клонідином виявлено, що його рівень зростав до норми, але найвищим він був у дітей із

поліморфним варіантом TagI C/C ($17,32 \pm 5,07$ нг/мл), а в дітей із поліморфізмами C/T та T/T перебував практично на одному рівні ($14,59 \pm 5,24$ та $14,70 \pm 2,83$ нг/мл відповідно).

Висновки.

1. Носійство алелі С поліморфного локусу rs731236 TagI гена *VDR* достовірно асоціюється з ризиком розвитку ідіопатичної низькорослості $OR=1,68$ (95%CI 1,41-2,01; $p<0,001$), а також за наявності генотипу T/C ризик даної патології достовірно високий $OR=3,78$ (95%CI 1,23-11,63; $p<0,02$).

2. У пацієнтів із поліморфізмом T/T виявлено дефіцит вітаміну D, а в пацієнтів із поліморфізмами T/C та C/C – недостатність даного вітаміну.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ В ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ

Романюк А.К., Кульчинський В.В.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

romaniuk.angelina003.med@bsmu.edu.ua, kulchynsky@bsmu.edu.ua

Електроенцефалографія (ЕЕГ) – метод реєстрації біопотенціалів головного мозку. ЕЕГ дозволяє діагностувати захворювання центральної нервової системи, розпізнати можливі причини панічних атак і втрати свідомості, частого головного болю, розладів сну, невротичних розладів та інших порушень психіки, відслідковувати вікові зміни в діяльності головного мозку, порушення роботи мозку при черепно-мозкових травмах

Мета дослідження - підкреслити фізичні основи методів отримання та обробки сигналів ЕЕГ задля більш ефективного вимірювання й інтерпретації сигналів ЕЕГ.

Звичайна електроенцефалограма (ЕЕГр), виміряна на шкірі голови не відображає короточасні локальні потенціали поля, що виникають від потенціалів дії окремих нейронів. Струмові диполі є основним джерелом потенціалів, виміряних при ЕЕГ. Сигнал на ЕЕГр є максимальним, коли струмові диполі орієнтовані перпендикулярно до поверхні кортикальної звивини. Впорядковане стовпчасте розташування в більшості кортексних структур окремих пірамідних нейронів полегшує вимірювання ЕЕГр, оскільки збудливий постсинаптичний потенціал на апікальному дендриті локально спричиняє виникнення внутрішньоклітинного джерела (“+”) струму (і позаклітинного стоку (“-”) струму). У сомі - внутрішньоклітинний сток



(“-”) і позаклітинне джерело (“+”) струму. Сигнал, вимірюваний на поверхні шкіри голови, є сумарним для популяції нейронів, які активні одночасно. Амплітуда хвилі ЕЕГр залежить від відстані між джерелом (пірамідними нейронами) і шкірою голови та від електрохімічного градієнта носіїв заряду.[1]

Електричну активність окремих нейронів (груп нейронів) можна вимірювати безпосередньо - інтра-краніальна ЕЕГ (іЕЕГ). Мікроматриці електродів можна вставити в тканину мозку для реєстрації активності популяцій нейронів - кортикографія (ЕКоГ). У методиці поверхневої ЕЕГ макроскопічні електроди, розміщені на поверхні шкіри голови, вимірюють електричну активність великих ділянок мозку. Коливання вимірюваного сигналу ЕЕГр відображають зміни синхронізованої або десинхронізованої активності базових нейронних популяцій. [2]

ЕЕГр реєструють за допомогою накладених на поверхню шкіри голови електродів. Відведення - запис різниці потенціалів між двома електродами - розрізняють монополярне і біполярне. При монополярному відведенні один електрод встановлюють над електрично активною точкою мозку, а другий - на електрично нейтральну (мочка вуха, перенісся). Монополярне відведення має свої переваги (вимірюють повний сигнал, а не різницю, - можна вимірювати активність обраної ділянки мозку незалежно від інших) використання її недоліки (важко знайти дійсно “нульову” точку, неоднакова віддаль від референтного електрода до різних точок активного зумовлює різні амплітуди сигналів тільки за рахунок охоплення різної кількості струмових диполів). Одним з способів усунути недолік щодо нуль-потенціалу є використання вертексної точки як референтного електроду. При біполярному відведенні реєструють різницю потенціалів між двома активними електродами. Переваги біполярного відведення: найбільш стійке до артефактів; дозволяє відносно точно локалізувати вогнища змін біопотенціалів. Недоліки: взаємна нейтралізація синфазних сигналів; важко виявити, під яким з двох електродів є вогнище активності. Одним із способів виявлення джерела збурення є метод триангуляції: на окіл досліджуваної ділянки накладають електроди трикутником чи на одній прямій. Позначають цифрами 1, 2, та 3. Підключають попарно: 1-2, 2-3, 3-1. У випадку, коли під якимось з електродів є джерело активності, то це буде відображено на обох сигналах, в яких цей електрод задіяний.

Відведення електродів можна накладати на різні ділянки поверхні голови з урахуванням проекції на них областей головного мозку. Найбільшого поширення зараз отримали міжнародні системи розташування електродів 10–20% і 10–10%. Ці системи дають



змогу побудувати координатну сітку, у вузли якої ставлять електроди, що отримують літерно-цифрове позначення. Найбільш часто використовують хлор-срібні електроди. Для закріплення електродів застосовують спеціальний шолом-сітку або використовують готові набори електродів, вмонтованих в шоломи. Електроди накладають на голову пацієнта після відповідної підготовки ділянок шкіри. Після накладення електродів розпочинають запис електричних сигналів для подальшого аналізу та інтерпретації. Обстеження триває протягом певного періоду часу.

Під час запису сигнал ЕЕГ може знаходитись під впливом зовнішніх перешкод, які називають артефактами. Артефакти на ЕЕГ сигналах за своїм походженням можуть бути розділені на дві групи - фізичні (екстрафізіологічні), які походять із зовнішнього середовища (електромережа, прилади), та фізіологічні (біологічні), які утворені тілом пацієнта (наприклад, м'язами).

Сигнал ЕЕГ є дуже малим за амплітудою й містить в собі коливання напруги, які є сумою власне ЕЕГ, артефактів, шумів. Тому в схемі обробки ЕЕГ сигналів є підсилювач (коефіцієнт підсилення від 200000 до 1 млн разів), що дозволяє отримати чіткий і зрозумілий сигнал для подальшої обробки. Фільтри використовують для відсіювання небажаних частотних компонентів сигналу та для розділення частотних складових сигналу ЕЕГ (альфа-, бета-, тета-, дельта-, гама-). АЦП перетворює аналоговий ЕЕГ сигнал у цифрову форму, що дозволяє проводити подальшу обробку сигналу використовуючи цифрові методи аналізу та обробки сигналів за допомогою комп'ютера для розпізнавання та класифікації патернів мозкової активності для аналізу та виділення корисних компонент ЕЕГ сигналу. Монітор комп'ютера використовують для візуалізації ЕЕГр сигналу в реальному часі. Це дозволяє оператору спостерігати за станом пацієнта та коректністю роботи апаратури під час запису ЕЕГр. Послідовність одночасного відображення певної кількості відведень записів ЕЕГр називають монтажем. Монтажі повинні відповідати методичним рекомендаціям Міжнародної федерації клінічної нейрофізіології [3].

Висновки: Записана на шкірі голови ЕЕГр здебільшого згенерована пірамідними нейронами кори головного мозку шляхом підсумовування збуджувальних і гальмівних постсинаптичних потенціалів. Електроди на шкірі голови записують сукупну активність ~ 250000 нейронів. Ефективність ЕЕГ дослідження залежить від оптимального вибору відведень. Одним з способів усунути недолік щодо нуль-потенціалу є використання вертексної точки як референтного електроду. Одним із способів виявлення джерела збурення при



використанні біполярних відведень є метод триангуляції. Сигнал ослаблений при проходженні через різні внутрішньочерепні середовища, а також шкіру голови та спотворений зовнішніми та внутрішніми джерелами електричного поля. В схемі обробки ЕЕГ сигналів обов'язково використовують підсилювач та фільтри. Фільтрація забезпечує високу якість обробки ЕЕГ сигналу та розділення сигналу на складові. Обчислювальну техніку використовують для розпізнавання та класифікації патернів мозкової активності для аналізу та виділення корисних компонент ЕЕГ сигналу.

Список використаних джерел

1. Feyissa, A. M., & Tatum, W. O. (2019). Adult EEG. Handbook of Clinical Neurology, 103–124. doi:10.1016/b978-0-444-64032-1.00007-2
2. Biasucci, A., Franceschiello, B., & Murray, M. M. (2019). Electroencephalography. Current Biology, 29(3), R80–R85. doi:10.1016/j.cub.2018.11.052
3. <https://www.ilae.org/files/dmfile/routine-and-sleep-eeeg---ukrainian---ua.pdf>

УДК: 61:532.135]-047.37

РЕОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ В МЕДИЦИНІ (ОГЛЯД)

Соколенко О., Бурла Є, Остафійчук Д.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

sashasokolenko051.med@bsmu.edu.ua, princesa20131415.med@bsmu.edu.ua,

ostafiyshuk.d@bsmu.edu.ua

Анотація: У статті оглядово дано аналіз реографічних методів дослідження в медицині, відмічено залежність імпедансу кровоносних судин від їх кровонаповнення та загального стану серцево-судинної діяльності. Проведено аналіз реографічного методу дослідження як інформативного, оперативного, доступного, неінвазивного методу дослідження у медицині. Визначено зміну імпедансу при патологіях, ракових новоутвореннях, при навантаженнях м'язів, при хронічному пародонтиті в стадії загострення, при ускладненнях венозного відтоку, при підвищенні тону артерій за зниженням їх кровонаповнення. Наведено загальний аналіз реографічної кривої за визначеними реографічними параметрами. Дано загальний аналіз таких методів реографічного дослідження як: реоенцефалографія, реовазографія.



Ключові слова: реографія, реовазографія, реоенцефалографія, реограма, змінний струм, імпеданс, омичний та ємнісний опір, ударний об'єм крові.

Реографія - загальна назва методу від грецького rheos - потік і grapho - писати. Фактично реографія може бути використана в будь-якій частині тіла людини для вивчення кровотоку. Принцип дії реографії заснований на тому, що кров у порівнянні з іншими біотканинами має найвищу електропровідність, таким чином коливання кровонаповнення судин, зумовлені циклічною роботою серця, викликають одночасні зміни електропровідності ділянки тіла, що обстежують. Під час скорочення шлуночків та деякий час після цього, при збільшенні кровонаповнення артеріальних судин, електропровідність окремих ділянок тіла підвищується і навпаки після проходження пульсової хвилі, коли наповнення судин зменшується, вона спадає. Біологічні тканини характеризуються наявністю значної частини ємнісного опору і сумарний імпеданс рівний геометричній сумі активного і ємнісного опорів. Імпеданс тканин залежить від їх функцій і ця залежність використовується в діагностиці. Імпеданс кровоносних судин буде залежати від їх наповнення, що визначається динамікою кровообігу. На цьому базується діагностичний метод реографії. Реографія дає можливість встановити залежність активної складової імпедансу біотканини від її деформації під час серцевої діяльності. Саме за методом Кедрова визначається відносна зміна об'єму визначеної частини кровоносної судини буде пропорційною до зміни її опору. При деяких патологіях, при зміні фізіологічного стану змінюється і співвідношення між активною та реактивною складовою опору.

При запальних процесах на ранніх стадіях ємнісний опір клітини не змінюється, оскільки не змінюється структура клітини. Одночасно підвищується ємнісний опір, обумовлений набуханням клітини і зменшенням перерізу міжклітинних ділянок. Відмічено, що ракові перетворення супроводжуються появою молодих, нових клітин і підвищенням ємнісного опору [1]. При кровонаповненні судин відмічається зміни імпедансу в синхронізації з роботою серця, під час систоли, за наповнення біотканини кров'ю, імпеданс біотканини зменшується, а за час діастоли збільшується.

За виникнення явища поляризації в методиці реографії передбачено використання змінного струму великої частоти (30-175 кГц) і силою струму (1-10 мА). Крім того великі частоти зменшують подразнюючу дію, тому такий струм не відчувається пацієнтом, реографічне обстеження не шкідливе, інформативне та оперативне для отримання даних, забезпечує проведення дослідження у великій кількості судинних зон, доступний і не потребує



попередньої підготовки для діагностики, виключає повністю деформацію судин при обстеженні [1,2].

Отже, реографія – це діагностичний метод дослідження системи кровообігу, заснований на реєстрації змін опору біотканин при проходженні через них електричного струму. Прилад, яким проводиться дослідження, називається реограф, а крива, отримана при дослідженні, – реограма. Опір живих тканин електричному струму не є постійним, а динамічно змінюється залежно від фази серцевого циклу. Між зміною опору різних частин поверхні тіла і кровонаповненням судин даних ділянок є певна залежність. Під час систоли шлуночків і відразу після її закінчення електричний опір зменшується, що пов'язано з наповненням кров'ю периферичних артерій. Під час діастоли шлуночків периферичний опір різних частин поверхні тіла електричному струму зростає, що можна пояснити наповненням кровоносних судин. Цей метод застосовується в діагностиці різного роду судинних порушень головного мозку, кінцівок, легень, серця, печінки та ін. Серед видів реографії розрізняють: реографія поперечна - реографія кінцівки, при якій електроди розташовують на одному рівні щодо її поздовжньої осі; використовується для оцінки функції кровоносних судин певної частини кінцівки, та реографія поздовжня - реографія кінцівки, при якій електроди розташовують на її поздовжній вісі; використовується для оцінки функції кровоносних судин всієї кінцівки [3,4].

Метод заснований на встановленій А.А. Кедровим пропорційній залежності між змінами імпедансу ΔZ по відношенню до його початкової величини Z і приростом обсягу ΔV відносно початкового об'єму V досліджуваної ділянки тіла за рахунок її кровонаповнення. На величину імпедансу Z впливають коливання не тільки обсягу, а й швидкості потоку, прийнято вважати, що реєстрована крива змін імпедансу за кожний серцевий цикл (реограма) відповідає в основному кривій об'ємного пульсу, інтерпретація якої можлива на основі теоретичних принципів механічної плетизмографії і сфігмографії. Зміна активного електричного опору призводить до зміни повного опору. З технічних причин більш зручно вимірювати зміни імпедансу, чим зміни активного опору постійному струму. У реографії кінетика повного опору тіла людини відображає частоту та обсяг місцевого кровонаповнення органів. Для вимірювання зміни повного опору біологічного об'єкта, через нього пропускають змінний струм високої частоти. Оптимальна частота, що застосовується в реографія – 100...500 кГц. При частотах вище 500 кГц згладжуються відмінності в питомій електропровідності між кров'ю і оточуючими біологічними тканинами. Зміни повного опору є невеликими, їх величина становить: 0,08 Ом для гомілки і передпліччя, 0,1 Ом для плеча і ступні. Реограма



відображає зміну імпедансу досліджуваного органу при кровонаповненні. Зростаюча частина кривої виникає внаслідок систоли, а спадна - внаслідок діастоли. Зазвичай одночасно записується диференціальна реограма, вона є похідною першого порядку за часом інтегральної реограми і описує швидкість зміни кровонаповнення досліджуваного органу [5,6].

При аналізі реограми до уваги беруть такі показники: амплітуду, що показує інтенсивність кровонаповнення досліджуваної області, оцінюється в Омх шляхом порівняння висоти реограми з величиною калібрувального сигналу в Мм; кут нахилу висхідної кривої; тривалість анакроти і катакроти в мілісекундах; відсоткове співвідношення анакротичної фази до тривалості серцевого циклу; інтеграл поверхні; час поширення реографічної хвилі (встановлюється вимірюванням відрізка часу від вершини зубця Q електрокардіограми до початку реографічної хвилі).

На початку реографічного дослідження на шкіру пацієнта поміщається оброблена електрофорезом серветка, через неї електрод краще реагує з тілом. Попередньо шкірний покрив протирається медичним спиртом, наявність жирового прошарку погіршує результат процесу. Виконання реографії передбачає підготовку, аналогічну проведенню процедури з реєстрації електрокардіограми. Попередньо пацієнтові не дозволяється курити, вживати у великій кількості продукти, що містять кофеїн. Якщо має місце прийом будь-яких медикаментозних засобів, за добу рекомендується припинити терапію. Цей пункт особливо важливий у випадку з ліками, що змінюють процес кровообігу. Безпосередньо перед обстеженням людина займає позу сидячи, лежачи, максимально розслабляється, неприпустима нервозність [15].

Щоб отримати максимально правильний аналіз реограми, що визначає загальний стан кровотоку, необхідно вибрати кілька синусоїдальних кривих, які відображають кровообіг в артеріях, а ділянка плавного спуску реограми - відображенням кровотоку вен. Розшифровку отриманого запису займається діагност, який вивчає форму синусоїдальних кривих, схожість між ними, аналізує чисельність і наявність додаткових кривих, які відображені в низхідній фазі. Наприклад, при наявності у людини аритмії і вегетативної дистонії криві будуть відрізнятися за формою. Крім оцінювання параметрів кривих фахівцем проводяться певні обчислення з урахуванням спеціальних формул. В результаті чого проводять розрахунок реографічного індексу з урахуванням визначеного інтервалу. Якщо існує місце виходу за межі позначеної зони, можна стверджувати про патологію [4,6,7].

Реоенцефалографія (РЕГ) – це метод дослідження судинної системи головного мозку, що базується на записі величини електричного опору тканини та базується на вимірюванні пов'язаних з пульсовою хвилею змін імпедансу кори головного мозку при пропущенні через електроди слабкого електричного струму високої частоти. Період реоенцефалографічної хвилі залежить від частоти серцевих скорочень, тоді як її амплітудні параметри переважно обумовлені змінами інтракраніального кровонаповнення і відображають стан внутрішньомозкових судин (особливо в басейні внутрішньої сонної артерії).

Методика проведення реоенцефалографії передбачає накладання на шкіру голови 2-6 електродів, закріплених за допомогою гумових тяжів, смуг або клеючими складами. Для усунення поляризації електроди покривають спеціальним неполяризуючими покриттями (Ag-AgCl) і використовують слабкий (1-10 мА) змінний струм з частотою 30-150 кГц. Електроди розміщують на лобову, потиличну частину і на соскоподібний відросток з кожного боку. Лобно-мастоїдальні відведення відображають кровонаповнення переважно в басейні середньої мозкової артерії, а мастоїдально-потиличні - в інтракраніальних відділах басейну хребетної артерії [8].

Пристрій для реєстрації реоенцефалографії (реограф) включає генератор струму високої частоти, вимірювальний міст, підсилювач, детектор і записуючий пристрій. У сучасних приладах використовують мультиплексорний підсилювач для уніфікації посилення по декількох каналах і комп'ютер для автоматичних розрахунків кількісних параметрів і наочної візуалізації результатів вимірювань (в тому числі у вигляді схематичних карт кровонаповнення).

Основні показання для проведення реоенцефалографії є: вертебро–базиллярні порушення, остеохондрози, перенесені порушення мозкового кровообігу, енцефалопатії, вегетативно–судинні дисфункції, діабетичні мікроангіопатії. Лікар може призначити обстеження при наявності таких скарг: головний біль, головокружіння, шум у вухах, «важкість» у голові, залежність від погодних умов.

Інтерпретація результатів. Реограма за формою нагадує пульсограм. У одиничній хвилі реограми виділяють початок, вершину (систолічну хвилю) і кінець. Ділянка кривої від початку до вершини називають анакротичною частиною, ділянку від вершини до кінця хвилі – катакротичною частиною. У нормі анакротична частина - коротше і крутіше, а катакротична частина - довша і більш полого. На катакротичній частині, як правило, виявляють одну додаткову хвилю (дикротичний зубець), що складається з западини і вершини. Цей комплекс



називають діастолічною хвилею. Конфігурація компонентів реографічної хвилі в значній мірі обумовлена відображенням пульсової хвилі від точок розгалуження артерій, а також еластичністю і тонусом судинної стінки, тому по зміні її форми можна судити про ті чи інші порушення мозкового кровотоку.

При підвищенні тонусу судин знижується амплітуда і ущільнюється вершина систолічної хвилі, додаткова хвиля зміщується до вершини, а вираженість западини зменшується. При зниженні судинного тонусу, навпаки, відбувається збільшення амплітуди і загострення систолічної хвилі, посилення вираженості додаткової хвилі і її зміщення до кінця реографічної хвилі. При зміні венозного відтоку крива ущільнюється, стає куполоподібною, а при венозній гіпотонії перед початком систолічної хвилі з'являється невелика пресистолічна хвиля.

Програмне забезпечення сучасних комп'ютерних реографів дозволяє автоматично вимірювати перераховані амплітудно-часові параметри хвилі, а також розрахувати ряд спеціальних індексів, що описують відносини між ними, які більш інформативні для оцінки тонусу і опору великих, середніх і дрібних артерій і вен, ніж абсолютні значення реографічних параметрів [2,9,10].

Реовазографія – процедура, що досліджує різні ділянки тіла людини, проглядаються судини, що проходять по кінцівках (вени рук, а саме кисті і плеча, передпліччя, на ногах – судини гомілки, стоп, стегон). Для процедури використовують електроди стрічкового або прямокутного типу. Один з них фіксується на початку досліджуваної частини тіла, інший – в кінці. За результатами реовазографії точно діагностується облітеруючий ендартерит, при якому сильно змінюється структура артерій на гомілках, стопах. Таку патологію часто ще називають «ногою курця». В ході дослідження виявляються проблеми з периферійними судинами, в яких спостерігається стеноз, зниження тонусу, еластичності, закупорка.

Показаннями до призначення реовазографії є: варикоз, тромбофлебіт нижніх кінцівок, тромбоз глибоких вен, атеросклероз нижніх кінцівок, облітеруючий ендартеріїт, ураження артерій, ревматичні хвороби (синдром Рейно, системні васкуліти та ін.), цукровий діабет, ускладнений ангіопатією судин ніг. Крім того, реовазографія дає можливість встановити природу гемодинамічних порушень – органічну або функціональну. Обстеження дозволяє з'ясувати, чи обумовлено погіршення характеристик кровотоку анатомічними причинами або спровоковано неправильним способом життя.



Реовазографія обов'язково призначається на підставі суб'єктивних скарг пацієнта на: судоми або набряки ніг, виникнення судинних «зірочок», біль або слабкість при ходьбі, яка виникає і зникає без причини, оніміння, мерзлякуватість, збліднення стоп або кистей, біль в руках при невеликому навантаженні або в спокої. Абсолютних протипоказань для проведення процедури немає, але відносними вважаються: загострення хронічних захворювань, важкі інфекційні хвороби, захворювання, при яких неможливо скасувати антиагреганти, антикоагулянти, гемостатики і препарати, що впливають на тонус судин – психостимулятори, аналептики і ін. [5,8].

Процедура реовазографії передбачає використання спеціальних електродів, виконується при певному температурі (холод в приміщенні сприяє звуженню артерій, а висока температура – розширенню). Частина тіла, яка досліджується знезжирюється спиртом, на шкіру накладається прокладка, змочена розчином хлориду натрію (5-10%), симетрично прикріплюються два металеві електроди, які закріплюються гумовими бинтами.

Механізм дії реовазографії полягає в пропущенні електричного струму через обстежувану частину тіла. Сила імпульсів мінімальна і абсолютно безпечна для людини. Дослідження судин нижніх кінцівок проводять за допомогою високочастотного струму із силою струму до 10 мА. Проходячи через тіло, електроімпульси стикаються з різним опором і створюють коливання напруги, яке фіксується датчиками і передається на реєструючий прилад реографа. Параметри зображення на реовазограмі – кривій лінії, де області зростання і спадання показують приплив і відтік крові.

Розшифровка реовазограми полягає в аналізі індексів, які постійно змінюються в часі: реографічний індекс (його величина відображає наповнюваність судин артеріальною кров'ю і в нормі більша числового значення 0,05, а значення нижче 0,04 говорить про значне зниження кровотоку); індекс еластичності судинної стінки (відноситься до артеріального русла, показник повинен бути понад 0,4 од.); індекс величини відтоку венозної крові (нормальний діапазон – від 0,2 до 0,5 од., якщо цей індекс перевищує 0,5 одиниць, то він свідчить про утруднення венозного відтоку, він важливий в діагностиці хронічної венозної недостатності); індекс периферичного судинного опору (нормальний діапазон значень лежить в діапазоні від 0,2 до 0,45 од.).

Інтерпретація реовазограми буде неповною без виконання проб. Їх призначають, щоб виявити резерви системи кровообігу. Проби бувають зазвичай двох видів: хімічна і фізична. Хімічна, або фармакологічна, лікарська проба – полягає в прийомі нітрогліцерину, з



подальшим записом. Після цього порівнюється запис зі звичайною. При цій пробі в разі спазму судин нітрогліцерин змінює показники гемодинаміки, і реовазограма відрізняється від вихідної. У разі органічного стенозу проба залишається негативною, і крива не змінює свого характеру. Для діагностики варикозного ураження вен набагато важливіша фізична, або компресійна проба. На стегно накладається еластична манжета, при нагнітанні повітря утруднюється відтік венозної крові. Після зняття тиску проводять повторну реовазографію. Час повного відновлення після компресії дозволяє оцінити резерви венозного відтоку [10,11].

Даний діагностичний метод часто використовується в медичній практиці для: реографічного дослідження при оцінці гемодинаміки в ділянці підочної артерії при переломах вилицевого комплексу; реовазографії в басейні сонної артерії, що виявляє порушення кровопостачання тканин головного мозку при нейростоматичних патологічних станах через проблеми в магістральних церебральних артеріях. Вперше проведено порівняння показників регіонарного кровообігу у професійних спортсменів. Встановлено, що особливості м'язової діяльності призводять до достовірних відмінностей у величині часових, амплітудних і інтегральних реовазографічних параметрів стегна чи гомілки [12].

Метод реопневмографії відображає порушення вентиляції та кровотоку у хворих на рак легенів. Це є підставою для широкого використання запальної реопневмографії для визначення функціональної операбельності хворих даної категорії.

Стан регіонарної гемодинаміки та мікроциркуляції в тканинах пародонта при хронічному генералізованому пародонтиті у стадіях загострення у хворих, що страждають на стабільну стенокардію напруги підтверджена зміна показників реопародонтографії з реальним відображенням збільшення реографічного індексу, індексу периферичного опору судинного русла пародонта, зниженням індексу еластичності судин [13]. Реографічні показники свідчили про переважне ускладнення венозного відтоку у пацієнтів з виразкою дванадцятипалої кишки як у каротидному, так і у вертебрально-базиллярному басейнах, підвищення тонуусу артерій усіх калібрів зі зменшенням кровонаповнення у басейні сонної артерії [14].

Список використаних джерел

1. Чалий О.В. та ін. Медична і біологічна фізика: Підручник для студентів вищих медичних закладів освіти III - IV рівнів акредитації. - К.: "ВПОЛ". 1999.-425с.
2. Федів В.І., О.І.Олар, О.Ю.Микитюк, В.Ф.Боечко, В.В.Паладюк. Медична та біологічна фізика, Частина II. Навчальний посібник для студентів I курсу вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації. Чернівці, ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет», 2015. - 263с.



3. Зудов О. Н. Перешкодостійкий кореляційний спосіб вимірювання тиску крові / О. М Зудов, О. Б. Шарпан / Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2000. – № 5. – С. 5-7.
4. Карпович Н.О. Метод і засоби контролю стану серцево-судинної системи людини за реографічними сигналами м.Тернопіль.-2019 Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя(elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/29871/8/mag_Karpovich_N_O_RBm-61.pdf)
5. Батурін А.П., Терещенко М.Ф. Вплив ультразвуку на реографічні показники біологічних тканин під час фізіотерапевтичних процедур. / КПІ Нап. Тех університет.=Прилади - том 29(68) 4.1 № 5 2018 с.33-38
6. Япулин Х.Х. Клінічна реоенцефалографія. Реографічні установки: монографія.1960. С.254-276.
7. Науменко О.І., Скотников В.В. Основи електроплетизмографії. Харків,1975. 214с.
8. Каро К. Механіка кровообігу: монографія / за ред. Регірера С.А., Хаготина В.М. Київ 1981 624 с.
9. Миколаїв Д.В., Смирнова А.В., Бобринський І.Г., Фуднев С.Б. Біоімпедансний аналіз складу тіла людини. Вісник науки. 2009. № 4 с. 34-37
10. Терещенко М.Ф., Кирилова А.В., дослідження впливу ультразвукового сигналу на біологічні структури. Вісник НТУУ “КПІ”. Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2011. – Вип. 41 с.152-161
11. М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, М. В. Чухраєв, А. Ю. Кравченко. Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої. Вісник НТУУ “КПІ”. Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. 2018. Вип.87. С.212-223.
12. Мороз В.М. Обґрунтування використання реовазографії для оцінки периферичної гемодинаміки у спортсменів. / В.М.Мороз, О.П.Сарафінюк // Природничі питання: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (м.Чернівці, 19-22 травня 2016 р). – Чернівці, 2016. – С. 126.
13. Бойченко О.М. Стан мікроциркуляції та регіонарної гемодинаміки тканин пародонта при хронічному генералізованому пародонтиті у хворих на ішемічну хворобу серця / Актуальні проблеми сучасної медицини. Вісник Української медичної стоматологічної академії.-2015.-т.15. № 4(52). - с.5-11.
14. Демидає О.В., Стецюк Р.А., Варенюк В.В. Параклінічні характеристики у пацієнтів з виразкою дванадцятипалої кишки в стадії загострення та ремісії. Гастроентерологія. Укр.мед.часопис. 6(158) - XI / XII 2023. DOI:10.32471/umj.1680-3051.158.248764
15. Реографія: що це, як проводиться, розшифровка результатів. URL: <https://moe-misto.cv.ua/reografiya-shho-ce-yak-provoditsya-rozshifrovka-rezultativ/>.



МІКРОХВИЛЬОВА РЕЗОНАНСНА ТЕРАПІЯ В ЛІКУВАННІ БОЛЬОВОГО СИНДРОМУ В ДІТЕЙ ІЗ ВИРАЗКОЮ ДПК

Сорокман Т.В.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

t.sorokman@gmail.com

За останнє десятиріччя в літературі появились численні повідомлення про ефективне застосування електромагнітного випромінювання надвисокої частоти низької інтенсивності (ЕМВ НВЧ НІ), синонім - мікрохвильова резонансна терапія (МРТ) в лікуванні багатьох захворювань. Метод МРТ є прикладним аспектом унікального феномена резонансної корекції порушень функціональних станів людини при дії через зони акупунктури електромагнітними полями міліметрового діапазону [1] та заснований на особливостях сприйняття організмом людини електромагнітних хвиль надвисокої частоти (НВЧ), довжина яких складає близько 5 мм. Позитивний вплив мікрохвильової резонансної терапії в лікуванні виразкової хвороби (ВХ), очевидно, пов'язаний з дією на різні патогенетичні ланки. Вона відновлює фізіологічну рівновагу процесів збудження та гальмування в структурах центральної нервової системи [2, 3].

Мета дослідження: оцінити ефективність застосування мікрохвильової резонансної терапії в дітей, хворих на виразку дванадцятипалої кишки з вираженим больовим синдромом.

Методи дослідження: обстежено 52 хворих на ВХ дітей віком 6 – 18 років, які були розподілені на дві підгрупи: I – діти із ВХ, які отримували МРТ-терапію в складі базисного лікування (n = 22) та II - діти із ВХ, які отримували тільки базисне лікування (n = 30). Метод МРТ проводився за допомогою апарату „Порог” за двома схемами. Перша схема (загальна) - вплив на точку J2 при фіксованій частоті ММ ЕМВ 53,53 ГГц (5,6 мм) впродовж 20 хв. 10 сеансів. Друга схема (індивідуальна) - МРТ акупунктура. Вибір точки проводили індивідуально на основі скарг пацієнта, анамнезу захворювання, даних об'єктивного дослідження. Найчастіше використовувались наступні точки - RP4 (Гунь сунь), VC13 (Шань Вань), VC15 (Цзю Вей), E22 (Гуань Мень), E45 (Ли Дуй), EG20 (Бай Хуей). Залежно від динаміки патологічного процесу точка могла змінюватися. Тривалість процедури підбиралась індивідуально, залежала від часу появи, наростання та стабілізації сенсорних реакцій і в середньому складала 15-25 хв. Кількість процедур визначалась за часом зникнення суб'єктивних та об'єктивних проявів хвороби (6-10 сеансів).



Результати. Діти, які отримували МРТ за загальною схемою у 63,8% випадків описували виникнення специфічного відчуття (сенсорні реакції) за типом повзання мурах, теплоти або холоду, інколи легке больове відчуття. У 11,1% дітей відчуття були незначними та важко диференційованими. У 25,1% пацієнтів сенсорні реакції взагалі не визначалися. В процесі клінічного спостереження було встановлено, що під впливом МРТ у переважній більшості дітей I підгрупи відбувалась швидка позитивна динаміка основних синдромів захворювання (скорочення терміну суб'єктивних і об'єктивних проявів ВХ шлунка та ДПК).

Вже після перших трьох сеансів МРТ більша частина дітей I підгрупи (57,1%) вказувала на зменшення інтенсивності та частоти болю, 33,9% - на його зникнення. Після закінчення курсу лікування біль ліквідувався у 75,0% дітей I підгрупи.

Порівняльний аналіз динаміки клінічних синдромів у дітей I та II підгруп виявив переважання ефекту застосування поєднаної терапії (медикаментозних середників та МРТ) в частоті ліквідації больового та диспепсичного синдромів в ранні терміни лікування.

Вплив МРТ на етіологічні чинники та основні патогенетичні ланки ВХ відзначався також помітною клінічною ефективністю, зокрема встановлено вкорочення часу зникнення суб'єктивних і об'єктивних проявів ВХ, швидше рубцювання виразкового дефекту, підвищення резистентності СО гастродуоденальної зони, про що свідчить збільшення рівня гастральних муцинів, електрокінетичної активності ядер клітин епітелію пілоричного відділу шлунка.

Висновок. Комплексна терапія зі включенням МРТ забезпечує більш стійкі результати лікування рецидивів захворювання як в ранні, так і в пізні строки спостереження.

Список використаних джерел

1. Krpan D. MBST — Nuclear Magnetic Resonance Therapy in the Treatment of Osteoarthritis, the Long-Term Follow Up — Case Report. Biomed. J. Sci. Tech. Res., 2018; 11(2): 8373–8375. DOI: 10.26717/BJSTR.2018.11.002068.
2. Sorokman Tamila, Moldovan Pavlo. Modulator of the immune system: 1,25(OH)₂D₃. III International Scientific and Practical Conference «Priority directions of science and technology development» 22-24 Nov 2020, Kiev, p.146.
3. Левіс Дж. Виразкова хвороба: сучасне лікування в еру *Helicobacter pylori*. Медицина світу. –2009;1: 17-23.



3D-ДОПЛЕРОГРАФІЯ В ДІАГНОСТИЦІ СИНДРОМУ ПОЛІКІСТОЗНИХ ЯЄЧНИКІВ У ДІВЧАТ-ПІДЛІТКІВ

Сорокман Т.В.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

t.sorokman@gmail.com

Формування синдрому полікістозних яєчників (СПКЯ) та маніфестація його клінічних проявів часто починаються саме у підлітковому віці [1]. Відомо, що пубертатний вік є періодом важливих змін в організмі, зокрема остаточного становлення репродуктивної функції, дітородного прогнозу та фертильності [2, 3].

Ультразвукова діагностика відноситься до однієї з найбільш популярних в медицині технологій. Доплерографія також використовує ультразвукові хвилі, для того, щоб досліджувати судини людського тіла та своєчасно знаходити в них патології та аномалії. Доплерографія (УЗДГ) – це сучасний метод ультразвукової діагностики, що дає змогу оцінити стан судин пацієнта, який базується на так званому «ефекті Доплера».

Мета: оцінити 3d-доплерографічні ознаки в діагностиці синдрому полікістозних яєчників у дівчат-підлітків

Методи. Обстежено 30 дівчат-підлітків із синдромом полікістозних яєчників (СПКЯ) та 30 дівчат-підлітків контрольної групи. З метою підготовки до трансректального (ТР) дослідження внутрішніх статевих органів дівчаткам пропонували дієту, спрямовану на профілактику процесів бродіння в кишківнику, прийом сорбентів (активоване вугілля по 2 пігулки 3 рази на день протягом 1–2 днів) і постановка очисної клізми не менше ніж за 10–12 годин до дослідження. Ехографію виконували на стаціонарному апараті «Aplio 500» (Toshiba Medical Systems Corporation, Японія), оснащеному режимами кольорового доплерівського картування (КДК), енергетичного картування (ЕК), тривимірної ехографії, ангіографії. Використовували датчик внутрішньопорожнинного сканування з можливістю автоматичного збору інформації для здобуття 3Д зображення і діапазоном частот 3,7–9,3 МГц.

Результати. У ході комплексної 3Д ТР ехографії органів малого таза, згідно з даними таблиці, встановлена статистично значуща відмінність між розмірами яєчників у дівчаток із СПКЯ, нормативними й дівчаток контрольної групи.

При мультипланарній реконструкції в зрізах яєчників у дівчаток із СПКЯ, збільшених в



середньому до $17,1 \pm 0,7 \text{ см}^3$ (min – 13 см^3 , max – 25 см^3), налічувалося до 15–18 фолікулів 0 від 5 до 9 мм.

За даними трансректальної 3Д ехографії симетричне збільшення яєчників з різницею в 1–2 см^3 відмічене лише у 21 (26,3%) дівчинки, асиметричне – в 59 (73,7%), причому в 56 (94,9%) з їх числа дійсний об'єм правого ($18,5 \pm 0,5 \text{ см}^3$) був більше лівого ($13,7 \pm 0,5 \text{ см}^3$), в 5 (8,2%) – об'єм лівого ($17,6 \pm 0,8 \text{ см}^3$) був більше правого ($13,5 \pm 0,8 \text{ см}^3$) яєчника на 3 см^3 і більш (у середньому на $4,8 \pm 0,3 \text{ см}^3$).

У контрольній групі розміри яєчників були порівняними з даними літератури, середній об'єм органів становив $6,6 \pm 0,5 \text{ см}^3$ і не перевершував допустимі розміри для підлітків при ТР дослідженні.

Використовуючи можливості 3Д-ехографії ділянки гіперехогенної строми яєчників, удалося візуалізувати лише у 18 (22,5%) пацієнток. У 48 (60,0%) підлітків з СПКЯ нерівні контури фолікулів мали підвищену ехогенність, а самі фолікули в 36 (45,0%) утворювали групи без видимого «лідера».

Висновок. Основними ознаками СПКЯ при застосуванні 3Д-ехографії є: трикратне асиметричне збільшення об'єму яєчників, гіперваскуляризація строми зі збільшенням максимальної артеріальної швидкості та індексу резистентності, асиметричне двостороннє збільшення об'єму яєчників (понад 15 см^3) і кількості фолікулів у зрізі гіперваскуляризованої ізехогенної строми (понад 15).

Список використаних джерел

1. Witchel SF, Oberfield S, Rosenfield RL, Codner E, Bonny A, Ibanez L, et al. The diagnosis of polycystic ovary syndrome during adolescence. *Hormone Res Paed.* 2015;83(6): 376-89. doi: 10.1159/000375530.
2. Ibanez L, Oberfield SE, Witchel S, Auchus RJ, Chang RJ, Codner E, et al. An international consortium update: pathophysiology, diagnosis, and treatment of polycystic ovarian syndrome in adolescence. *Hormone Res Paed.* 2017;88(6):371-95. doi: 10.1159/000479371.
3. Teede HJ, Misso ML, Costello MF, Dokras A, Laven J, Moran L, et al. Recommendations from the international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *Hum Reprod.* 2018;33(9):1602-18. doi: 10.1093/humrep/dey256.



СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ В УРГЕНТНІЙ ХІРУРГІЇ ДИТЯЧОГО ВІКУ ЯК РЕЗУЛЬТАТ РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧИХ ТА ТЕХНІЧНИХ НАУК

Стецкевич А.П., Ференчук Є.О.

КНП Коростенська центральна міська лікарня, Коростень

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

ferenchuck.elena@bsmu.edu.ua

За останні десятиріччя поєднання наукових досягнень із галузей природничих і технічних наук із інноваціями та потребами в медицині зумовило стрімкий прогрес у медичній практиці, хірургічних техніках, технологіях і протоколах догляду за пацієнтами. Ургентна хірургія дитячого віку як найбільш складна галузь медицини, що потребує особливо точних методів діагностики, щорічно досягає нових успіхів завдяки впровадженню сучасних діагностичних та хірургічних маніпуляцій. Революційні досягнення комп'ютерних технологій дозволили створити високоінформативні діагностичні методики, чим принципово змінили та вдосконалили хірургічні методи, пропонуючи мінімально інвазивні альтернативи традиційним відкритим операціям, що особливо важливо для пацієнтів відділу хірургії дитячого віку: зменшення травматизму, мінімальна кількість рубців, коротші терміни перебування в лікарні і швидше повернення дітей до активного способу життя.

З появою електронних відеоскопів, невеликих інструментів і інсуфляторів, придатних для дітей, у педіатричній практиці почала набувати поширення мініінвазивна хірургія (МІХ). Популярність використання мініінвазивних технік у дитячій хірургії протягом останніх років тісно пов'язана із створенням високоскладного технологічного обладнання та вдосконаленням інструментів, розроблених таким чином, щоб створити безпечний доступ до маленької анатомічної порожнини дитини, забезпечити підтримку належного робочого простору і можливостей виконувати операцію з такою ж або вищою ефективністю, як і під час відкритих операцій [1].

Лапароскопія як метод МІХ використовується не лише для планових чи екстрених оперативних втручань на органах черевної порожнини та малого тазу, а й для діагностики складних випадків, коли інші методи є недостатньо інформативними. Ця методика змінила багато рутинних хірургічних процедур у педіатрії, таких як апендектомія. Найбільш сучасним методом є лапароскопія через природні отвори або за допомогою гнучких лапароскопів та маніпуляторів, коли хірургічна операція виконується через один доступ. Метод сприяє швидшому одужанню, зменшенню післяопераційного болю та меншому системному стресу



порівняно з відкритою хірургією. З розвитком природничих та технічних наук покращилися методи дисекції тканин та виконання більш якісного гемостазу за допомогою ультразвукових ножиць, що дозволяє коагулювати судини до 5 мм в діаметрі; використовуються лінійні зшивальні апарати із судинною зшивальною касетою, накладаються циркулярні та лінійні анастомози за допомогою зшивальних апаратів, використовуються герметизуючі субстанції та гемостатичні матеріали тощо. Сьогодні активно вивчаються рідинні агенти (розчини ікодекстрина, препарати гіалуронової кислоти) для запобігання спайок після лапароскопії [2].

Протягом останнього десятиліття торакаскопична хірургія є найкращим хірургічним підходом для різних ургентних станів новонароджених і немовлят порівняно зі стандартною торакотомією. Торакаскопія показує успішні результати при резекції легень, біопсії або резекції пухлин середостіння, корекції діафрагмальних гриж тощо. Нові методи та пристрої, осучаснені набори необхідних інструментів, дозволяють вдосконалювати техніку більшості лапароскопічних, торакаскопичних та ендоскопічних операцій, об'єктивно оцінювати показання та протипоказання, проводити детальні передопераційні обстеження, та сприяють розробці ще менш інвазивних процедур. І одним із найбільш вражаючих інноваційних досягнень МІХ є інтеграція робототехніки: роботизовані хірургічні системи в делікатній галузі дитячої хірургії надають підвищену точність та контроль [3].

Дві найважливіші технології візуалізації, які з'явилися в хірургії дитячого віку завдяки розвитку техніки та комп'ютерних наук, і суттєво вплинули на точність операцій: магнітно-резонансна томографія (забезпечує якісне зображення м'яких тканин і органів без використання іонізуючого випромінювання, що знижує ризик для дітей) і комп'ютерна томографія для створення детальних зображень внутрішніх структур тіла, і є особливо корисною для діагностики дитячих політравм, переломів та вроджених аномалій.

Інтеграція передових технологій та здобутків природничих наук із хірургічним досвідом дозволяє вдосконалювати підходи у діагностиці і лікуванні, а отже, досягати успіхів у збереженні та відновленні здоров'я найуразливіших пацієнтів – дітей.

Список використаних джерел

1. Meinzer A, Alkatout I, Krebs TF, Bastrup J, Reischig K, Meiksans R, Bergholz R. Advances and Trends in Pediatric Minimally Invasive Surgery. J Clin Med. 2020 [цитовано 03 черв. 2024]; 10;9(12):3999. doi: 10.3390/jcm9123999.
2. M, Bellur K, Starnes SL, Schulz MJ. Scaling a Hydraulic Motor for Minimally Invasive Medical Devices. Micromachines (Basel). 2024 [цитовано 04 черв. 2024]; Jan 12;15(1):131. doi: 10.3390/mi15010131.
3. Iacob ER, Iacob R, Ghenciu LA, Popoiu TA, Stoicescu ER, Popoiu CM. Small Scale, High Precision: Robotic Surgery in Neonatal and Pediatric Patients-A Narrative Review. Children (Basel). Feb 21 2024 [цитовано 06 черв. 2024];11(3):270. doi: 10.3390/children11030270.



СИНДРОМ ІГЛА-СТЕРЛІНГА – ДОВГИЙ ШЛЯХ ДО ПОСТАНОВКИ ДІАГНОЗУ: КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК

Тинітовська О.І., Лучків Т.В., Думич А.Я., Новоставська А.І., Сайко І.В.

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

o.i.tynitovska@gmail.com

Синдром Ігла-Стерлінга - це патологія, для якої характерна зміна положення, форми та розмірів шилоподібного відростка, що відходить від скроневої кістки, а також деформація шило-під'язикової зв'язки. Основними причинами захворювання є подовження шилоподібного відростка, а також окостеніння шило-під'язикової зв'язки, спазм м'язів, що прикріплюються до шилоподібного відростка. Напруга м'язової мускулатури може бути зумовлена різким позіханням, тривалим відкриванням рота (при проведенні стоматологічного лікування) тощо.

Діагностика і встановлення діагнозу - Синдрому Ігла-Стерлінга часто викликає труднощі, що зумовлено широким спектром його клінічних проявів, а середня тривалість захворювання до встановлення правильного діагнозу, може тривати роки.

Дані пацієнти звертаються до сімейного лікаря, отоларинголога, стоматолога, невропатолога, хірурга, онколога. Найчастіше їм виставляють діагноз: хронічний отит, хронічний тонзиліт, невралгія трійчастого нерва, артрозо-артрит скронево-нижньощелепного суглоба тощо.

Метою даної роботи є провести аналіз клінічного випадку – скоротити довгий шлях до постановки діагнозу та підбору ефективного лікування.

Пацієнтка Н., 42 роки звернулася із скаргами на часті болі в горлі, з правого боку, що посилюється при ковтанні, повороті голови, є постійне відчуття стороннього тіла в горлі, біль інколи може віддавати у вухо, нижню щелепу, щоку, є відчуття стаху на злоякісне новоутворення. Температура тіла – норма. Зі слів пацієнтки дані симптоми вона спостерігає 2 роки й впродовж цього часу лікувалася з діагнозами: середній отит, хронічний тонзиліт, невралгія трійчастого нерва. Проте, навіть після лікування скарги залишалися. При огляді глотки, гортані, носа та вух не було виявлено ніяких особливостей. Однак при пальпації було виявлено, що коли пальпуючий палець у тонзиллярній ямці чи в ділянці ший - зустрічає перешкоду кісткової щільності й при цьому виникає біль. При проведенні загального аналізу крові всі показники були в межах норми.



Пацієнтку було скеровано на УЗД судин шиї та комп'ютерну томографію (КТ) шиї, скроневих кісток. На КТ було виявлено подовження шиловидного відростка до 56 мм і виражений кут медіального нахилу. Діагностований шилоподібно-глотковий тип синдрому Ігла.

Враховуючи неефективність попередньо проведеного консервативного лікування, яке приймали раніше – пацієнтку було скеровано на консультацію до щелепно-лицевого хірурга, після чого запропоноване хірургічне лікування. Хірургічне видалення шилоподібного відростка скроневої кістки (враховуючи анатомічних особливостей шилоподібного відростка) здійснювалось зовнішнім доступом по передньому краю кивального м'яза. Після проведеного лікування пацієнтка спостерігала зникнення больового синдрому вже через 2 тижні після оперативного лікування та надалі при планових оглядах через 3 і 6 місяців після лікування.

Отже, Синдром Ігла-Стерлінга – це доволі рідкісна патологія, але про неї слід пам'ятати, оскільки, болі в горлі, вусі та іррадіація його в прилеглі структури може бути як наслідок анатомічних особливостей будови, а не гострої чи хронічної захворюваності.

У даному клінічному випадку комп'ютерна томографія скроневої кістки була основним і найінформативнішим методом діагностики, адже вона надала вичерпні дані про причину скарг пацієнтки та дозволила підібрати ефективне лікування, після якого у пацієнтки настало швидке одужання. Тому при наявності схожих скарг пацієнтів слід використовувати даний метод діагностики для швидкої верифікації діагнозу.

КЛІНІЧНІ АСПЕКТИ ТА ДІАГНОСТИКА ГІПЕРТРОФІЇ МИГДАЛИКІВ ЛІМФАДЕНОЇДНОГО ГЛОТКОВОГО КІЛЬЦЯ У ДОРΟΣЛИХ

Тинітовська О.І., Семен А.І., Польова М.М., Магула Л.Є.

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів.

o.i.tynitovska@gmail.com

Гіпертрофія мигдаликів кільця Пирогова-Вальдейера у дорослих діагностується рідко, найчастіше вона спостерігається у дітей віком до 15 років. Клінічна картина даного стану мигдаликів у дорослих і дітей значно відрізняється, а скарги дорослих пацієнтів є менш вираженими. Проте, слід пам'ятати про гіпертрофію мигдаликів у дорослих пацієнтів для правильної диференційної діагностики та вибору лікувальної тактики.



Найчастішими скаргами пацієнтів з гіпертрофією мигдаликів є: утруднене носове дихання, постназальне стікання слизу, часті синусити та тонзиліти, біль в горлі, обструкцію Євстахієвих труб, хронічний кашель, хрипіння, нічні апное. Проте рідко спостерігаються характерні симптоми як у дітей: аденоїдний тип обличчя, поганий прикус, гугнявість, нічний енурез.

Причинами гіпертрофії мигдаликів лімфоглоткового кільця можуть бути: гостра чи хронічна інфекція (як вірусна, так і бактерійна), анатомічні особливості будови ЛОР-органів, алергія, хвороби шлунково-кишкового тракту, ендокринні порушення, виробничий фактор (умови праці), спадковість, шкідливі звички (паління тощо), гіповітаміноз та інші фактори, які знижують захисні властивості організму, а також необхідно обов'язково виключити наявність пухлинного процесу.

Для діагностики гіпертрофії мигдаликів лімфоглоткового кільця необхідно ретельного з'ясувати скарги, зібрати анамнез захворювання та життя пацієнта, провести інструментальний огляд. Сьогодні, використання ендоскопічного обстеження ЛОР-органів за допомогою ендоскопів різних діаметрів та кутів огляду – дозволяє детально оцінити стан структур ЛОР-органів, без болючих та травматичних відчуттів для пацієнта. При потребі роблять: лабораторні обстеження (ЗАК, мікробіологічне дослідження мазків із зіву та носа, цитологічне дослідження носового секрету, алергологічні обстеження тощо), біопсію підозрілих тканин чи консультацію суміжних спеціалістів: ревматолога, уролога, кардіолога, алерголога.

Слід пам'ятати, що гіпертрофія мигдаликів лімфаденоїдного глоткового кільця у дорослих рідко потребує хірургічного лікування, але якщо є покази, супутні причини та неефективність консервативного лікування, то лікар може вибрати даний метод. При виборі хірургічного методу лікування лікар зобов'язаний передати післяопераційний матеріал для наступного гістологічного дослідження.

Отже, гіпертрофія мигдаликів у дорослих є рідкісним станом, а скарги пацієнтів є менш виражені ніж у дітей і як правило поєднуються з іншими хворобами. Ендоскопія є одним з найінформативніших методів діагностики сучасного ЛОР-лікаря, яке дозволяє швидко та якісно оцінити стан структур лімфаденоїдного глоткового кільця під різним кутом без болю та травматичних відчуттів для пацієнта та підібрати ефективне лікування.



КВАНТОВІ ТОЧКИ: ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В НАНОМЕДИЦИНІ

Федів В.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

fediv.volodymyr@bsmu.edu.ua

У сучасній медицині нанотехнології та наночастинки використовуються для діагностики, профілактики та лікування хвороб, що сприяло появі нового напрямку у медицині - наномедицини. У медицині використовується багато різних типів наноматеріалів, які потенційно можуть бути використані в наномедицині. В даному огляді узагальнено досягнення та перспективи застосування квантових точок (КТ) в наномедицині.

Зокрема,

- виділено очевидні особливості КТ (співвідношення між розмірами та відносним вмістом поверхневих атомів, існування квантово-розмірного ефекту, методи синтезу та стабілізації КТ, загальні фактори, які впливають на властивості наносистем на основі КТ)
- вказано загальні вимоги, щодо використання КТ в медицині;
- стратегії отримання КТ в біорідинах та роль поверхневої модифікації (пасивація поверхні, адсорбція, функціоналізація, солюбілізація, біокон'югація);
- стратегії доставки КТ до клітин та в клітину ;
- використання КТ як засобу візуалізації іонів, окремих молекул, клітинних структур і рецепторів, окремих клітин та тканин;
- особливості КТ як мультимодальних зондів для візуалізації;
- багатофункціональність КТ як елементів тераностичних платформ (поєднання агента візуалізації КТ із терапевтичним агентом, використання КТ у вивченні вивільнення ліків, КТ як сенсори для фотодинамічної терапії, використання люмінесцентних КТ для ініціювання біологічних функцій тощо);
- використання КТ як частини датчиків без функції агента візуалізації;
- підкреслено основні проблеми щодо потенційної токсичності КТ;
- показано перспективи КТ як флуоресцентних датчиків величини біопотенціала клітини, як барвників для збереження інформації під шкірою пацієнта про вакцинацію, як нові зонди для імітації поведінки коронавірусу та його виявлення.

Отже, КТ є привабливими та перспективними матеріалами для розвитку діагностичних та лікувальних методів у медицині.



THE EFFECT OF PHOTOPERIOD ON THE MORPHOFUNCTIONAL STATE OF RAT HYPOTHALAMIC LARGE CELL NEURONS

Fedoriak I.V. , Bulyk R.Ye. , Smetaniuk O.V.

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

biology@bsmu.edu.ua

Many physiological and behavioral processes manifest circadian rhythms generated by internal chronometric systems, biological clocks. The supraoptic and paraventricular nuclei of the hypothalamus are key neurosecretory links that ensure the integration of nervous and endocrine regulatory mechanisms into the general neuroendocrine system, thereby participating in the implementation of the body's response to experimental effects. Despite detailed and comprehensive studies of the hypothalamus, there is still no consensus on its individual reactivity and the degree of involvement of cellular structures in the stress response induced by prolonged exposure of animals to constant darkness (light deprivation).

The aim of the study was to determine the effect of light deprivation on the morphological and functional state of the supervisory nuclei of the rat hypothalamus. Experimental animals were divided into 2 study series, in which biomaterial was collected at 2 p.m. and 2 a.m., respectively. Animals of the 1st series (intact) were kept for 14 days under normal light conditions (light from 8 a.m. to 8 p.m., illumination by fluorescent lamps at the level of the cages 500 lux). The rats of the 2nd series were kept in conditions of constant darkness - light deprivation (modelling of pineal hyperfunction) for 14 days.

The study of the morphometric characteristics of the neurons of the hypothalamic supervisory nuclei revealed the daily dynamics of the indicators. Under the standard light regime in rats, a diurnal rhythm of morphological and functional activity of supervisory neurons was recorded, with a maximum activity in the daytime (up to 2 p.m.).

It is known that among the external geophysical factors, the most significant influence on the functioning of the circadian pacemaker is exerted by illumination. When animals are kept in constant darkness at 2 p.m., the area of the neuron of the hypothalamic supervisory nuclei is close to the same value in intact rats. At the same time, we found an increase in the size of its nucleus by 21.2%. Changes in the size of the nucleus were caused by an increase in the area of the neuronal nucleus, which amounted to $63.18 \pm 7.21 \mu\text{m}^2$ and was significantly larger than that in intact rats. At 2 p.m., light deprivation caused a significant decrease in RNA concentration in the nucleus by 35.4%



and in the nucleolus by 26.7%, while the amount of RNA in the cytoplasm remained at the level of intact animals.

Keeping the animals in constant darkness also caused pronounced changes in the morphofunctional state of the neurons of the hypothalamic supervisory nuclei at 2 a.m. Thus, the area of the neuronal nucleus was $100.3 \pm 5.58 \mu\text{m}^2$ and was significantly larger than that of intact animals. These changes were accompanied by an increase in the area of the nucleus, which was $49.9 \pm 7.03 \mu\text{m}^2$ ($r=0.85$), and the area of the neuronal cytoplasm, which was $221.9 \pm 7.34 \mu\text{m}^2$ ($r=0.93$). We note a significant increase in the concentration of RNA in the nucleus, nucleus and cytoplasm of neurons of the hypothalamic supervisory nuclei compared to the animals of the previous time interval, which were kept in constant darkness. In this daily interval, the concentration of nucleic acid in the nucleus of the studied structures was lower and in the cytoplasm higher than in intact animals of the same time interval.

Conclusions. 1. The duration of the photoperiod significantly affects the daily activity of the hypothalamic supervisory nuclei. 2. Constant darkness (light deprivation) does not cause an inversion of the rhythm of morphofunctional activity of the studied neurons, the maximum values, as in intact animals, fall on the daytime. 3. Light deprivation causes a significant increase in the area of the neuron, its nucleus and nucleoli during the night and day periods of observation. At the same time there is a decrease in the nuclear-cytoplasmic ratio, a decrease in the concentration of RNA in the nucleus and the nucleolus of the neuron of the supervisory nuclei of the rat hypothalamus during the day.

ФЕНОМЕН НЕЙРОПЛАСТИЧНОСТІ В МЕДИЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПІСЛЯІНСУЛЬТНИХ ХВОРИХ

Фотан М.М., Михайлюк М.М.

Міжнародний Європейський Університет, м. Київ

mykhailofotan@ie.u.edu.ua, mykhailiukmykhailo@ie.u.edu.ua

Нині інсульт залишається основною причинною інвалідизації хворих, і лише 15-20% особин, що вижили, можуть повернутися до колишньої роботи та звичного способу життя. Майже щороку у світі реєструють 16 млн випадків інсульту, що сталися вперше (Wissel et al., 2013). Навіть в розвинених країнах з високим рівнем медицини інсульт займає 3-тє місце



по захворюваності та смертності (Riley et al.,2011). І чим раніше розпочнуться реабілітаційні заходи, тим більша ймовірність відновлення хворого.

В останні десятиліття дослідження багатьох вчених в царині нейробіології та фізіології докорінно змінили нашу уяву про мозок. Раніше вчені вважали, що ми народжуємося з мільярдами нейронів, які поступово відмирають з часом і віком, та не відтворюються поділом. Насправді ж ми народжуємося і вмираємо з мільйонами несформованих стовбурових клітин в нашому мозку, які могли б стати нейронами.

Відкриття феномену нейропластичності значно доповнило дані про механізми нервової системи до зцілення. Нейропластичність або пластичність мозку (НП) – це фундаментальна адаптивна здатність нервової системи, що виникає під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів та реалізовується через структурно-функціональні перебудови.

НП є відкриттям останніх років та трендом сучасної нейробіології, психології, фізіології та реабілітаційної терапії. Саме нейропластичність лежить в основі післяінсультної реабілітації хворих. Вона активує адаптаційно-компенсаторні механізми та можливість відновлення втраченої організмом функції після хвороби.

НП є наріжним каменем нейрореабілітації (досить молоді науки, що поєднує в собі знання нейробіології, фізіології та різних методів фізіотерапії), яка посилює адаптацію та реорганізацію структур кори головного мозку. Феномен НП є основою для фізичної реабілітації ряду неврологічних хвороб: інсульту, травм головного та спинного мозку.

НП проявляється у розвитку адаптаційно-компенсаторних механізмів та запуску процесів саногенезу. Так, зокрема, якщо людина втратила зір, у неї загострюється слух. Мозок створює нові нейронні шляхи й мережі, коли людина систематично вивчає щось нове й отримує новий життєвий досвід (на кшталт того, як у траві утворюється нова стежка, якщо нею пройти безліч разів). Пошкодження, що виникають в ЦНС активують процеси нейропластичності, а застосування реабілітаційних методів сприяє компенсації порушень.

Вчені виділяють декілька типів НП: первинна – це процеси ремоделювання синаптичних зв'язків, спрямованих на оптимізацію функціонування нейронних мереж у процесах філо- й онтогенезу; вторинна – компенсаторна функціональна активність мозку при церебральному ушкодженні, що супроводжується порушенням функції. Вторинна НП може бути розділена на адаптивну (має позитивний ефект) і дезадаптивну (негативний ефект) [1,2]. Також НП може бути короткочасною (виникає швидко та тимчасово, на декілька секунд чи хвилин у відповідь на зміни пресинаптичної активності) та довгостроковою (виникає у



відповідь на повторну або тривалу стимуляцію синапсу). Довгострокова НП формується впродовж годин і зберігається досить тривалий час, оскільки торкається морфоструктурних та функціональних змін синапсів [3].

Проте різні відділи ЦНС мають власний нейропластичний потенціал. Найвищий адаптаційний ресурс відзначають у корі головного мозку, що пов'язано з різноманіттям її клітинних елементів, наявністю паралельних, реципрокних зв'язків і зон перекриття, що дозволяє використовувати і формувати додаткові шляхи передачі сигналів. Ба більше надактивна стимуляція в умовах нейрореабілітаційного процесу в низці випадків (в гострому періоді інсульту) може призвести до негативних наслідків – затримки відновлення рухових функцій і збільшення вогнища ішемії [4].

Аеробні навантаження з фізичною активністю є «золотим стандартом» рухової реабілітації після перенесеного інсульту, що активують процеси нейропластичності. Для відновлення рухових функцій вражених кінцівок застосовують спеціальні реабілітаційні програми, серед яких найбільш ефективними є методи фізичної активності з контролем зворотнього біологічного зв'язку.

Систематична практика нових занять, повторювання фізичних вправ, читання та активне навчання викликає зміни мозку, створення нових зв'язків між мільярдами клітин і вироблення сенсорно-моторних карт для кожної нової діяльності (клітини змінюють свою морфоструктуру, зростають, з'єднуються між собою, формуючи нові нейронні зв'язки).

Отже, нейропластичність можна використовувати цілеспрямовано: запускати процеси саногенезу, долати стрес і травми мозку, створювати нові нейронні шляхи, впроваджуючи корисні та позитивні для життя звички.

Список використаних джерел

1. Hegde A.N. Proteolysis, synaptic plasticity and memory / A.N. Hegde // Neurobiol. Learn. Mem. – 2016. – Vol.7. – P. 11-18.
2. Hübener M. Neuronal plasticity: beyond the critical period / M. Hübener, T. Bonhoeffer // Cell. – 2014. – Vol. 159, N 4. – P. 727-737.
3. Neuroplasticity as a function of second language learning: anatomical changes in the human brain / P. Li [et al.] // Cortex. – 2014. – Vol. 58. – P. 301-324.
4. Матвієнко Ю., Бабляк С. Післяінсультна реабілітація: роль нейропластичності // Журнал «Медицина світу» (електронний ресурс), режим доступу: <http://msvitu.com/archive/2020/january/article-4.php?print=1>.



ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОЗИТРОННОЇ ЕМІСІЙНОЇ ТОМОГРАФІЇ: ГРАНИЦІ ЗАСТОСУВАННЯ ФОРМУЛИ $E = mc^2$ В СПЕЦІАЛЬНІЙ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ ТА ХИБНІСТЬ ПОНЯТТЯ РЕЛЯТИВІСТСЬКОЇ МАСИ, ЯКА ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ШВИДКОСТІ

Чалий О.В.

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

avchalyi7@gmail.com

Анотація: Дана стаття присвячена викладанню актуальної наукової та навчально-методичної проблеми дисципліни «Медична та біологічна фізика» (зокрема, діагностичного методу позитронної емісійної томографії). Її мета стосується з'ясування границь використання знаменитої формули Ейнштейна $E=mc^2$ спеціальної теорії відносності (СТВ) і обговорення питання щодо хибності поняття релятивістської маси, яка залежить від швидкості руху тіла. Для досягнення цієї мети була використана більш загальна формула СТВ, яка визначає зв'язок між енергією E , масою m та імпульсом \vec{P} , а також перетворення Лоренця для 4-вимірного вектора енергії-імпульсу. Важливими наслідками застосування такого послідовного підходу є наступні результати: 1) формула Ейнштейна $E=mc^2$ виявляється справедливою лише для стану спокою тіла і характеризує лише еквівалентність енергії спокою і маси спокою тіла; 2) іншої маси, окрім маси спокою тіла, не існує, тобто не існує в тому числі й релятивістської маси в СТВ, яка залежить від швидкості руху тіла.

Ключові слова: формула Ейнштейна еквівалентності енергії спокою та маси спокою; загальна формула для енергії та маси з урахуванням імпульсу тіла; перетворення Лоренця; хибність поняття релятивістської маси, що залежить від швидкості.

«Фізика – це закон, а все інше це рекомендації»

Ілон Маск (Lex Fridman Podcast, 9 Nov 2023)

1. Вступ

Якось нещодавно один із найкреативніших людей сучасності Ілон Маск сказав ті слова, які обрані в якості епіграфа до цієї статті. Розуміння основних законів природи може змінюватися з часом у зв'язку з прогресом наукових досліджень. В цій публікації, яка носить скоріше за все навчально-методичний характер, мова йтиметься про знамениту формулу Альберта Ейнштейна



$$E=mc^2, \quad (1)$$

де E – енергія тіла, що має масу m , а c – швидкість світла у вакуумі.

Формула (1) представляє собою по суті закон еквівалентності енергії та маси в спеціальній теорії відносності (СТВ). Зрозуміло, що правильне розуміння цього закону є принциповим не тільки в методичному аспекті для викладачів медичної фізики. Через популярність формули (1), її правильне розуміння є важливим, на мою думку, і для значно ширшого кола людей, починаючи від студентів (у тому числі медичних закладів освіти) та закінчуючи всіма тими, хто цікавиться сучасними досягненнями фізики. Зокрема, цікавиться такою проблемою як закон збереження маси в одному з сучасних методів медичної діагностики, яким є позитронна емісійна томографія (ПЕТ) (див., наприклад, підручник [1]).

Зупинимося коротко на історії появи формули (1). Вперше формулювання закону еквівалентності енергії та маси з'являється в короткій статті Альберта Ейнштейна «Чи залежить інерція тіла від енергії, що міститься в ньому?», яка була надрукована в німецькому науковому журналі «Annalen der Physik» у 1905 році [2]. Цікаво підкреслити, що сама формула (1) була відсутня в цій статті Альберта Ейнштейна, але її формулювання було представлено безпосередньо такими словами, які були повністю еквівалентними формулі (1) (в українському перекладі та зі збереженням позначень, котрі були використані в цій статті): *«Маса тіла є міра енергії, яка міститься в ньому; якщо енергія змінюється на величину L , то маса змінюється відповідно на величину $L / 9 \cdot 10^{20}$, причому тут енергія вимірюється в ергах, а маса – в грамах».*

Зрозуміло, що мова в статті Ейнштейна [2] йде про використання системи одиниць СГСЕ, тобто системи, в якій в якості одиниць довжини, маси, часу та енергії обираються відповідно сантиметр, грам, секунда та ерг. Нагадаємо, що в системі СГСЕ швидкість світла у вакуумі дорівнює $c = 3 \cdot 10^{10}$ см/с, а між одиницями енергії в системах СГСЕ та СІ існує такий зв'язок: 1 ерг = 10^{-7} Джоуля, оскільки одиниці сили в цих системах (1 діна в системі СГСЕ та 1 Ньютон в системі СІ) пов'язані між собою таким співвідношенням: 1 діна = 10^{-5} Н.

2. Перетворення Лоренця для 4-вимірної системи координат і часу, а також для 4-вимірного вектора імпульсу і енергії

Як відомо, в основі СТВ лежать наступні формули перетворень Г.А. Лоренця [3] для координат x , y , z і часу t при переході від однієї інерціальної системи до іншої інерціальної системи, яка рухається з постійною швидкістю V відносно першої системи вздовж x -осі:



$$x \rightarrow \frac{x' + Vt'}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, \quad (2)$$

$$y \leftarrow y' \quad (3)$$

$$z \rightarrow z', \quad (4)$$

$$t \rightarrow \frac{t' + (V/c^2)x'}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}. \quad (5)$$

Тут формули (2) – (5) перетворень Лоренця записані в позначеннях, які були використані в класичних підручниках з теоретичної фізики Ландау і Ліфшиця [4, 5]. Зауважимо, що саме Лоренц разом з Фітцджеральдом отримали формулу для скорочення довжини під час руху тіла зі швидкістю $V \rightarrow c$.

Наступним важливим кроком в СТВ виявилось використання Ейнштейном в статті [6] перетворень Лоренця для наступного запису 4-вимірного вектора енергії-імпульсу у повній відповідності до формул (2)-(5):

$$p_x \rightarrow \frac{p'_x + (V/c^2)E'}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, \quad (6)$$

$$p_y \rightarrow p'_y, \quad (7)$$

$$p_z \rightarrow p'_z, \quad (8)$$

$$E \rightarrow \frac{E' + Vp'_x}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}. \quad (9)$$

Таким чином, перетворення компонентів імпульсу еквівалентно перетворенню просторових координат, а перетворення енергії еквівалентно перетворенню часу.

3. Формула зв'язку між енергією, масою та імпульсом тіла, яке рухається зі швидкістю v

В цьому параграфі мова йтиметься про, на мою думку, найважливішу формулу теорії відносності, яка описує зв'язок між енергією E , масою m та імпульсом \vec{p} тіла, яке рухається зі швидкістю v . Ця формула має наступний вигляд:

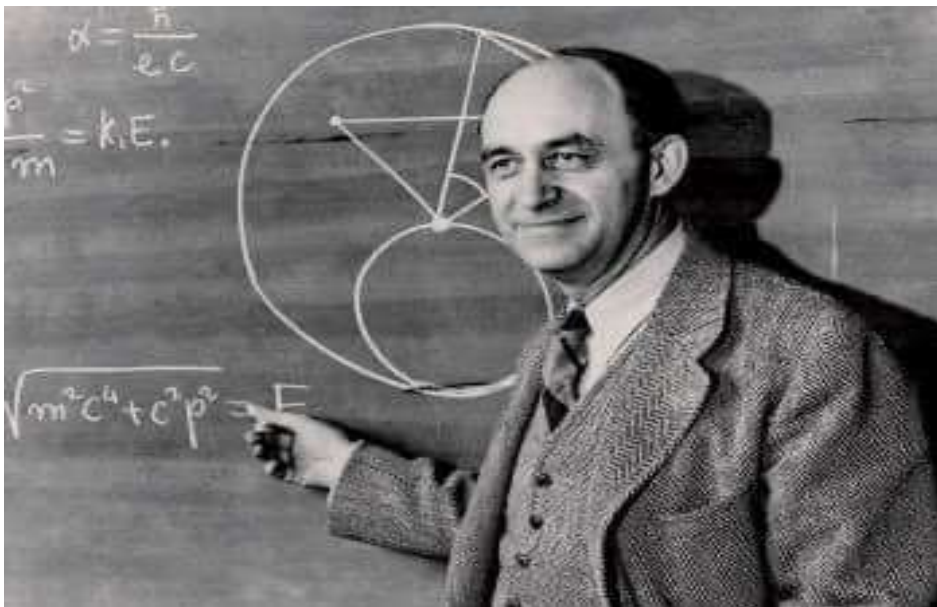
$$E^2 = m^2c^4 + p^2c^2 \quad (10)$$

Виведення цієї формули можна знайти, наприклад, в підручниках Ландау і Ліфшиця [4, 5]. Слід зазначити, що Альберт Ейнштейн у своїх працях про зв'язок енергії та маси не використовував формулу (10) (див. оглядову статтю [7] і відповідні посилання в ній).

Дуже виразною, на погляд автора цієї статті, є наведена нижче фотографія: На цій фотографії великий італійський фізик Енріко Фермі (1901-1954), лауреат Нобелівської премії з фізики за 1938 рік, вказує саме на визначну формулу (10) спеціальної теорії відносності. Зазначена формула, без всякого сумніву, є важливішою за широко відому формулу Ейнштейна (1) спеціальної теорії відносності $E=mc^2$ для зв'язку енергії та маси. Очевидною причиною справедливості такого твердження є той факт, що формула (1) є частинним випадком як формули (10), так і тотожної до (10) формули, яка написана на дошці. Дійсно, формула Ейнштейна (1) отримується з формули (10) тільки за умови, що імпульс тіла $\vec{p} = 0$, тобто швидкість руху тіла $\vec{v} = 0$.

Іншими словами, це означає, що **знаменита формула Альберта Ейнштейна $E=mc^2$ характеризує зв'язок лише енергії спокою тіла і маси спокою m** . За відсутності стану спокою зв'язок енергії, маси та імпульсу тіла, що рухається, описується не виразом (1), а більш загальною (і єдино правильною для тіла, що рухається) формулою (10).

На закінчення цього параграфа слід підкреслити, що зазначені вище висновки були сформульовані в [7], де вказані також більш ранні посилання. Надалі цій темі була присвячена детальна оглядова стаття [8], а також публікації [9, 10].



Фотографія лауреата Нобелівської премії з фізики Енріко Фермі, який підкреслює роль формули (10) для зв'язку енергії, маси та імпульсу, котра в стані спокою дає формулу (1).

4. Хибність поняття релятивістської маси тіла, яка залежить від швидкості

В цьому параграфі з використанням результатів, які містяться в підручниках Ландау і Ліфшиця для отримання формули (10), виявиться, що ніякої іншої маси, крім маси спокою, не існує. Зокрема, *не існує так званої релятивістської маси, яка залежить від швидкості руху тіла.*

Для доведення цих тверджень скористуємося наступним зв'язком енергії E тіла, що рухається, з функцією Лагранжа L та векторами імпульсу \vec{p} і швидкості \vec{v} цього тіла [4, 5]:

$$E = \vec{p}\vec{v} - L. \quad (11)$$

Далі підставимо в формулу (11) відомі вирази для функції Лагранжа

$$L = -mc^2 \sqrt{1 - v^2/c^2}, \quad (12)$$

та імпульсу \vec{p} тіла

$$\vec{p} = m\vec{v} / \sqrt{1 - v^2/c^2}, \quad (13)$$

В результаті отримуємо наступний вираз для повної енергії E тіла в теорії відносності, яке рухається зі швидкістю \vec{v} :

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}. \quad (14)$$

З формули (14) ще раз випливає, що формула (1) відповідає лише стану спокою, коли швидкість руху тіла обертається в нуль ($\vec{v} = 0$).

Виконуючи деякі прості алгебраїчні перетворення в формулах (13) і (14), отримуємо шукану формулу (10) для зв'язку енергії, маси та імпульсу, яку можна переписати в такій еквівалентній формі:

$$m^2 = \frac{E^2}{c^4} - \frac{p^2}{c^2} \quad (15)$$

Легко перевірити, що підстановка в (15) формул (13) і (14) для імпульсу та енергії не приводить до появи наступної формули для релятивістської маси m_p , яка залежить від швидкості:

$$m_p = \frac{m}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad (16)$$

а приводить до тотожності для величини m^2 в правій і лівій частині формули (15), що означає незмінність маси спокою.



Хибність поняття релятивістської маси, яка визначається формулою (16), пов'язана з штучним прийомом об'єднання в частку маси спокою m та величини $\sqrt{1-v^2/c^2}$ у формулі (14) для повної енергії E тіла. Для об'єднання цих різних величин в одну формулу (14) повністю відсутні які-небудь розумні підстави. Маса спокою m природним чином з'являється у формулах для енергії та імпульсу, тоді як множник $\sqrt{1-v^2/c^2}$ є прямим наслідком перетворень Лоренця у формулах (2), (5), (6), (9), (13) і (14). Зауважимо, що обидві частини формули (15) повністю задовольняють вимогам лоренц-інваріантності, тобто залишаються незмінними при перетвореннях Лоренця внаслідок переходу від одної інерціальної системи до іншої. Формула (16) для релятивістської маси m_p навпаки суперечить вимогам лоренц-інваріантності, оскільки вона безпідставно демонструє зміну маси при переході від одної інерціальної системи до іншої. Незмінність маси спокою при перетвореннях Лоренця означає, що ця маса є скалярним інваріантом, Тому ніякої іншої маси, ніж маса спокою, не повинно існувати в теорії відносності.

5. Висновки

Підводячи підсумок розглянутої проблеми границь застосування знаменитої формули Ейнштейна $E=mc^2$, слід зазначити, що ця формула є справедливою лише для стану спокою, як зв'язок між енергією спокою і масою спокою тіла. Для тих тіл, які не знаходяться в спокої, зв'язок між енергією та масою задається більш загальною формулою (10) або (15) з урахуванням відмінного від нуля імпульсу тіла.

Поняття релятивістської маси, яка залежить від швидкості у відповідності до формули (16), є хибним. Досить розповсюджена помилка у використанні формули (16) для релятивістської маси обумовлена довільним і штучним об'єднанням маси спокою m та величини $\sqrt{1-v^2/c^2}$. Таке об'єднання повністю протирічить вимогам лоренц-інваріантності, тобто незмінності маси спокою при перетвореннях Лоренця, які послідовно описують перехід від одної інерціальної системи до іншої в теорії відносності.

Якщо у когось ще залишаються сумніви відносно хибності поняття релятивістської маси, яка залежить від швидкості за формулою (16), то спробуйте відповісти на запитання: «Яким повинен бути механізм суттєвого збільшення кількості нуклонів в ядрах атомів і молекул в тілах, які рухаються у вакуумі з великими швидкостями?» Як вам подобається така відповідь: «Тільки алхімія!»

Ніколи не пізно змінювати свою точку зору на підставі нових знань. Зокрема у фізиці, яка є живою наукою, що розвивається. У цьому сенсі я відверто визнати і зміну свого ставлення до цієї проблеми за останні приблизно 15-20 років.

Список використаних джерел



1. О.В.Чалий, Я.В.Цехмістер, Б.Т.Агапов, А.В.Меленевська, М.І.Мурашко, Н.Ф. Радченко, Н.В. Стучинська. *Медична і біологічна фізика*. За ред. проф. Чалого О.В. Київ, Книга плюс, 2005. O.V.Chalyi, Y.V.Tsekhmister, B.T.Agapov, A.V.Melenevskaya, M.I.Murashko, N.F.Radchenko, N.V.Stuchynska. *Medical and Biological Physics*. Edited by Prof. A.V.Chalyi, Kyiv, Knyga plus, 2005.
2. A. Einstein. Ist die Tragheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig? *Ann. Phys.*, 18, 639-641, 1905.
3. Г.А. Лоренц, А. Пуанкаре, А. Ейнштейн, Г. Минковський. *Принцип відносності: Збірник праць класиків релятивізму*, 1935. H.A.Lorentz, H.Poincare, A.Einstein, H.Minkowski. *The Principle of Relativity: Collection of Work of Classics of Relativism*, 1935.
4. L.D. Landau and E.M. Lifshits. *The Classical Theory of Fields*. Oxford, Pergamon Press, 1971.
5. L.D. Landau and E.M. Lifshits. *Mechanics*. Oxford, Pergamon Press, 1976.
6. A. Einstein Lecture notes for course on relativity at the University of Berlin, winter semester 1914/1915. *The collected papers of Albert Einstein*. Princeton, NJ: Princeton Univ.Press, 1987.
7. L. Okun. The concept of mass. *Physics Today* 42, 31, 1989.
8. A.M. Gabovych, N. Gabovych. How to explain the non-zero mass of electromagnetic radiation consisting of zero-mass photons. *European Journal of Physics* 28, 649, 2007.
9. О.В. Чалий, Н.Л. Гриценко. Історичний розвиток поняття маси у фізичних теоріях XVII-XXI ст. 1. Класична механіка і теорія відносності. *Фізика та астрономія в сучасній школі* 3, 43, 2012. A.V. Chalyi, N.L. Grytsenko. Historical development of the concept of mass in physical theories of the XVII-XXI centuries. 1. Classical mechanics and the theory of relativity. *Physics and astronomy at modern school*, 3, 43, 2012.
10. О.В. Чалий, Н.Л. Гриценко. Історичний розвиток поняття маси у фізичних теоріях XVII-XXI ст. 2. Закон збереження маси в процесі електрон-позитронної анігіляції та медичний діагностичний метод ПЕТ. *Фізика та астрономія в сучасній школі* 6, 43, 2012. A.V. Chalyi, N.L. Grytsenko. Historical development of the concept of mass in physical theories of the XVII-XXI centuries. 2. The law of mass conservation in the process of electron-positron annihilation and in the PET diagnostic method. *Physics and astronomy at modern school*, 6, 43, 2012.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОЗИТРОННОЇ ЕМІСІЙНОЇ ТОМОГРАФІЇ: ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ МАСИ ДЛЯ 2-ФОТОННОГО КОМПЛЕКСУ

Чалий О.В., Гриценко Н., Марголич І.Ф., Криштопа А.О.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ

avchalyi7@gmail.com, nataly812305@gmail.com, ryna.margolych@gmail.com,

alla335578@gmail.com

Анотація: Ця стаття присвячена дослідженню нетривіальної проблеми збереження маси в сучасному діагностичному методі позитронної емісійної томографії (ПЕТ). Фізична основа цього методу полягає в процесі анігіляції електронно-позитронної пари з утворенням двох гамма-квантів (фотонів), які розлітаються під кутом 180 градусів внаслідок закону збереження



імпульсу. Для досягнення мети дослідження буде застосована загальна релятивістська формула спеціальної теорії відносності (СТВ), яка встановлює зв'язок між енергією, масою та імпульсом в системі тіл (зокрема, елементарних частинок), які беруть участь в методі ПЕТ. Зазначена формула узагальнює знамениту формулу Альберта Ейнштейна $E=mc^2$, яка виявляється справедливою лише у випадку нульового значення імпульсу, тобто встановлює закон еквівалентності тільки для енергії спокою і маси спокою тіла. В цій статті, яка носить в першу чергу науково-методичний характер, будуть розглянуті проблеми маси фотона та неадитивності маси системи з двох фотонів в СТВ, а також будуть визначені умови, за яких закон збереження маси виконується для 2-фотонного комплексу в ПЕТ-методі, незважаючи на ту обставину, що сам фотон представляє собою безмасову частинку.

Ключові слова: позитронна емісійна томографія (ПЕТ); процес анігіляції електрона та позитрона; відсутність маси спокою фотона; формула для маси 2-фотонного комплексу; закон збереження маси в діагностичному методі ПЕТ.

1. Вступ

Раніше в ряді досліджень (див., наприклад, [1-4]) та в статті цього циклу [5], який присвячений проблемі збереження маси в процесі анігіляції електрона і позитрона з утворенням двох гамма-квантів в сучасному діагностичному методі ПЕТ [6], були з'ясовані такі факти:

1. Існує лише єдина маса тіла, котра визначається масою спокою m і залишається незмінною, тобто є скалярним інваріантом, в результаті перетворень Лоренца для 4-вимірної системи координат і часу та для 4-вимірного вектора імпульсу-енергії в СТВ.

2. Поняття релятивістської маси

$$m_p = \frac{m}{\sqrt{1-v^2/c^2}}, \quad (1)$$

яка залежить від швидкості та аномально зростає з наближенням швидкості v тіла до швидкості світла, є хибним через штучне об'єднання маси спокою m з множником $1 / \sqrt{1-v^2/c^2}$. Насправді зростає не маса m_p , а повна енергія E тіла

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}, \quad (2)$$

що рухається з великою швидкістю v . Точніше кажучи, зростає кінетична енергія E_k тіла,

$$E_k = mc^2 (1 / \sqrt{1 - v^2 / c^2} - 1) \quad (3)$$

яка є різницею між повною енергією E , котра визначається формулою (2), та енергією спокою $E_c = mc^2$, яка не залежить від швидкості v руху тіла.

Надалі в цій статті буде зосереджена увага на питанні, чи діє або порушується закон збереження маси при анігіляції електронно-позитронної пари, тобто в процесі взаємодії матерії та антиматерії, з утворенням двох фотонів – квантів електромагнітного поля в діапазоні гамма випромінювання.

2. Доведення відсутності маси у фотона

Для підтвердження факту відсутності маси у фотона скористуємося релятивістською загальною формулою спеціальної теорії відносності (СТВ), яка встановлює зв'язок між енергією E , масою m та імпульсом P для довільного тіла [1-5]. Цим тілом може бути, наприклад, електрон або позитрон, які рухаються з достатньо високої швидкістю, щоб враховувати ефекти СТВ.

Як було зазначено раніше (зокрема, в [5]), в підручниках [7,8], які входять до складу 10-томного класичного курсу теоретичної фізики Ландау і Ліфшиця, міститься послідовне доведення важливої релятивістської формули СТВ для зв'язку між енергією E , масою m та імпульсом P . Напишемо цю формулу в наступному вигляді відносно шуканої маси фотона (гамма кванта):

$$m = \left(\frac{E^2}{c^4} - \frac{p^2}{c^2} \right)^{1/2}. \quad (4)$$

Для встановлення значення маси фотона m_ϕ підставимо в формулу (4) такі відомі вирази для енергії E_ϕ та модуля імпульсу p_ϕ фотона:

$$E_\phi = h\nu = hc/\lambda, \quad (5)$$

$$p_\phi = h\nu/c = h/\lambda. \quad (6)$$

У формулах (5) і (6) використані такі позначення: h - це стала Планка, ν і λ – це частота і довжина хвилі електромагнітного випромінювання, а через c позначена швидкість розповсюдження електромагнітної хвилі у вакуумі. Легко побачити, що підстановка таких виразів (5) - (6) для енергії та імпульсу фотона в праву частину релятивістської формули (4) дає для маси фотона нульове значення: $m_\phi = 0$.

Таким чином, фотон є елементарної частинкою з нульовою масою спокою, котра має енергію та імпульс у відповідності до формул (5) і (6). Зараз вважається, що верхня межа для маси фотона не перевищує значення 10^{-63} кг (див. посилання в [4]). Можливо, такою ж властивістю відсутності маси спокою має володіти і гравітон – гіпотетичний квант гравітаційного

поля, що також, як і фотон, ймовірно повинен рухатись у вакуумі з тією ж швидкістю c . Раніше до трійки подібних елементарних частинок відносили і нейтріно, оскільки вважалось, що у нейтріно немає маси спокою. Проте, у 2015 році Т. Кадзита і А. Макдональд отримали Нобелівську премію з фізики за відкриття так званих нейтрінних осциляцій, які доводять існування дуже малих, але відмінних від нуля мас спокою у всіх трьох видів нейтріно.

3. Маса системи з двох фотонів та закон збереження маси в діагностичному методі ПЕТ

Важлива проблема знаходження маси системи з двох фотонів за умови відсутності маси спокою у кожного з цих фотонів була досліджена авторами статті [2], а також у застосуванні до діагностичного методу ПЕТ в статті [4]. Беручи до уваги умови адитивності енергії та імпульсів для системи з двох фотонів, релятивістську формулу (4) для маси спокою m_{12} такого комплексу можна представити за допомогою такої формули:

$$m_{12} = \sqrt{(E_1 + E_2)^2/c^4 - 0^2/c^2}. \quad (7)$$

Отриманий в (7) результат дозволяє зробити важливий висновок, що стосується неадитивності маси в релятивістській теорії, тому що має місце наступна нерівність:

$$m_{12} \neq m_1 + m_2. \quad (8)$$

Розглянемо тепер **перший випадок**, коли **вектори різних за величиною імпульсів обох фотонів є паралельними**, тобто мають місце такі формули:

$$\vec{p}_1 = p_1 \vec{n}_1, \quad \vec{p}_2 = p_2 \vec{n}_2, \quad (9)$$

причому одиничні вектори, які задають напрямок руху фотонів, є паралельними між собою, тобто $\vec{n}_1 = \vec{n}_2 = \vec{n}$. Тоді, приймаючи до уваги зв'язок $E = c|\vec{p}|$ між енергією і модулем імпульсу фотона, маємо наступний результат для квадрата суми паралельних імпульсів двох фотонів:

$$(\vec{p}_1 + \vec{p}_2)^2 = (E_1 + E_2)^2/c^2. \quad (10)$$

Як легко побачити на основі формул (7) та (10), другий від'ємний доданок в точності дорівнює першому додатному доданку під квадратним коренем у формулі (7).

В результаті для цього випадку маємо такий висновок: **за умови паралельності векторів імпульсів обох фотонів відсутня не тільки маса спокою кожного окремого фотона, але й дорівнює нулю маса спокою всього комплексу з двох фотонів ($m_{12} = 0$).**

Перейдемо до розгляду **другого випадку**, коли **вектори різних за величиною імпульсів обох фотонів є антипаралельними**, тобто $\vec{n}_1 = -\vec{n}_2$ і має місце така формула:

$$m_{12} = 2h\sqrt{\nu_1\nu_2}/c^2. \quad (11)$$

Формула (11) дає всі підстави стверджувати, що в цьому випадку маса m_{12} відмінна від нуля.

На закінчення цього параграфа розглянемо *третій випадок*, який реалізується в сучасному діагностичному методі ПЕТ [6], коли високоенергетичні фотони електромагнітного випромінювання гамма діапазону мають однакові за модулем і антипаралельні за напрямком вектори імпульсів. В цьому випадку, як було показано в [4], маса електрон-позитронного комплексу в точності дорівнює масі 2-фотонного комплексу.

4. Висновки

У цій статті була обговорена важлива проблема сучасного діагностичного методу позитронної емісійної томографії (ПЕТ) щодо виконання закону збереження маси при анігіляції електронно-позитронної пари, тобто в процесі взаємодії матерії та антиматерії, з утворенням двох фотонів – квантів електромагнітного поля в діапазоні гамма-випромінювання.

Проведені дослідження базуються на послідовному використанні таких двох формул: а) релятивістської формули (4) для зв'язку енергії, маси та імпульсу, яка узагальнює знамениту формулу Ейнштейна $E=mc^2$, справедливу лише для стану спокою, коли імпульс тіла дорівнює нулю, а також б) формули (7) для маси 2-фотонного комплексу.

Доведено, що для виконання закону збереження маси елементарних частинок, які беруть участь в процесі анігіляції електрона і позитрона з утворенням двох гамма-квантів у методі ПЕТ, необхідно, щоб високоенергетичні фотони електромагнітного випромінювання гамма діапазону мали однакові за модулем і антипаралельні за напрямком вектори своїх імпульсів.

Список використаних джерел

1. L. Okun. The concept of mass. *Physics Today* 42, 31, 1989.
2. A.M. Gabovych, N. Gabovych. How to explain the non-zero mass of electromagnetic radiation consisting of zero-mass photons. *European Journal of Physics* 28, 649, 2007.
3. О.В. Чалий, Н.Л. Гриценко. Історичний розвиток поняття маси у фізичних теоріях XVII-XXI ст. 1. Класична механіка і теорія відносності. *Фізика та астрономія в сучасній школі* 3, 43, 2012. A.V. Chalyi, N.L. Grytsenko. Historical development of the concept of mass in physical theories of the XVII-XXI centuries. 1. Classical mechanics and the theory of relativity. *Physics and astronomy at modern school*, 3, 43, 2012.
4. О.В. Чалий, Н.Л. Гриценко. Історичний розвиток поняття маси у фізичних теоріях XVII-XXI ст. 2. Закон збереження маси в процесі електрон-позитронної анігіляції та медичний діагностичний метод ПЕТ. *Фізика та астрономія в сучасній школі* 6, 43, 2012. A.V. Chalyi, N.L. Grytsenko. Historical development of the concept of mass in physical theories of the XVII-XXI centuries. 2. The law of mass conservation in the process of electron-positron annihilation and in the PET diagnostic method. *Physics and astronomy at modern school*, 6, 43, 2012.



5. О.В. Чалий. Теоретичні основи позитронної емісійної томографії: 1. Границі застосування формули $E=mc^2$ в спеціальній теорії відносності та хибність поняття релятивістської маси, яка залежить від швидкості. *Збірка праць IV інтернет-конференції «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині»*, Чернівці, 2024. O.V.Chalyi/ Theoretical basis of positron emission tomography: 1. Limits of application of the formula $E=mc^2$ in the special theory of relativity and the fallacy of the concept of relativistic mass, which depends on speed. *Collection of Works of the IV Internet-Conference “The Development of Natural Sciences as the Basis for the Latest Advances in Medicine”*, Chernivtsi, 2024.
6. О.В.Чалий, Я.В.Цехмістер, Б.Т.Агапов, А.В.Меленевська, М.І.Мурашко, Н.Ф. Радченко, Н.В. Стучинська. *Медична і біологічна фізика*. Київ, Книга плюс, 2005. O.V.Chalyi, Y.V.Tsekhmister, B.T.Agarov, A.V.Melenevska, M.I.Murashko, N.F.Radchenko, N.V.Stuchynska. *Medical and Biological Physics*. Edited by Prof. A.V.Chalyi, Kyiv, Knyga plus, 2005.
7. L.D. Landau and E.M. Lifshits. *The Classical Theory of Fields*. Oxford, Pergamon Press, 1971.
8. L.D. Landau and E.M. Lifshits. *Mechanics*. Oxford, Pergamon Press, 1976.

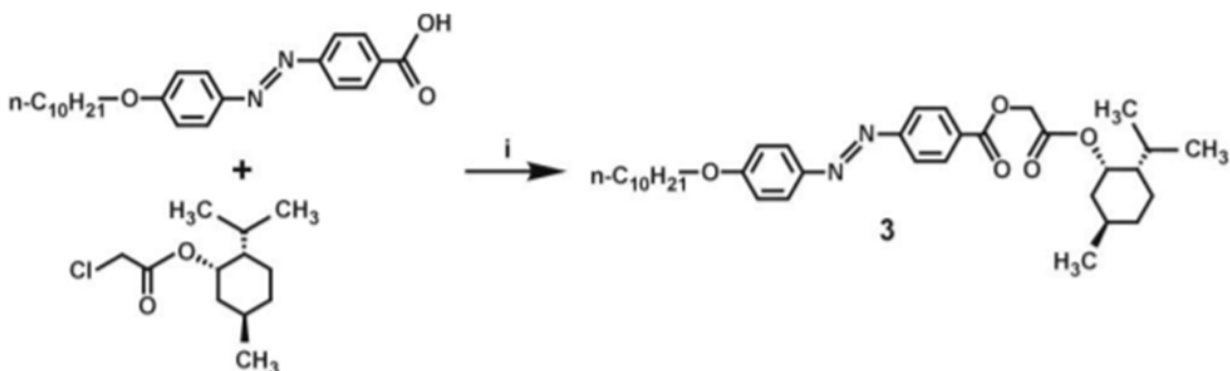
НОВІ ХІРАЛЬНІ ДОМІШКИ РІДКОКРИСТАЛІЧНИХ СТРУКТУР НА ОСНОВІ АЗО-БЕНЗЕНУ ТА L-МЕНТОЛУ

Чорноус В.О., Грозав А.М., Перепелиця О.О.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

chornous.vitalij@bsmu.edu.ua

Ми представляємо нещодавно синтезований хіральный допант 2-[(2-ізопропіл-5-метилциклогексил)окси]-2-оксоетил-4-{(E)-[4-(децилокси)феніл]діазеніл}бензоат (ChD-3501), що складається азо- та аліфатичних фрагментів разом із хіральним центром на основі l-ментолу як оборотного світлоконтрольованого хірального допанду. Щоб оцінити вплив UV/VIS опромінення та температури в ізотропному та рідкокристалічному (РК) станах, було досліджено спектральну кінетику етанольного розчину ChD3501, а також індукцію холестеричної спіралі при його розчиненні в нематичному РК (E7) (використовується як хіральна добавка). Концентраційну залежність кроку спіралі індукованих холестериків досліджували за допомогою методу Гранжана-Кано та визначали силу спіралі ChD-3501 у нематичному хазяїні E7. Було вивчено оборотну транс-цис-ізомеризацію хірального допанду ChD-3501 в E7 під УФ/ВІД опроміненням і встановлено, що зберігання цис-ізомеру при певній постійній температурі також призводить до оборотної ізомеризації, яка представляє певний інтерес для отримання рідкокристалічних сумішей.



Синтез 2-(1R,2S,5R)-[(2-ізопропіл-5-метилциклогексил)окси]-2-оксоетил 4-{(E)-[4-(децилокси)феніл]діазеніл}бензоату (3).

Цей підхід був успішно використаний для синтезу низки структурно подібних молекул, що містять 1-ментоловий хіральний центр і фрагмент азо-бензолу. Заявлені сполуки були синтезовані та ідентифіковані. Наразі проводиться дослідження їх фізичних характеристик

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРИНДОПРИЛУ АРГІНІНУ ТА АЗІЛСАРТАНУ МЕДОКСОМІЛУ В ЛІКУВАННІ ХВОРИХ З АРТЕРІАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІОЮ ТА ВПЕРШЕ ВІЯВЛЕНИМ ТИРЕОТОКСИКОЗОМ

Швець Н.І., Бенца Т.М., Пастухова О.А.

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

bentsa_t@i.ua

Мета дослідження. Дослідити вплив периндоприлу аргініну або азілсартану медоксомілу на показники амбулаторного моніторингу артеріального тиску (АТ) та морфо-функціональний стан серця у хворих з артеріальною гіпертензією (АГ) та вперше виявленим тиреотоксикозом (ТТ).

Методи дослідження. В дослідження увійшли 43 пацієнти з вперше виявленим ТТ та АГ II стадії, середній вік хворих складав $46,3 \pm 0,5$ років, з них – 35 (81,4%) жінок і 8 (18,6%) чоловіків. Тривалість захворювання на ТТ становила – $4,8 \pm 0,6$ місяців, на АГ – $3,7 \pm 0,4$ років. АГ 1 ступеня діагностовано у 15 (34,9%) пацієнтів, АГ 2 ступеня – у 28 (65,1%) пацієнтів. Усім пацієнтам в якості базисної терапії призначали мерказоліл 30 мг/добу, розчин Люголю 25-30

крапель 2-3 рази на добу, метопролол 25-50 мг/добу. Пацієнти групи 1 (n=20) додатково приймали периндоприлу аргінін 5-10 мг на добу, групи 2 (n=23) – азилсартану медоксоміл 20-40 мг на добу. Тривалість спостереження становила 24 тижні. Усім пацієнтам до і після лікування проведено загальноклінічне обстеження, біохімічний аналіз крові, визначення рівня гормонів щитоподібної залози, офісне вимірювання АТ, електрокардіографія (ЕКГ), добове моніторування АТ (ДМАТ) та ехокардіографія (ЕхоКГ).

Результати дослідження. Комбінована антигіпертензивна терапія периндоприлом аргініну або азилсартаном медоксомілу з метопрололом протягом 24 тижнів дозволила досягти цільового рівня систолічного АТ (САТ) відповідно у $60,0 \pm 10,2\%$ і $73,9\% \pm 9,5\%$ та діастолічного АТ (ДАТ) – у $56,5 \pm 10,4\%$ і $69,6\% \pm 9,3\%$ осіб груп 1 і 2, що достовірно не відрізнялось. Застосування периндоприлу аргініну або азилсартану медоксомілу достовірно позитивно впливало на показники добового профілю АТ: середньодобові рівні АТ в групах 1 і 2 знизились відповідно на 21,9% ($p < 0,05$) і 21,2% ($p < 0,05$) для САТ і на 12,3% ($p < 0,05$) і 10,9% ($p < 0,05$) для ДАТ за рахунок зниження як денних, так і нічних показників САТ і ДАТ. Відмічалось також суттєве зниження показників середньодобової, денної та нічної варіабельності САТ (ВСАТ) і ДАТ (ВДАТ): ВСАТ у хворих груп 1 і 2 знизилась на 23,8% ($p=0,0001$) і 39,5% ($p=0,0001$) відповідно, ВДАТ на 15,9% ($p=0,0001$) і 18,4% ($p=0,0001$) відповідно. При цьому, азилсартану медоксоміл достовірно краще ($p < 0,05$), ніж периндоприлу аргінін, впливав на варіабельність середньодобового, денного та нічного САТ. У групі 2 добовий профіль САТ нормалізувався у 20 (86,9%) хворих, що на 16,9% перевищувало відповідні дані у групі 1, тобто застосування азилсартану медоксомілу з метопрололом більш суттєво покращувало добовий ритм САТ, ніж комбінація периндоприлу аргініну з метопрололом.

Наприкінці лікування у хворих обох груп зафіксовано зменшення маси міокарда та індексу маси міокарда лівого шлуночка (ЛШ) в середньому на 15,7% ($p < 0,05$), розмірів лівого передсердя (ЛП) – на 13,4% і 12,7% відповідно ($p < 0,05$), кінцево-діастолічного розміру ЛШ – на 9,9% і 11,4% відповідно ($p < 0,05$) та покращення діастолічної функції ЛШ. Динаміка цих показників у групах 1 і 2 достовірно не відрізнялась ($p > 0,05$).

Висновки. Комбінована терапія периндоприлом аргініну або азилсартаном медоксомілу з метопрололом у хворих на АГ і вперше виявленим ТТ однаково ефективно і статистично достовірно покращувала показники добового профілю АТ (знизились рівні середньодобового, денного, нічного САТ і ДАТ та їх варіабельності) та морфо-



функціонального стану серця (зменшилися розміри ЛП і ЛШ, маса міокарда і індекс маси міокарда ЛШ та суттєво покращилась діастолічна функція ЛШ). Однак, комбінація азилсартану медоксомілу з метопрололом достовірно краще впливала на рівні ВСАТ та нормалізувала добовий профіль САТ у більшій кількості пацієнтів.



СЕКЦІЯ 2. ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА І СТАТИСТИКА У МЕДИЦИНІ

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ: КЛЮЧОВИЙ ІНСТРУМЕНТ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Андрійчук М.Д..

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

amarid1957@gmail.com

Диференціальні рівняння – рівняння, що встановлюють залежність між незалежними змінними, невідомими функціями та їхніми похідними [1]. Диференціальні рівняння ефективно використовуються для моделювання динамічних систем. Розглянемо застосування диференціальних рівнянь у фармацевтичних дослідженнях, зокрема у фармакокінетиці та фармакодинаміці.

Фармакокінетика вивчає абсорбцію, розподіл, метаболізм та екскрецію лікарських засобів в організмі. Для виведення лікувального препарату з організму людини можна застосувати математичну модель: $m'(t) = -kt$ [1], де: $m(t)$ – маса лікувального препарату в момент часу t ; k - коефіцієнт виведення препарату.

Ферментативна кінетика вивчає швидкість біохімічних реакцій, каталізованих ферментами. Одна з найвідоміших моделей - модель Міхаеліса-Ментен.

$$V_0 = \frac{V_{\max} \cdot S}{K_m + S} \quad [2],$$

де: V_{\max} – максимальна швидкість реакції, яка спостерігається тоді, коли фермент повністю насичений субстратом, K_m – константа Міхаеліса – концентрація субстрату, при якій швидкість дорівнює половині максимальної.

Фармакодинаміка. Моделювання динаміки популяцій використовує диференціальні рівняння для опису зростання та взаємодії популяцій в екосистемах. Основні моделі включають: модель Мальтуса; логістична модель; моделі Лотки-Вольтерри. Такі математичні моделі, описують динаміку взаємодії між хижаками та жертвами або міжконкурентними видами в екосистемах.

У більшості випадків аналітичний розв'язок диференціальних рівнянь у фармацевтичних дослідженнях є складним. Потужним інструментом, що забезпечує ефективне розв'язання диференціальних рівнянь та аналіз отриманих результатів є Mathcad. В системі Mathcad для розв'язання диференціальних рівнянь, використовують метод Ейлера, Рунге-Кутта та ін. Розглянемо приклад реалізації математичної моделі та графічної візуалізації в Mathcad 15.

Розглянемо модель розмноження мікроорганізмів, які продукують отруту, що негативно впливає на їх виживання.

Складемо систему диференціальних рівнянь відповідно до умов задачі:

$$\begin{aligned}\frac{dN}{dt} &= kN - k_1NZ \\ \frac{dZ}{dt} &= k_2N\end{aligned}\quad [3]$$

де: $\frac{dN}{dt}$ - швидкість зміни чисельності мікроорганізмів; $\frac{dZ}{dt}$ - швидкість зміни кількості отрути.

Приклад реалізації задачі в Mathcad15 за допомогою роботи вбудованої функції *rkfixed*, (метод Рунге-Кутта з фіксованим кроком), наведено на рис 1.

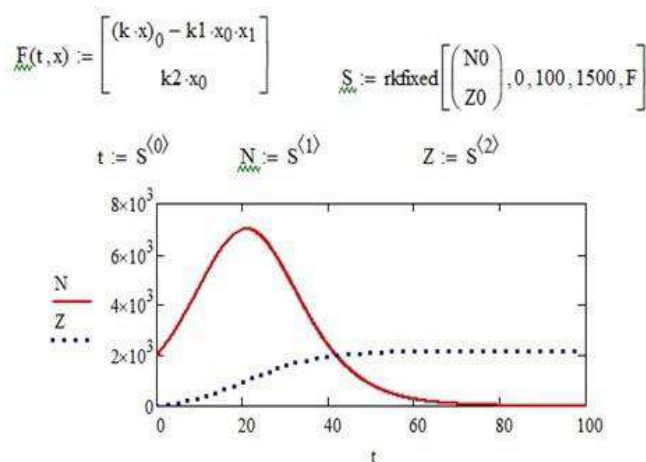


Рис. 1. Визначення зміни чисельності мікроорганізмів у часі(t) та графічна візуалізація задачі.

Аналіз графічного результату показує, що кількість мікроорганізмів спочатку зростає у часі й в певний момент досягає свого максимального значення. Після чого зростання мікроорганізмів закінчується через негативний вплив накопиченої отрути.

Таким чином, диференціальні рівняння відіграють ключову роль у сучасній фармації, забезпечуючи математичний апарат для розробки та оптимізації лікарських засобів.



Список використаних джерел

1. Самойленко, А. М., Парасюк І. О. Диференціальних рівнянь теорія (ДРТ). Енциклопедія Сучасної України (2007) ISBN 966-02-2074-X
2. Чалий, О.В., Стучинська, Н.В, Меленєвська, А.В. Вища математика: Навч.посібник для студ. мед. та фарм. навч. закладів. – К.: Техніка, 2001. – 204 с.
3. Андрійчук, М. Д. Використання Mathcad для ефективного управління ресурсами на фармацевтичному виробництві. Інформатика, управління та штучний інтелект, Харків –Краматорськ–Тернопіль, 2024 Тези одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції.
4. Сверчевська, І. А. (2021). Розвиток інтелектуальних умінь студентів при вивченні вищої математики. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо- математичного циклу «ІТМ*плюс – 2021», (сс. 107-108). Суми.

ПРО- ТА АНТИОКСИДАНТНІ СИСТЕМИ ЕРИТРОЦИТІВ В УМОВАХ ВІБРАЦІЙНОГО ВПЛИВУ

Доценко О.І.

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м.Вінниця

o.dotsenko@donnu.edu.ua

В умовах кровотоку еритроцити знаходяться під постійним впливом зовнішніх сил, і навіть за фізіологічних величин напруги зсуву, що виникають у кровоносних судинах при русі крові, має місце деформаційний стрес. Ці клітини виявляють властивості «сенсора» механічної напруги, гіпоксії та «регулятора» тонуусу судин і, у зв'язку з цим, мають добре налагоджені сигнальні механізми, за участю яких формується відповідь на стресовий фактор. Вібрація є чинником, який залежно від частоти і амплітуди впливу, поєднує механічний вплив з окисним станом або гіпоксією. Вібрація може сприйматися безпосередньо механорецепторами мембрани еритроцитів, оскільки струшування створює потоки рідини навколо поверхні клітини. Також мішенню впливу вібрації є нанобульбашки розчиненого повітря, які утримуються на поверхні еритроцитів за рахунок кулонівських взаємодій та здатні до коагуляції і збільшення розмірів за дії вібрації. Струшування розчинів приводить до схлопування бульбашок, виділення енергії та утворення активних форм кисню. Наслідком цього є розвиток окисного стресу. Як показано нами раніше, вібрація за певної частоти, амплітуди та тривалості приводить до зниження вмісту розчинених O_2 і CO_2 шляхом дегазації, створюючи стан гіпоксії та змінюючи внутрішньоклітинну рН.



Мета роботи полягала в дослідженні взаємозв'язків між компонентами про- та антиоксидантних систем залежно від параметрів і тривалості вібраційного впливу з використанням кореляційного аналізу.

Еритроцити донорів однієї статі і приблизно одного віку розміщували у середовищі Na-фосфатного буферу (0.015 M, pH 7.4) без глюкози. Суспензії піддавали дії низькочастотної вібрації протягом 3-х годин в інтервалі частот від 8 до 32 Гц Частота вібрації змінювалась з кроком 4 Гц. Амплітуда вібрації (A) підтримувалась на рівні 0.5 ± 0.04 та 0.9 ± 0.08 мм. Вібрацію здійснювали за допомогою вібростенда, який складався з генератора низькочастотних сигналів синусоїдальної форми, підсилювача і вібратора, що здійснює коливання у вертикальній площині із заданою частотою та амплітудою. Вміст внутрішньоклітинного перекису водню (H_2O_2), глутатіону (GSH), мембранозв'язаного гемоглобіну, карбонільних груп цитоплазматичних та мембранозв'язаних білків, активностей ферментів (супероксиддисмутази (SOD), цитоплазматичної та мембранозв'язаної каталази (CAT), глутатіонпероксидази (GPx), а також схильність гемоглобіну до аутоокиснення досліджували в гемолізатах (тінях) еритроцитів до початку експерименту, а потім кожні 15-20 хвилин в процесі вібраційного впливу. Окремо вивчали вплив середовища інкубування на усі показники, що досліджували. Для оцінки зв'язку між наборами даних використовували коефіцієнт рангової кореляції Спірмена. Значення $p < 0.05$ вважалося статистично значущим.

Отримані експериментальні дані і їх статистичний аналіз підтверджують той факт, що вібрація у діапазоні частот 8 – 32 Гц, амплітудою 0.5 ± 0.04 мм приводить до розвитку в еритроцитах окисного стресу. Про це свідчать високі достовірні коефіцієнти кореляції між ферментами антиоксидантного захисту. Кореляція між вмістом H_2O_2 і GPx ($r = -0.8$, $p < 0.05$) вказує на те, що саме цей фермент, а не каталаза, відповідальний за вилучення H_2O_2 . Ми показуємо, що мембранозв'язана каталаза, вміст якої зростає в кінці експерименту, стає відповідальною в антиоксидантному захисті тоді, коли інактивується GPx ($r = -0.74$, $p < 0.05$). Достовірна кореляція між H_2O_2 і вмістом GSH ($r = 0.79$, $p < 0.05$) свідчить, про залученість аутоокиснення GSH у процесі генерування H_2O_2 у цитозолі клітин. Наслідком цих процесів є накопичення мембранозв'язаного гемоглобіну і збільшення вмісту карбонільних груп у складі мембранних і цитоплазматичних білків.

Аналіз даних, отриманих в експериментах з амплітудою 0.9 ± 0.08 мм показує, що у діапазоні частот 24- 32 Гц описані кореляційні зв'язки спостерігаються тільки для 2-х годин експерименту, деякі зв'язки втрачаються, коефіцієнти кореляції стають нижчими. За цих умов



приріст активності мембранозв'язаної каталази нижчий (20 – 30%) і приблизно через 100-120 хв активність ферменту знижувалась навіть до рівня нижчого за контрольний. Поряд з цим накопичення вмісту мембранозв'язаного гемоглобіну в еритроцитах було нижчим, ніж в клітинах, що піддавалися вібрації з амплітудою 0.5 ± 0.04 мм. В інтервалі частот 28-32 Гц не було також не було зафіксовано достовірних змін вмісту H_2O_2 в порівнянні з початковим рівнем. Таким чином, втрата кореляційних зв'язків при дії вібрації з амплітудою 0.9 ± 0.08 мм, підвищення вмісту глутатіону, посилення процесів аутоокислення гемоглобіну вказує на розвиток гіпоксії.

В усіх експериментах ми показуємо існування достовірного кореляційного зв'язку між GRx і мембранозв'язаною каталазою. Результати, отримані в роботі, ще раз підтверджують важливість зв'язування цитоплазматичних білків з мембраною еритроцитів, за допомогою якого еритроцити можуть швидко контролювати метаболічні шляхи у відповідь на окисні зміни у навколишньому середовищі.

ФУНКЦІОНАЛЬНА СТРУКТУРА ЦЕНТРІВ КОНТРОЛЮ ТА ПРОФІЛАКТИКИ ХВОРОБ З МЕТОЮ ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ДОВКІЛЛЯ НА ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я

В.В.Зайцев

Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро

mkal320297@gmail.com

Вступ. Законом України «Про систему громадського здоров'я» від 06.09.2022 року № 2573-ІХ визначені основні завдання центрів контролю та профілактики хвороб (ЦПКХ).

Мета роботи. Визначити структуру центрів ЦПКХ для виконання основних завдань з вивчення громадського здоров'я (ГЗ) з метою вивчення факторів довкілля на громадське здоров'я.

Матеріали та методи. Проаналізований досвід установ держсанепідслужби та лабораторних центрів, центрів громадського здоров'я Дніпровського регіону з вивчення впливу факторів довкілля на здоров'я населення.

Як правило, до структури центрів ГЗ слід віднести підрозділи з трьох основних напрямків:



- соціально-гігієнічний моніторинг громадського здоров'я;
- захисту громадського здоров'я;
- здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду (контролю) у сферах господарської діяльності.

Особливу увагу серед розподілення функції серед структурних підрозділів центрів контролю та профілактики хвороб, на нашу думку, слід приділити організації та виконанню державного соціально-гігієнічного моніторингу, що дозволить відтворити повноцінну та ефективну роботу єдиної ланки оперативних підрозділів та лабораторії. Соціально-гігієнічний моніторинг є однією з форм постійного спостереження - системи нагляду, обробки, оцінки та прогнозу факторів навколишнього середовища, а також виявлення причинно-наслідкових (достовірних кореляційних) зв'язків між впливом факторів довкілля та станом здоров'я населення, а також надання обґрунтованих пропозицій щодо поліпшення діяльності органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, керівникам установ, підприємств, організацій, суб'єктів господарської діяльності з метою забезпечення санітарного та епідемічного добробуту населення, яке проживає на території області.

Під час вивчення лікарі з ГЗ ЦПКХ повинні вміти обґрунтовувати відповідні причинно-наслідкові зв'язки між факторами довкілля та здоров'ям населення, з показників якого як правило слід брати рівні поширеності та первинної захворюваності найбільш розповсюджених маркерних хвороб. Так, підтверджено достовірний вплив вживання хлорованої питної води на рівень онкологічної захворюваності, при чому маркерними захворюваннями є рак товстого кишечника та сечового міхура.

З метою визначення впливу факторів довкілля на громадське здоров'я слід застосовувати обсерваційні, описові, ретроспективні епідеміологічні методи типу «випадок – контроль». Під час встановлення відповідних причинно-наслідкових зв'язків вивчається кореляційний зв'язок за такими ознаками:

- статистичною значимістю ($p < 0,05$);
- напрямом (прямий, позитивний або негативний, зворотній);
- силою (слабка, середня, сильна, абсолютний зв'язок або його відсутність);
- формою (лінійний або не лінійний коефіцієнт).

Як правило, при вивченні впливу факторів довкілля на здоров'я населення застосовується ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена, який придатний також у випадках коли не існує лінійної залежності між сукупностями та їх нормального розподілу, та потребує не менш п'яти



спостережень. Коефіцієнт кореляції Спірмена є достатнім для визначення орієнтовного зв'язку між сукупностями параметри яких можуть мати як кількісні так і якісні характеристики. Коефіцієнт кореляції Спірмена вважається вірогідним ($p < 0,05$), якщо його величина перевищує похибку у 2,5 – 3 рази. Для спрощеної оцінки вірогідності можна застосувати спеціальну таблицю, при чому статистично значущим вважається такий зв'язок коли коефіцієнт кореляції перевищує табличне значення.

Висновки. Наведена функціональна структура центрів контролю та профілактики хвороб з метою вивчення факторів довкілля на громадське здоров'я.

ВИКОРИСТАННЯ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРНОСТІ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ В УКРАЇНІ

Іванчук М.А., Іванчук П.Р.

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua, paulivanchuk2005@gmail.com

Цукровий діабет є одним з неінфекційних захворювань, що негативно впливають на якість життя пацієнтів і на загальний стан системи охорони здоров'я [1]. Прогнозування кількості хворих на цукровий діабет, в тому числі і кількості пацієнтів, що потребуватимуть стаціонарного лікування, може допомогти будувати подальшу стратегію системи охорони здоров'я, зокрема передбачити необхідну кількість лікарських засобів та місць у ЗОЗ для хворих на цукровий діабет.

Для побудови прогностичної моделі використовували метод Монте-Карло марковських ланцюгів. В якості джерела даних слугували статистичні дані МОЗ України [2] та Державної служби статистики України [3] за 1993-2022 роки.

Для побудови ЛМ було розглянуто наступні стани:

- здоровий (людина, що не хворіє на ЦД)
- хворий (зареєстрований хворий на ЦД)
- хворий у стаціонарі (зареєстрований хворий на ЦД, що в поточному році перебував на стаціонарному лікуванні)
- смерть (людина, що померла в поточному році, незалежно від наявності в неї ЦД)



Для кожного стану розглядали окремо підстани для дітей та дорослих.

За початкову точку прийняли 2006 рік, один цикл марковського ланцюга склав один рік. Прогнозування проводили до 2035 року. На початку кожного циклу до кількості здорових дітей додавали середню кількість новонароджених в Україні за рік. Поглинаючим станом ланцюга маркова вважали смерть (пацієнта з цукровим діабетом або особи без цукрового діабету).

Згідно з побудованою прогностичною моделлю, у 2035 році передбачається зростання кількості хворих на цукровий діабет дорослих до 1,7 млн осіб, з яких близько 200 тисяч потребуватимуть стаціонарного лікування впродовж року. Кількість хворих на ЦД дітей суттєво не зміниться.

Список використаних джерел

1. Атлас: Діабет в Україні. [Internet]. <https://diabetesatlas.com.ua/>
2. Центр громадського здоров'я МОЗ України. [Internet]. <http://medstat.gov.ua>
3. Державна служба статистики України [Internet]. <https://www.ukrstat.gov.ua>

УДК 616-053.2-007/06:574.23

ОЦІНКА СТАНУ ЛОННОГО З'ЄДНАННЯ У ДІВЧАТ З ПОЗИЦІЇ СТАНОВЛЕННЯ РЕПРОДУКТИВНОЇ ФУНКЦІЇ

Ковтюк Н.І., Нечитайло Ю.М.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

nkovtyuk@gmail.com, nechitailo.yuri@bsmu.edu.ua

Резюме. У роботі шляхом ультразвукографічного дослідження вивчено динаміку формування лонного з'єднання у дівчат шкільного віку як показника біологічної та репродуктивної зрілості. Обстежено 60 дівчат у віці від 10 до 17 років. Визначалися розміри та об'єм хряща. Динаміка зміни об'єму симфізу носить синусоїдний характер з найбільшими показниками у віковій групі 11 – 13 років. Виявлено кореляційну залежність між розмірами з'єднання та стадією статевої зрілості ($r = -0,43$, $p < 0,05$), внутрішньою кон'югатою ($r = -0,40$, $p < 0,05$) та морфологічним станом щитовидної залози ($r = 0,47$, $p < 0,05$).

Ключові слова: лонний хрящ; дівчата шкільного віку; репродуктивна зрілість

Вступ.



Стан здоров'я дівчат-підлітків України - це показник репродуктивного потенціалу майбутнього. Молода жінка повинна максимально його реалізувати з тим, щоб за дітородний період народити здорове покоління. Несприятлива демографічна ситуація, яка виникла з глобальною пандемією інфекції, викликаної коронавірусом, — COVID-19, та військовим вторгненням країни агресора, погіршення соматичного та репродуктивного здоров'я підростаючого покоління, що склалися в останні роки в нашій державі, становлять комплекс медико-соціальних проблем, які потребують вирішення на національному рівні. Так, за статистичними даними МОЗ України, поширеність захворювань у дівчат віком до 14 років перебільшує 1100 випадків на 1000 дітей відповідного віку, а серед дівчат - підлітків сягає 1270 випадків [1, 2, 6].

Охороні репродуктивного здоров'я жінок, починаючи з дитячого віку, надається пріоритетне значення. Дві третини причин, що зумовлюють стан здоров'я людини протягом всього життя, приходяться на внутрішньоутробний період, пологи та перший рік. Значну роль у порушеннях з боку репродуктивної системи дорослої жінки в багатьох випадках відіграють також етапи її формування в препубертатному та пубертатному періодах [2, 6, 9].

Організм дитини, що росте та розвивається найбільш чутливий до дії багатьох несприятливих факторів [1, 2, 9]. Діагностика відхилень, до яких вони призводять, дозволяє у значному ступені провести корекцію та знизити кількість порушень при формування дітородної функції. Ефективність репродуктивної функції жіночого організму пов'язана з адекватним формуванням усіх складових організму задіяних у цьому. Готовність організму дівчини до вагітності, виношування, народження та вигодовування здорового малюка зумовлені усім комплексом систем організму. Для виконання дітородної функції, наряду із загальною соматичною готовністю, як окремий компонент, суттєву роль відіграє кісткова зрілість організму. Ріст та формування статури, зокрема кісток тазу, регулюються перш за все спадковими факторами та комплексом гормональних впливів. Показники статевого, фізичного розвитку (маса тіла та зріст), розміри тазу та стан його лонного з'єднання, можна віднести до маркерів гармонійного становлення репродуктивної системи дівчат - підлітків.

Розвиток і правильна будова таза має винятково вагоме значення для перебігу вагітності й пологів. Відповідна будова таза є однією із передумов успішного їх завершення. При неправильній його конфігурації спостерігаються ускладнення з наступною травматизацією організму матері та новонародженого [5, 8, 11, 15]. Серйозним ускладненням перебігу пологів є ушкодження лобкового симфізу (розходження та розриви з крововиливами)

[6, 8, 9]. В подальшому це може спричинити погіршення стану здоров'я новонародженого та інвалідизацію жінки. Поширеність вузького таза значною мірою пов'язана з порушеннями фізичного та статевого розвитку дівчаток, а також з рівнем загальної захворюваності та рядом соціальних факторів [7, 15, 16]. Форма та стан лонного з'єднання змінюється у різні вікові періоди та є одним із показників біологічної і репродуктивної зрілості дівчинки [1, 3, 4]. Ще у 1920 році американський науковець Т.В. Todd [12, 14] звернув увагу на стан лонного хряща як на показник біологічної зрілості людини. В нашій країні у 60 – ті роки минулого століття проводилося вивчення стану симфізу в жінок дітородного віку на основі метода рентгенографії [10, 11, 13]. Широко розповсюджені ультразвукові дослідження не достатньо торкнулися проблеми формування таза жінки.

Мета дослідження. Провести оцінку динаміки формування лонного з'єднання у дівчат шкільного віку ультразвуковим методом. Проаналізувати взаємозв'язок між розмірами, об'ємом лонного хряща та іншими показниками становлення репродуктивної зрілості.

Матеріал і методи. Під нашим спостереженням знаходилося 60 дівчат шкільного віку (10 – 17 років) м. Чернівці. Обстежені були розділені на 4 вікових групи. Проводилось ультразвукове дослідження лонного з'єднання за власною методикою. Обстежували при перпендикулярному та повздовжньому розташуванні датчика. При цьому вимірювали розміри хряща (рис.1) [3]. Визначали розташування, стан в загальному, форму, контури, ехогенність, ехоструктуру.

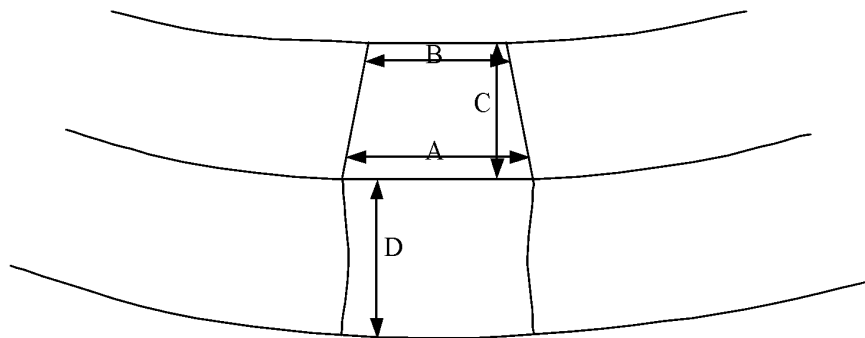


Рис.1. Схема будови та розміри лонного хряща.

Об'єм лонного хряща вираховували за власною методикою фіксації реперних точок, по формулі зрізаної призми :

$$V = (B \times C \times D + (A - B) / 2 \times C \times D) / 1000,$$

де: V – об'єм ; A – вентральний край ; B – дорсальний край ; C – товщина; D – вентральне плато.



Паралельно виконувалося антропометричне, соціометричне та клінічне дослідження. Антропометричні виміри (маса тіла, зріст) оцінювали за перцентильними коридорами регіонального стандарту. Статевий розвиток обраховувався за стадією статевої зрілості (вторинні ознаки) та морфометричним станом первинних статевих ознак (матка, яєчники). Біологічна зрілість визначалася за зовнішніми розмірами таза та станом лонного з'єднання. Ультрасонографічно оцінювався об'єм щитовидної залози. Статистична обробка матеріалу проводилася на комп'ютері з використанням пакетів статистичних програм, з обрахуванням коефіцієнту лінійної кореляції Пірсона, середніх величин за загальноприйнятим рівнем вірогідності ($p < 0,05$).

Результати дослідження та їх обговорення. На основі даних ультрасонографії ми визначали розміри і об'єм лонного хряща. Узагальнені середні показники дескриптивної статистики розмірів лонного з'єднання наведено в табл.1.

Таблиця 1

Дескриптивна статистика розмірів лонного хряща у дівчат, у мм

Вік, роки		Розміри лонного з'єднання, у мм.			
		A	B	C	D
9 – 11	М	23,1	8,4	20,7	6,1
	м	0,94	0,49	0,99	1,51
12 – 13	М	22,0	7,8	19,2	6,9
	м	1,91	0,74	1,56	4,9
14 – 15	М	18,3	7,5	18,3	6,3
	м	1,56	0,91	1,43	1,17
16 – 17	М	16,7	7,4	17,3	5,7
	м	3,5	0,71	2	0,5

Розглянувши дані вище наведеної таблиці видно, що ширина лонного з'єднання з віком зменшується (розмір А та В). Висота хряща закономірно збільшується (розмір D). На основі факторного аналізу виявлено, що більш вагомим є розмір С та В. Шляхом використання математичного обчислення вираховувався об'єм лонного хряща. Показники дескриптивної статистики наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Об'єм лонного з'єднання (у см³)

Вік, роки	Об'єм лонного з'єднання		
	М	σ	m
9 – 11	6,1	3,36	1,01
12 – 13	6,9	4,01	1,6
14 – 15	6,3	1,54	0,63
16 – 17	5,7	0,13	0,09

Формування лонного з'єднання, як показника кісткової зрілості, проходить нерівномірно в різні періоди життя дівчинки. На рис. 2 показано динаміку зміни розмірів та об'єму хряща.

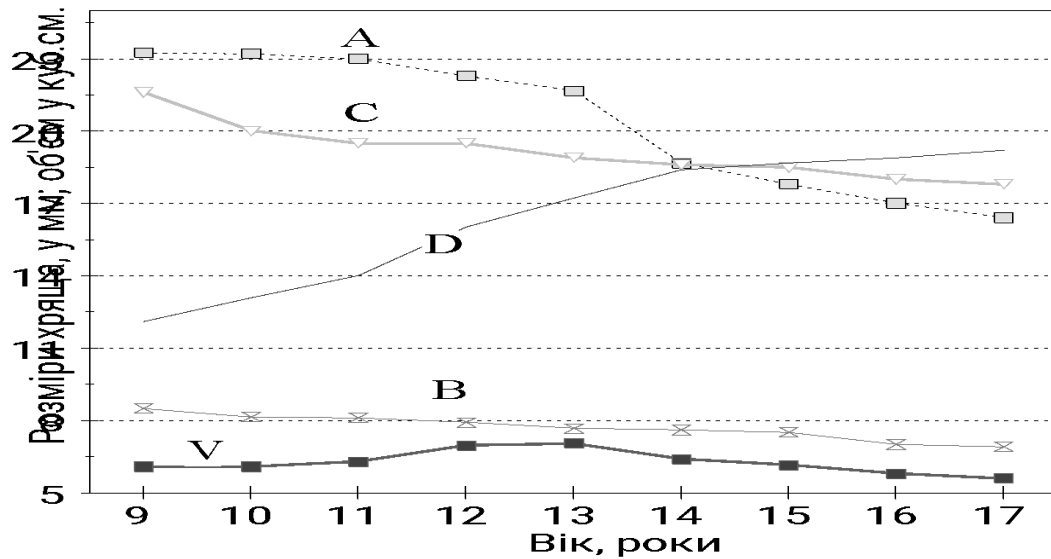


Рис.2. Динаміка зміни розмірів (A,B,C,D) та об'єму (V) лонного з'єднання в залежності від віку дівчат

Як видно з рис. 2 розмір D, що відповідає висоті хряща, з віком збільшується нерівномірно. Пік росту у висоту відбувається від 11 до 13 - ти років, що співпадає з пубертатним "спуртом" у зрості. У цей час прослідковуються найвищі показники об'єму (V) лонного з'єднання. Ширина лонного з'єднання (розмір A, B) до 13 - 14 років зменшується незначно, з послідуочим різким спадом до 17 років. Коливання показників об'єму лона носить сунусоїдний характер. Подібна динаміка зміни ширини та висоти хряща відмічена в дослідженнях науковців минулого кінця минулого століття, які проводилися рентгенологічним методом.

Виявлено чітку кореляційну залежність між об'ємом лонного хряща та об'ємом яєчників ($r = 0,52$, $p < 0,05$), SD – індексом об'єму щитовидної залози ($r = 0,47$, $p < 0,05$). Негативний зв'язок середньої сили прослідковується з віком ($r = 0, - 0,43$, $p < 0,05$), стадією статевої зрілості ($r = - 0,43$, $p < 0,05$), розмірами зовнішньої ($r = - 0,40$, $p < 0,05$) та внутрішньої кон'югат ($r = - 0,40$, $p < 0,05$), збалансованістю харчування ($r = - 0,53$, $p < 0,05$).

Висновок: Розміри і об'єм лонного хряща є показниками біологічної зрілості організму дівчат, які безпосередньо відображають морфологічну готовність лонного з'єднання до

майбутнього материнства та є тісно пов'язаними із станом щитовидної залози і ступенем статевої зрілості.

Список використаних джерел

1. Здоров'я дитини — старт на все життя. Укр мед часопис. 2019; 5 (133):33-39. <https://api.umj.com.ua/wp/uploads/2019/10>.
2. Калиниченко Д.О. Репродуктивний потенціал молоді: проблеми та перспективні шляхи вирішення. Молодий вчений. 2017; 11(51):75-80.
3. Arthuis CJ, Perrotin F, Patat F, Brunereau L, Simon EG. Computed tomographic study of anatomical relationship between pubic symphysis and ischial spines to improve interpretation of intrapartum translabial ultrasound. Ultrasound Obstet Gynecol. 2016 Dec;48(6):779-785. doi: 10.1002/uog.15842.
4. Argente J, Dunkel L, Kaiser UB, Latronico AC, Lomniczi A, Soriano-Guillén L, Tena-Sempere M. Molecular basis of normal and pathological puberty: from basic mechanisms to clinical implications. Lancet Diabetes Endocrinol. 2023 Mar;11(3):203-216. doi: 10.1016/S2213-8587(22)00339-4.
5. Bertocello FZ, Beust MF, Tagliari CM, Herter LD, Kopacek C. Correlation of pelvic ultrasonography with pubertal development in girls. Rev Bras Ginecol Obstet. 2024 Mar 15;46:e-rbgo5. doi: 10.61622/rbgo/2024AO05.
6. Campbell PJ, Brown SJ, Kendrew P, Lewer M, Lim EM, Joseph J, Cross SM, Wright MJ, Martin NG, Wilson SG, Walsh JP. Changes in Thyroid Function Across Adolescence: A Longitudinal Study. J Clin Endocrinol Metab. 2020 Apr 1;105(4):dgz331. doi: 10.1210/clinem/dgz331.
7. Chor CM, Chan WYW, Tse WTA, Sahota DS. Measurement of retropubic tissue thickness using intrapartum transperineal ultrasound to assess cephalopelvic disproportion. Ultrasonography. 2018 Jul;37(3):211-216. doi: 10.14366/usg.17003.
8. Durda-Masny M, Jarzabek-Bielecka G, Opydo-Szymaczek J, Przystanska A, Mizgier M, Kedzia W. Application of auxological methods, including dental age estimation, in the assessment of delayed puberty in girls in gynecological practice. Ginekol Pol. 2019;90(11):662-666. doi: 10.5603/GP.2019.0113.
9. Sopher AB, Oberfield SE, Witchel SF. Disorders of Puberty in Girls. Semin Reprod Med. 2022 Mar;40(1-02):3-15. doi: 10.1055/s-0041-1735892.
10. Szentimrey Z, Ameri G, Hong CX, Cheung RYK, Ukwatta E, Eltahawi A. Automated segmentation and measurement of the female pelvic floor from the mid-sagittal plane of 3D ultrasound volumes. Med Phys. 2023 Oct;50(10):6215-6227. doi:10.1002/mp.16389.
11. Wang Y, Dong X, Fu C, Su M, Jiang F, Xu D, Li R, Huang P, Wang N, Chen Y, Jiang Q. Associations Between Thyroid Volume and Physical Growth in Pubertal Girls: Thyroid Volume Indexes Need to Be Applied to Thyroid Volume Assessments. Front Endocrinol (Lausanne). 2021 May 19;12:662543. doi:10.3389/fendo.2021.662543.
12. Wang Y, He D, Fu C, Dong X, Jiang F, Su M, Xu Q, Huang P, Wang N, Chen Y, Jiang Q. Thyroid Function Changes and Pubertal Progress in Females: A Longitudinal Study in Iodine-Sufficient Areas of East China. Front Endocrinol (Lausanne). 2021 May 11; 12:653680. doi: 10.3389/fendo.2021.653680.



13. Wang YY, Xu Q, Xu DL, Dong XL, Su MF, Qian JH, Jiang F, Fu CW, Jiang QW, Wang N. Association between puberty with thyroid morphology and function in women. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2020 Jun 10;41(6):877-883. Chinese. doi:10.3760/cma.j.cn112338-20190626-00470.
14. Wei NY, Li XK, Lu XD, Liu XT, Sun RJ, Wang Y. Study on the Consistency Between Automatic Measurement Based on Convolutional Neural Network Technology and Manual Visual Evaluation in Intracavitary Ultrasonic Cine of Anterior Pelvic. *J Ultrasound Med*. 2024 Apr;43(4):671-681. doi: 10.1002/jum.16392.
15. Tanaka T, Soneda S, Sato N, Kishi K, Noda M, Ogasawara A. Early growth hormone treatment accelerates delayed onset of puberty in patients with growth hormone deficiency. *Endocr J*. 2022 Feb 28;69(2):199-207. doi:10.1507/endocrj.EJ21-0209.
16. Taylor PN, Sayers A, Okosieme O, Das G, Draman MS, Tabasum A, Abusahmin H, Rahman M, Stevenson K, Groom A, Northstone K, Woltersdorf W, Taylor A, Ring S, Lazarus JH, Gregory JW, Rees A, Timpson N, Dayan CM. Maturation in Serum Thyroid Function Parameters Over Childhood and Puberty: Results of a Longitudinal Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2017 Jul 1;102(7):2508-2515. doi: 10.1210/jc.2016-3605.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ У ДОСЛІДЖЕННЯХ АКТИВНОСТІ МОЗКУ

Любчик О.К.

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

olena.lyubchuk@gmail.com

Мозок — це складна динамічна система, яка відображає лінійну та нелінійну динаміку на різних масштабах від клітин до цілого органу. Характеристика нелінійної динаміки мозку є фундаментальною для розуміння його функціонування. Зрозуміло, що математичне моделювання активності мозку є дуже нетривіальною задачею і вимагає детального розуміння не тільки математичного апарату, але й основ фізіології та анатомії.

З точки зору динамічних систем існує два основних підходи до побудови математичної моделі мозку: моделі нейронних мереж, які розглядають окремі нейрони та моделі континууму (усередненого поля), які розглядають лише загальні властивості ансамблю нейронів [1,2]. Моделювання окремого нейрона полягає в визначенні квазіперіодичних властивостей його динаміки, тобто у представленні нейрона як осцилятора визначеного рівня складності. Це дозволяє використовувати систему нелінійних диференціальних рівнянь для опису генерації та розповсюдження потенціалів дії в нейронах. Другий підхід — дослідження популяцій нейронів, краще підходить для розуміння того, які ключові фізіологічні параметри



на рівні популяції впливають на макроскопічну динаміку. Більшість експериментальних досліджень, спрямованих на розуміння механізмів вищих когнітивних функцій мозку, включає такі макроскопічні виміри активності мозку, як: електроенцефалографія (ЕЕГ), магнітоенцефалографія (МЕГ), функціональна магнітно-резонансна томографія (фМРТ), позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) та ін. [3].

Теорія нейронного поля (Neural Field Theory) є одним з загальноприйнятих підходів до моделювання нелінійної динаміки великих популяцій нейронів, на масштабах від кілька десятих долей міліметра до цілого мозку. Це - цілий клас моделей, що має забезпечити якомога повний теоретичний опис фундаментальних процесів в нервовій тканині. Такі моделі мають містити достатню кількість анатомічних, фізіологічних та математичних припущень для визначення необхідної системи диференціальних рівнянь, щоб був забезпечений баланс між біофізичною реалістичністю і математичною точністю [4,1]. Основною особливістю теорії нейронного поля є те, що рівняння моделі описують фундаментальні компоненти популяції нейронів та зв'язки між ними і з них можна побудувати структури для аналізу різних проявів активності мозку. Побудова моделі передбачає формулювання інтегрального рівняння і перетворення його на систему рівнянь у частинних похідних. Сучасні моделі, наприклад, модель кортико-таламічного нейронного поля, дозволяють описувати генерацію більшості сигналів, що використовуються для моніторингу активності мозку і пояснювати багато нелінійних явищ мозку, що застосовується для вивчення різних неврологічних розладів, таких як хвороба Паркінсона, епілептичні напади та кома [2].

Активність мозку демонструє як лінійну, так і нелінійну поведінку як динамічна система [3]. В деяких випадках великомасштабну мозкову активність можна розглядати як лінійну та досліджувати стандартними методами аналізу сигналів ЕЕГ, фМРТ, МЕГ, які описуються системою лінійних рівнянь. Нелінійність у великомасштабній діяльності мозку спостерігається в таких випадках, як коливання веретена сну, сильні альфа коливання та функціональної нейровізуалізації і тоді для її вивчення використовуються теорії, що базуються на нелінійній хвильовій теорії та теорії динамічних систем.

В статті [2] модель нейронного поля кортико-таламічної системи була застосована для аналізу нелінійної взаємодії хвиля-хвиля у зорових викликаних потенціалах стійкого стану (SSVEP). Використовуючи синусоїдальну та прямокутну стимуляцію в цій моделі автори продемонстрували, що розрахований нелінійний спектр потужності має ключові нелінійні характеристики, а саме, генерацію гармонік та субгармонік, подвоєння періоду, суми та



різниць частот, які є результатом злиття ($\omega_1 + \omega_2 \rightarrow \omega$) та розпаду хвиль ($\omega \rightarrow \omega_1 + \omega_2$). Такий підхід дозволяє відтворити багато особливостей спостережуваних характеристик ЕЕГ, які є результатом відгуку на періодичні візуальні стимули, та дозволяє розглянути більшу кількість нелінійних характеристик, ніж попередні дослідження.

Список використаних джерел

1. Cook B.J., Peterson A.D.H., Woldman W., Terry J.R. Neural Field Models: A mathematical overview and unifying framework. *Mathematical Neuroscience and Applications*. 2022. Vol. 2. P.1–67. DOI: <https://doi.org/10.46298/mna.7284>
2. Ferdousi M., Babaie-Janvier T., Robinson P.A. Nonlinear wave-wave interactions in the brain. *Journal of Theoretical Biology*, 2020. Vol.500. P. 110308. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2020.110308>
3. Stam C.J. Nonlinear dynamics analysis of EEG and MEG: Review of an emerging field. *Clinical Neurophysiology*. 2005. Vol. 116. P. 2266-2301. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2005.06.011>
4. Amari S. Dynamics of pattern formation in lateral-inhibition type neural fields. *Biological Cybernetics*. 1977. Vol.27. P.77–87. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00337259>

УДК 614.2:311.3(4-6)(075.8)

СТАТИСТИКА СТАНУ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ У КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ТА НАЦІОНАЛЬНИХ БАЗ ДАНИХ

Махрова Є.Г.

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Анотація. У статті розглядається статистика стану здоров'я населення в контексті європейських та національних баз даних. Основна увага приділяється аналізу та оцінці даних, які використовуються для підтримки управління системою охорони здоров'я. Обговорюються ключові аспекти медико-статистичної інформації, її збирання, систематизації та аналізу. Особлива увага приділяється функціонуванню медико-статистичної служби України, яка з 1920 року займається регулярними дослідженнями та оприлюдненням статистичних звітів про діяльність закладів охорони здоров'я, захворюваність та смертність населення. Висвітлюються сучасні методи збирання статистичної інформації, роль Центру медичної статистики МОЗ України та взаємодія з європейськими базами даних.

Ключові слова: статистика здоров'я населення; європейські бази даних; національні бази даних; медико-статистична інформація; система охорони здоров'я; центр медичної



статистики МОЗ України; захворюваність; смертність; управління охороною здоров'я; інформаційна підтримка.

В інформаційній підтримці управління системою охорони здоров'я ключове значення має медико-статистична інформація. Цю інформацію збирає, систематизує та аналізує медико-статистична служба України, що була створена ще у 1920 році. З того часу почалися регулярні дослідження та оприлюднення статистичних звітів щодо діяльності закладів охорони здоров'я, а також стосовно захворюваності та смертності населення. У 2008 році в Україні почався збір статистичної інформації від усіх закладів охорони здоров'я, незалежно від їхньої підпорядкованості та форми власності. На сьогоднішній день в Україні діє чітко організована служба Медичної статистики, якою керує Центр медичної статистики МОЗ України в Києві. У кожній області України та в місті Києві функціонують обласні (міські) інформаційно-аналітичні центри Медичної статистики, а в закладах охорони здоров'я – інформаційно-аналітичні відділи.

Державний заклад «Центр медичної статистики Міністерства охорони здоров'я», який утворено шляхом об'єднання з Державною установою «Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України», є закладом охорони здоров'я. Його основними завданнями є централізоване збирання, обробка та аналіз статистичної інформації про стан здоров'я, надання медичної допомоги населенню, управління ресурсами охорони здоров'я та підготовка довідників «Показники здоров'я населення». Обробка інформації здійснюється за допомогою медичної інформаційної системи «МедСтат», яка дозволяє стандартизувати введення та обробку статистичних звітів щодо діяльності медичних організацій. З середини 1980-х років держави-члени Європейського регіону ВООЗ передають основні статистичні дані, пов'язані зі здоров'ям, в бази даних «Здоров'я для всіх», що є одним з найстаріших джерел інформації ВООЗ. Бази даних містять зведені показники, використовувані в основних системах моніторингу стосовно політики здоров'я та цілей сталого розвитку.

База даних «Здоров'я для всіх» забезпечує доступ до різноманітних регіональних, національних та частково субнаціональних показників та метаданих. Ці дані представлені в зручній формі завдяки використанню інтерактивних онлайн-інструментів у базі даних «Здоров'я для всіх». Користувачі можуть експортувати дані, метадані, графіки та карти, публікувати їх на веб-сайтах та ділитися у соціальних мережах.

Основні категорії показників бази даних «Здоров'я для всіх» (HFA-DB) охоплюють такі аспекти як демографія та соціально-економічні показники, смертність, захворюваність та



інвалідність, спосіб життя, стан довкілля, ресурси та діяльність охорони здоров'я, а також репродуктивне здоров'я та здоров'я матерів та дітей.

Європейська програма роботи (ЄПР) включає 26 видів показників, що грають важливу роль у здійсненні зобов'язань щодо створення здорового суспільства. Вона охоплює завдання, що відносяться до цілей у сфері сталого розвитку (ЦСР), та показників підсумкових результатів, які становлять основу тринадцятої загальної програми роботи ВООЗ (ЗПР-13). Метою ЗПР-13 є підвищення рівня здоров'я та благополуччя додатково для 1 мільярда осіб до 2025 року.

Програма необхідності реабілітації у Європейському регіоні ВООЗ містить дані про поширеність та відповідну кількість років, прожитих з інвалідністю для семи груп захворювань та травм. Ці дані представлені у вигляді коефіцієнтів на 100 000 чоловік. У форматі лінійчатої діаграми з накопиченням доступна інформація про загальну поширеність та сумарну кількість років, прожитих з інвалідністю. При виборі опції «Показати повну версію графіка» дані розбиваються за кожною групою захворювань і травм відповідно до статті.

Набір даних про реалізацію політики в галузі оздоровчої фізичної активності містить огляд інформації про моніторинг та епідгляд за фізичною активністю, рекомендації, міжсекторальний підхід та національні дії у різних секторах, таких як охорона здоров'я, спорт, освіта, міське планування, транспорт, інформування громадськості та інші.

Дані були зібрані Європейським офісом ВООЗ з профілактики неінфекційних захворювань та боротьби з ними у відділі державних програм охорони здоров'я Європейського регіонального бюро Всесвітньої організації охорони здоров'я у співпраці з підрозділами генерального директорату Європейської комісії з питань освіти, молоді, спорту та культури.

Європейська база даних про смертність (EMDB) дозволяє провести аналіз тенденцій смертності з урахуванням віку та статі з широкого спектру груп захворювань, а також з розбивкою на 67 причин смерті (на 100 000 населення). Дані накопичувалися з 1980 року.

Європейська база даних кадрових та технічних ресурсів охорони здоров'я (HlthRes-DB) збирає різноманітні статистичні дані щодо персоналу та технічних ресурсів у сфері охорони здоров'я, а також інформацію про не фінансові ресурси, необхідні для надання медичної допомоги. Ці дані зібрані спільними зусиллями статистичного бюро Європейського союзу (Євростат), Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) і Європейського регіонального бюро Всесвітньої організації охорони здоров'я.



Європейська інформаційна система з навколишнього середовища та здоров'я (ENHIS) містить фактичні дані та призначена для допомоги у формуванні політики в сферах суспільного здоров'я та навколишнього середовища в Європейському регіоні ВООЗ. Ця система є інтерактивною базою даних, яка містить національні показники та регіональні оцінки (інформаційні листи), в яких також містяться відомості про методи отримання даних та розрахунку показників. Показники ENHIS надають інформацію про схильність населення до різних факторів, показники здоров'я та національні стратегії в галузях охорони навколишнього середовища та здоров'я.

У базі даних ВООЗ щодо здоров'я дітей та підлітків (CANH) зібрано статистичні дані, які базуються на показниках здоров'я та благополуччя молоді. Ці дані були скомпільовані з різних джерел у рамках спільного проекту, що проводиться програмними підрозділами ВООЗ, а також у співпраці з центрами та партнерами.

Ця база даних створена з метою підтримки впровадження Європейської стратегії охорони здоров'я дітей та підлітків (2014). Вона містить актуальну інформацію для моніторингу прогресу відповідно до показників здоров'я молоді в 53 державах-членах Європейського регіону ВООЗ.

Щодо політики вакцинації проти сезонного грипу та охоплення вакцинацією, з 2015–2016 років Європейське регіональне бюро ВООЗ збирає дані у всіх державах-членах за допомогою Єдиної форми звітності (ЄФЗ), яку річно заповнюють керівники національних програм імунізації. У деяких випадках були отримані додаткові дані з офіційних національних звітів щодо вакцинації проти грипу.

Основними даними є показники охоплення вакцинацією та рекомендації щодо вакцинації для різних груп населення, таких як особи похилого віку, вагітні жінки, медичний персонал, діти та люди з хронічними захворюваннями.

Дані збору щодо поведінки дітей шкільного віку стосовно здоров'я (HBSC) складають сукупний набір інформації, що використовується для міжнародного звіту ВООЗ з результатами обстежень щодо здоров'я дітей та підлітків, проведених у 2016 та 2018 роках.

Дані щодо харчування матері під час вагітності, фізичної активності та набору маси тіла під час вагітності представлені для різних країн Європейського регіону ВООЗ. Вони надають змогу аналізувати національні рекомендації щодо харчування, фізичної активності та контролю маси тіла під час вагітності.



Основні розділи цього звіту охоплюють співпрацю у боротьбі зі стійкістю до протимікробних препаратів; прогрес у проведенні епідеміологічного нагляду, функціонування референс-лабораторій та контроль якості; показники стійкості до антибіотиків.

Глобальний огляд політики у сфері харчування включає інформацію про національні стратегії, плани дій та політику, спрямовану на підтримку здорового харчового способу життя. Збір цих даних базується на анкетуванні 53 держав-членів Європейського регіону ВООЗ у другій половині 2016 року.

Аналіз політики здоров'я дітей та підлітків у Європі відбувається в рамках Європейської стратегії охорони здоров'я дітей та підлітків на 2015-2020 роки, прийнятої державами-членами Європейського регіону ВООЗ. Головна мета цієї стратегії полягає у підтримці країн-учасниць у формуванні стратегій та політичних заходів з метою зменшення хвороб, інвалідності та смертності серед дітей та підлітків, забезпечуючи їм можливість повноцінного розвитку та здоров'я.

Програма Здоров'я-2020, запроваджена Європейським регіональним бюро ВООЗ, включає ключові індикатори політики, узгоджені з країнами-членами для моніторингу прогресу у досягненні цілей цієї політики. Ці дані базуються на офіційних джерелах ВООЗ та інших джерелах, таких як ЮНЕСКО та ПРООН, та представлені як на національному рівні, так і узагальнено за групами країн-членів.

Дослідження у сфері електронної охорони здоров'я, проведене у 2015 році, включає дані, надані державами-членами в рамках Глобального опитування ВООЗ з електронної охорони здоров'я (e-Health). Ці дані дозволяють оцінити основні факти та тенденції розвитку електронної охорони здоров'я в Європейському регіоні на 2016 рік. У дослідженні взяли участь 46 держав-членів Європейського регіону ВООЗ.

Основні розділи дослідження включають: базові поняття електронної охорони здоров'я, мобільну охорону здоров'я, телемедицину, електронне навчання в медичних науках, електронні медичні карти, правові основи електронної охорони здоров'я, використання соціальних мереж та аналіз великих обсягів даних.

Єдиний механізм моніторингу (ЄММ) був створений для звітності за показниками трьох систем моніторингу: Цілей сталого розвитку (ЦСР), політики «Здоров'я – 2020» та Глобального плану дій з профілактики та боротьби з неінфекційними захворюваннями (НІЗ)

на 2013-2020 роки. ЄММ було схвалено Європейським регіональним комітетом у вересні 2018 року.

Комплексне використання цих показників дозволяє різним секторам вживати заходів для покращення громадського здоров'я та ефективної роботи медичних установ.

Отже, вивчення європейських та національних баз даних про здоров'я населення показало важливість та необхідність медико-статистичної інформації для ефективного управління системою охорони здоров'я. Дані, які систематизуються та аналізуються медико-статистичною службою України, є критичними для моніторингу та оцінки стану здоров'я населення, планування та реалізації медичних програм. Співпраця з європейськими структурами дозволяє інтегрувати українські дані у міжнародні системи, підвищуючи точність та ефективність рішень у сфері охорони здоров'я. Використання сучасних технологій для збирання та обробки даних сприяє покращенню управлінських процесів та забезпечує високу якість медичних послуг.

Список використаних джерел

1. Гайдаєв, Ю. О. Наукове обґрунтування моделі впровадження в Україні державних цільових програм покращення здоров'я населення : дис. ... д-ра мед. наук / Ю. О. Гайдаєв ; НМАПО ім. Шупика МОЗ України. – Київ, 2007. – 26 с.;
2. Громадське здоров'я : підручник для студ. вищих мед. навч. закладів / В. Ф. Москаленко, О. П. Гульчій, Т. С. Грузева [та ін.]. – Вид. 3. – Вінниця : Нова Книга, 2013. – С. 71–142.;
3. Загальна епідеміологія з основами доказової медицини : посібник до практичних занять : навч. посіб. / за ред. В. І. Покровського, Н. І. Брико. – 2-е вид., випр. і доп. – М. : ГЕОТАР-Медіа, 2012. – 496 с.;
4. Посібник із соціальної медицини та організації охорони здоров'я / за ред. Ю. В. Вороненка. – Київ : Здоров'я, 2002. – С. 5-78.;
5. Пузанова, О. Г., & Грузева, Т. С. Інформаційне забезпечення доказової охорони здоров'я. Частина I / О. Г. Пузанова, Т. С. Грузева // Доказ. мед. – 2014. – № 4(16). – С. 23–33.;
6. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я / під заг. ред. Ю. В. Вороненка, В. Ф. Москаленка. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. – 680 с.;
7. Gerstman, B. B. Basic Biostatistics: Statistics for Public Health Practice / B. Burt Gerstman. – Jones and Bartlett Publishers, 2008. – 557 p.;
8. Wassertheil-Smoller, S. Biostatistics and Epidemiology: A Primer for Health and Biomedical Professionals / Sylvia Wassertheil-Smoller. – Springer Science & Business Media, 2004. – 244 p.;
9. Sullivan, L. M. Essentials of Biostatistics in Public Health / Lisa Marie Sullivan. – Jones & Bartlett Learning, 2008. – 213 p.



УДК 616.24-002:053.2:616.071

СТРАТИФІКАЦІЯ РИЗИКУ ТЯЖКОСТІ ПЕРЕБІГУ ПОЗАЛІКАРНЯНОЇ ПНЕВМОНІЇ У ДІТЕЙ

Нечитайло Ю.М., Буряк О.Г., Ковтюк Н.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

nechitailo.yuri@bsmu.edu.ua, buriakoleksandr1983@gmail.com, nkovtyuk@gmail.com

Анотація. Гострі запальні захворювання дихальної системи у дітей у всьому світі вважаються найпоширенішою та серйозною причиною високої захворюваності, частоти госпіталізації та смертності. Тільки гостра позалікарняна пневмонія (ГПП) є причиною смерті близько 16% дітей до 5 років у всьому світі. Покази до госпіталізації дитини з ГПП значно відрізняються залежно від країни, регіону та лікарні, і переважно залежать від прогностичної оцінки тяжкості захворювання. Поряд з тим, часто зустрічається необґрунтована госпіталізація, яка представляє потенційно непотрібне навантаження на психіку дитини, на її сім'ю та на систему охорони здоров'я.

Ключові слова: гостра пневмонія, діти, прогноз тяжкості перебігу, час капілярного наповнення.

Актуальність. Гостра позалікарняна пневмонія (ГПП) займає в світі одне з перших місць серед найпоширеніших причин госпіталізації у педіатричні лікарні [1]. За даними багатоцентрових досліджень, тільки сама пневмонія є причиною смерті близько 16% дітей до 5 років у всьому світі, а всі запальні захворювання органів дихання призводять до безлічі ускладнень [2, 3]. В США направлення дітей з ГПП в стаціонар входять у п'ятірку найчастіших та найбільш дорогавартісних випадків. З іншого боку, необґрунтована госпіталізація також представляє значне та потенційно непотрібне навантаження на психіку дитини, на її сім'ю та на систему охорони здоров'я [4]. Покази до госпіталізації дитини з ГПП значно відрізняються залежно від країни, регіону та лікарні. Навіть після оцінки прогностичної тяжкості захворювання та регіональних відмінностей структури лікарняних закладів, критерії госпіталізації не узгоджуються між амбулаторною та стаціонарною установами [5, 6]. Особливо актуально це питання повстало в період епідемії COVID-19, під час якої диференціальна діагностика, встановлення адекватного діагнозу та оцінки тяжкості перебігу



хвороби мали вирішальне значення для успішного лікування та уникнення ускладнень [7]. Крім того, у багатьох клінічних дослідженнях було виявлено збільшення коротко- та віддаленого ризику серцево-судинних подій після ГПП та гострих респіраторних інфекцій [8].

Точна оцінка та прогнозування тяжкості захворювання має вирішальне значення до прийняття рішення про госпіталізацію та вибір лікувальної тактики при будь якій хворобі [9]. Серйозні ускладнення пневмонії, такі як емпієма, абсцес, дихальна та серцево-судинна недостатність, сепсис можуть привести до смерті у невеликої частини дітей. Раннє виявлення дітей групи ризику важкого перебігу захворювання має вирішальне значення для ефективного лікування [10]. Але рішення лікувальної тактики наразі приймаються у дітей з ГПП часто на основі результатів неповного клінічного обстеження, недостатніх лабораторних маркерів, рентгенографії ОГК та звичайно не дають прогностичної оцінки характеру перебігу захворювання [11]. В ряді країн, для дорослих із ГПП існують окремі шкали ступенів прогностичної тяжкості з оцінкою в балах, що зменшує госпіталізацію та тривале використання високих доз антибіотиків широкого спектру у пацієнтів з низьким ризиком [12]. Національні рекомендації в різних країнах щодо пневмонії для дітей переважно екстраполюють критерії для госпіталізації з настанов для дорослих [10].

Прогнозування перебігу хвороби та необхідної лікувальної тактики має бути клінічними та біологічними, цілком реальним та зручним, придатним у застосуванні біля ліжка хворого і постулюватися, як реальна асоціація з тяжкістю захворювання [12, 13]. Критерії оцінки не повинні бути надто суб'єктивними або демонструвати множинну колінеарність. Список прогностичних змінних має включати демографічні показники, симптоми, життєві ознаки, результати фізичного, лабораторного та рентгенологічного обстеження [14]. Існуючі моделі прогнозування переважно розроблені з використанням логістичної регресії. Проста порядкова регресія моделі підходить для кожного придатного предиктора для оцінки його індивідуальної асоціації, повна модель повинна включати всі придатні предиктори [15, 16]. Складнощами побудови моделі прогнозування важкості перебігу у дітей є наявність вікових відмінностей у фізіологічних показниках – частоті серцевих скорочень, частоті дихання, рівня артеріального тиску тощо, які необхідно трансформувати у z-бали вікової групи.

Мета дослідження. Оцінити за рядом предикторів особливості перебігу гострої позалікарняної пневмонії у дітей та застосувати шкалу клінічної оцінки з виділенням групи підвищеного ризику важкого перебігу хвороби.



Матеріали і методи дослідження. У роботі проаналізовано перебіг ГПП у 84 дітей віком від одного до шести років, які знаходилися на стаціонарному лікуванні. Тяжкість перебігу хвороби оцінювалася за клінічними, лабораторними та рентгенологічними даними при госпіталізації у балах за наступною шкалою: легкий перебіг – 1 бал, середньо тяжкий – 2, тяжкий – 3. Проаналізовано взаємозв'язки між перебігом хвороби та рядом предикторів. У групу предикторів були включені показники наведені у таблиці 1. Крім клінічних симптомів застосовувався тест на наповнення капілярів, який виконувався шляхом сильного натискання на передню поверхню дистальної фаланги правого вказівного пальця за допомогою предметного скла, поки шкіра не побіліла. Цей тиск підтримувався протягом 10", після зняття тиску фіксувався час до повернення рожевого кольору. Час довше двох секунд вважався пролонгованим.

Таблиця 1.

Шкала оцінки клінічних показників

Предиктор	Розмірність оцінки (бали)		
	1 бал	2 бала	3 бала
Вікова група	5-7 років	2-5 років	До 2 років
День хвороби	1 день	2-3 день	Більше 3 днів
Попередні респіраторні захворювання	Не було	Часті ГРВІ	Пневмонія
Температура при госпіталізації	До 37,5°C	37,5-38,5°C	Вище 38,5°C
Аномальний колір шкіри	Немає	Блідий	Цанотичний
Капілярне наповнення	До 2 сек	2-4 сек	Більше 4 сек
Сатурація крові	Вище 95%	92-95%	Нижче 92%
Пасивне паління	Немає	Палить один з батьків	Палять обоє батьків
Кашель	Немає	Зрідка	Інтенсивний
Задуха	Немає	Незначна	Значна
Частота серцевих скорочень	Вікова норма	До 50% норми	Більше 50%
Частота дихання	Вікова норма	До 50% норми	Більше 50%
Перкуторно, притуплення	Немає	Незначне	Значне
Аускультативно, хрипи	Поодинокі	Постійні розсіяні	Постійні локалізовані

Отримані результати оброблялися статистично з використанням програми Statistica 6,0 (StatSoft) параметричними та непараметричними методами, для твердження про вірогідність різниці враховувалася загальноприйнята в медикобіологічних дослідженнях величина рівня ймовірності $p < 0,05$.

Результати. За тяжкістю стану дитини при госпіталізації у лікарню відмічено легкий перебіг у 24 дітей (28,6%), середньої тяжкості – у 27 дітей (32,1%), тяжкий у 33 дітей (39,3%). В групі з легким перебігом переважали діти молодшого віку (37,5%), що пов'язано з особливостями протоколу лікування, ці ж діти госпіталізувалися переважно у перший день хвороби (24 дитини, 40,7%). Серед обраних предикторів тяжкість перебігу вірогідно корелювала із збільшенням частоти дихання ($r=0,40$, $p<0,05$), укороченням перкуторного звуку над місцем запалення ($r=0,44$, $p<0,05$) та зростанням часу капілярного наповнення ($r=0,41$, $p<0,05$). Серед інших предикторів слабка кореляція реєструвалася з впливом пасивного паління ($r=0,17$, $p>0,05$) та ступенем сатурації крові киснем ($r=0,44$, $p>0,05$).

Кластерний аналіз всіх предикторів вказує на найвищі зв'язки тяжкості перебігу ГПП з безпосередніми її проявами, змінами при об'єктивному обстеженні з боку дихальної та серцево-судинної систем: з частотою дихання, кашлем, перкуторними та аускультативними змінами, збільшенням частоти серцевих скорочень та погіршення мікроциркуляції за тестом капілярного наповнення (рис. 1).

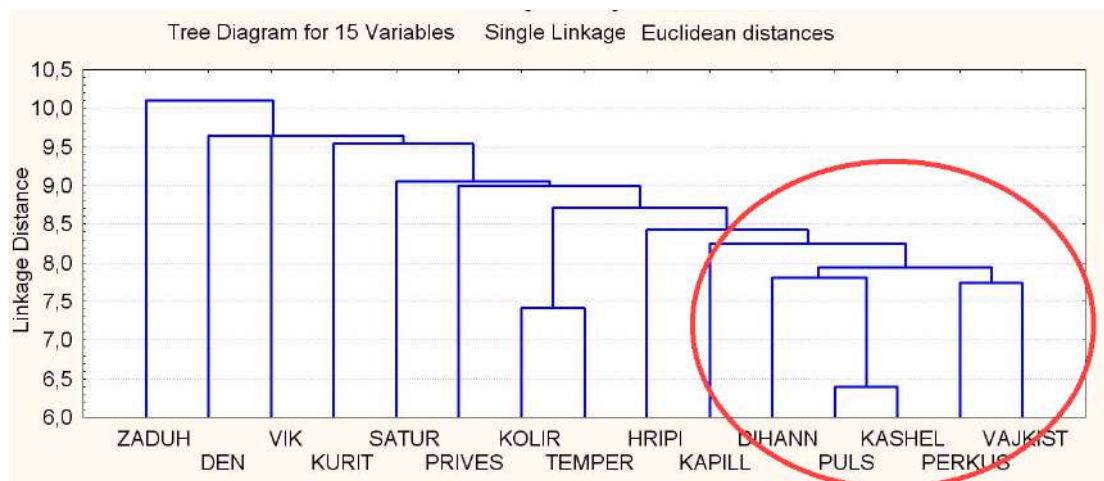


Рис. 1. Дерево кластерних зв'язків між тяжкістю перебігу ГПП та предикторами.

Застосування тесту на наповнення капілярів в педіатричній практиці обмежене тільки відділеннями інтенсивної терапії, в той час як цей тест може розширити можливості прогнозування перебігу ГПП. Тест можна використовувати в якості фактору стратифікації

ризик важкого перебігу ГПП, взявши його полярні значення. Відповідно його рівень менше 2 секунд на 95% описує прогноз нетяжкого перебігу хвороби, в той час як показник тривалістю більше 4 секунд є предиктором більш тяжкого перебігу ГПП (рис.2). В динаміці лікування цей тест у дітей з тяжким перебігом досить швидко покращується і зворотно корелює з показником сатурації крові киснем. На думку ряду дослідників (Idrus NL et al; Jacquet-Lagrèze M et al) [11, 12] значимість цього простого тесту недооцінюється лікарями.

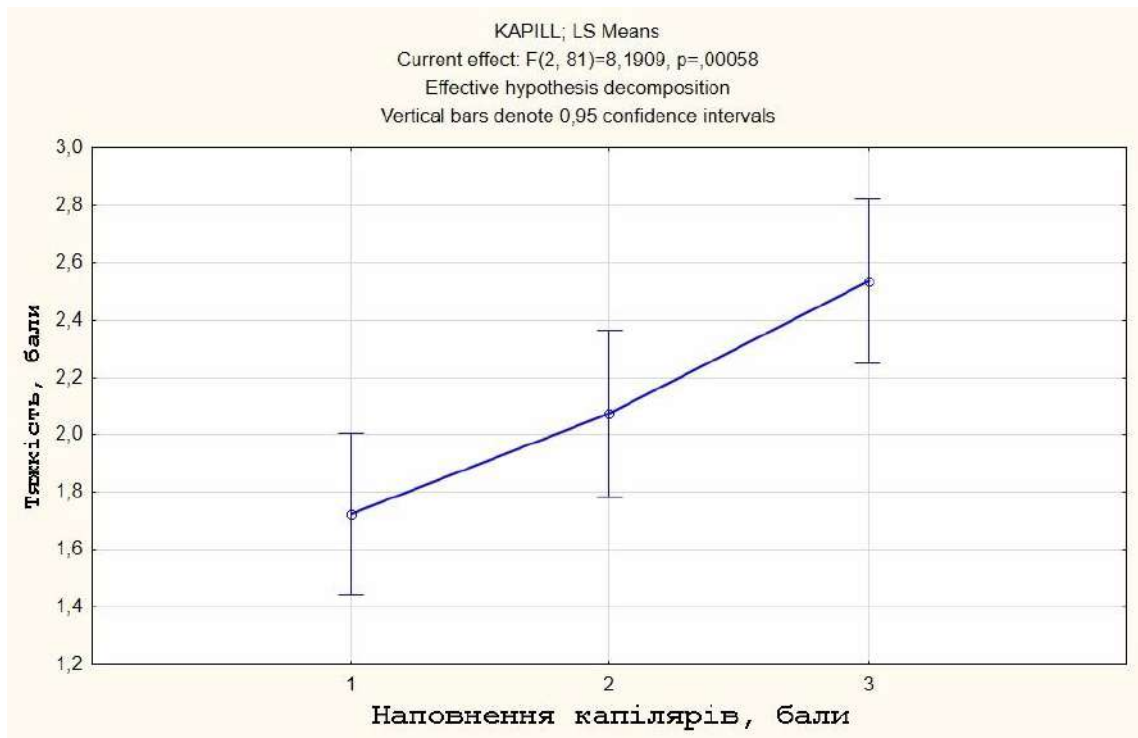


Рис.2. Взаємозв'язок тесту на наповнення капілярів з тяжкістю перебігу ГПП.

Тривалий час тесту на наповнення капілярів асоціює з важким перебігом ГПП, при цьому ризик за відношенням шансів (OR) зростає і складає 1,36 (95% довірчий інтервал -0,47-3,97, $p=0,680$). Тест відрізняється досить високою чутливістю (0,71), але слабкою специфічністю (0,39).

Висновки. Клінічні симптоми ГПП при госпіталізації дітей мають різне прогностичне значення для оцінки перебігу захворювання. Виділення групи підвищеного ризику тяжкого перебігу хвороби дає можливість вибрати раціональну лікувальну тактику. Тяжкість перебігу ГПП має найвищу кореляцію з такими предикторами, як укорочення перкуторного звуку над місцем запалення, зростання часу капілярного наповнення, збільшення частоти дихання. Присутність таких змін дає можливість прогнозувати ризик тяжкого перебігу ГПП.

Перспективи подальших досліджень. Раціональним може бути розробка прогностичної моделі тяжкості перебігу для іншої респіраторної патології – для гострого бронхіту та бронхіоліту.

References

1. Borges J, Rosa MV, Fernandes RM, NogueiraPJ, Bandeira T. Hospital admissions in children with acute respiratory disease in Portugal. *Pulmonology*. 2019 Mar-Apr;25(2):122-125. doi: 10.1016/j.pulmoe.2018.12.004.
2. Feng Z, Xu B, Zhong L, Chen J, Deng J, Luo Z, Cao L, Tang Y, Li C, Jin R, Deng L, Shang Y, Wu Y, Zhao H, Feng Q, Chen X, Xu L, Xie Z. A multicentre study on the incidence of respiratory viruses in children with community-acquired pneumonia requiring hospitalization in the setting of the zero-COVID policy in China. *Arch Virol*. 2023 Jan 13;168(2):64. doi: 10.1007/s00705-023-05698-6.
3. Florin TA, Tancredi DJ, Ambroggio L, Babl FE, Dalziel SR, Eckerle M, Mintegi S, Neuman M, Plint AC, Kuppermann N; Pediatric Emergency Research Networks (PERN) Pneumonia Investigators. Predicting severe pneumonia in the emergency department: a global study of the Pediatric Emergency Research Networks (PERN)-study protocol. *BMJ Open*. 2020 Dec 2;10(12):e041093. doi:10.1136/bmjopen-2020-041093.
4. Dean P, Schumacher D, Florin TA. Defining pneumonia severity in children: a Delphi study. *Pediatr Emerg Care*. 2021 Dec 1;37(12):e1482-e1490. doi:10.1097/PEC.0000000000002088.
5. Gross CJ, Porter JJ, Lipsett SC, Monuteaux MC, Hirsch AW, Neuman MI. Variation in management and outcomes of children with complicated pneumonia. *Hosp Pediatr*. 2021 Mar;11(3):207-214. doi: 10.1542/hpeds.2020-001800.
6. Chen L, Miao C, Chen Yet al. Age-specific risk factors of severe pneumonia among pediatric patients hospitalized with community-acquired pneumonia. *Ital J Pediatr*. 2021 Apr 23;47(1):100. doi: 10.1186/s13052-021-01042-3.
7. Guzik TJ, Mohiddin SA, Dimarco A et al. COVID-19 and the cardiovascular system: implications for risk assessment, diagnosis, and treatment options. *Cardiovasc Res*. 2020 Aug 1;116(10):1666-1687. doi: 10.1093/cvr/cvaa106.
8. HashemiSH, Saki F, Borzouei S, Bawand R, Soltanian A. Comprehensive comparison of clinicoradiological, laboratory, and prognostic factors of community-acquired pneumonia in diabetic and nondiabetic hospitalized patients. *Turk J Med Sci*. 2023 Oct 10;53(6):1776-1785. doi: 10.55730/1300-0144.5747.
9. Sahoo P, Sharma SK, Saha S, Jain D, Mondal S. A multistage framework for respiratory disease detection and assessing severity in chest X-ray images. *SciRep*. 2024 May 29;14(1):12380. doi: 10.1038/s41598-024-60861-6.
10. Pranathi BS, Lakshminarayana SK, Kumble D, RangegowdaRK, Kariyappa M, Chinnappa GD. A Study of the Clinical Profile and Respiratory Index of Severity in Children (RISC) Score in Infants Admitted With Acute Respiratory Infections at a Tertiary Care Hospital. *Cureus*. 2023 Aug 7;15(8):e43100. doi: 10.7759/cureus.43100.



11. Idrus NL, Md Jamal S, Abu Bakar A, Embong H, Ahmad NS. Comparison of clinical and laboratory characteristics between severe and non-severe dengue in paediatrics. PLoS Negl Trop Dis. 2023 Dec 19;17(12):e0011839. doi:10.1371/journal.pntd.0011839.
12. Jacquet-Lagrèze M, Pernollet A, Kattan E, Ait-Oufella H, Chesnel D, Ruste M, Schweizer R, Allaouchiche B, Hernandez G, Fellahi JL. Prognostic value of capillary refill time in adult patients: a systematic review with meta-analysis. Crit Care. 2023 Dec 2;27(1):473. doi: 10.1186/s13054-023-04751-9.
13. Fan J, Chen ZY, Chen PY, Chen CH. Application of ultrasonic cardiac output monitor in evaluation of cardiac function in children with severe pneumonia. Zhongguo Dang Dai ErKeZaZhi. 2016 Sep;18(9):817-820. doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2016.09.006.
14. Restrepo MI, Reyes LF. Pneumonia as a cardiovascular disease. Respirology. 2018 Mar;23(3):250-259. doi: 10.1111/resp.13233.
15. Schondelmeyer AC, Dewan ML, Brady PW, Timmons KM, Cable R, Britto MT, Bonafide CP. Cardiorespiratory and Pulse Oximetry Monitoring in Hospitalized Children: A Delphi Process. Pediatrics. 2020 Aug;146(2):e20193336. doi: 10.1542/peds.2019-3336.
16. Fernández-Sarmiento J, Lamprea S, Barrera S, Acevedo L, Duque C, Trujillo M, Aguirre V, Jimenez C. The association between prolonged capillary refill time and microcirculation changes in children with sepsis. BMC Pediatr. 2024 Jan20;24(1):68. doi: 10.1186/s12887-024-04524-5.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ПОТОКУ ІРИГАНТА В КОРЕНЕВОМУ КАНАЛІ ЗУБА

Рожко В.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

rozhkovi1980@ukr.net

У сучасних умовах у стратегії ендодонтичного лікування використовують концепцію біологічної доцільності втручання. Мінімально інвазивна ендодонтія сприяє збереженню якомога більшої кількості здорових твердих тканин кореневого каналу зуба з метою підтримки його міцності та функціональності. Однак, при цьому страждає якість ірригації системи кореневого каналу, в менший об'єм потрапляє менше ірригаційного розчину в одиницю часу. Ірригація очищує канал, хімічно впливаючи на тканини та мікроорганізми, їх токсини, дентинний дебрис, залишки некротичної та вітальної тканини. Без цього успішний результат неможливий. Ірригація також є єдиним способом впливу на ті ділянки стінки кореневого каналу, які не торкаються механічними інструментами, а це за даними літературних джерел



від 20 до 80 %. Важливість проблеми мотивує постійний інтерес дослідників - за останні 15 років опубліковано безліч робіт і постійно проводяться нові дослідження. Вони охоплюють широкий спектр методів і моделей, починаючи від базових і трансляційних (або прикладних) до клінічних досліджень.

Мета роботи: провести чисельне моделювання потоку іриганта у кореновому каналі зуба, використовуючи рівняння Нав'є-Стокса.

Моделювання нестационарного потоку іриганта, а саме 6% розчину гіпохлориту натрію проводилося з ендодонтичної голки закритого типу з бічним отвором розміру 30G. Канал зуба був попередньо розширений інструментом RaCe 4%-30 фірми FKG Dentaire (Швейцарія) до овальної форми і спочатку заповнений водою. Геометрична форма каналу була побудована відповідно до підготовленого реального каналу в нижньому різці. Довжина каналу – 12 мм. Відстань від кінчика голки до апікального отвору каналу – 1 мм.

Чисельне моделювання течії іриганта виконувалося в нестационарній постановці з використанням рівняння нерозривності і тривимірних усереднених по Рейнольдсу рівнянь Нав'є-Стокса нестисненої в'язкої рідини із визначеними параметрами.

Математичною особливістю рівнянь Нав'є-Стокса нестисненої рідини є відсутність тиску в рівнянні неперервності, що призводить до необхідності введення додаткових чисельних процедур, що зв'язують поля тиску та швидкостей. Для взаємної корекції полів тиску та швидкостей використовується метод штучної стисненості.

Граничні умови були встановлені наступним чином. У вхідному перерізі голки з боку гирла задавалася фіксована витрата іриганта. На внутрішній поверхні коренового каналу та поверхні іригаційної голки задавалися умови прилипання. На вихідній межі в гирловій частині каналу граничні умови були задані за допомогою методу характеристик.

Отже, нами було проведено математичне обчислення течії іриганта в кореновому каналі зуба, що надалі дає можливість створити комп'ютерну модель потоку з ендодонтичної голки на різних відстанях від апікального отвору та вивчити гідродинамічні параметри іриганційного розчину.



**СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНИХ АСПЕКТІВ МАРШРУТУ
ГОСПІТАЛІЗОВАНИХ ПАЦІЄНТІВ, ХВОРИХ НА БРОНХІОЛІТ, У «ДОКОВІДНИЙ»
ПЕРІОД**

Рудан К.В., Богуцька Н.К., Петрів У.М., Шкодин А.О.

Буковинський державний медичний університет,

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

xenia.rudan@gmail.com

За даними ВООЗ респіраторна патологія займає перше місце серед усіх захворювань, особливо в дитячій популяції, зокрема 85% випадків гострих респіраторних захворювань (ГРЗ) припадає саме на дитячий вік, а найвищі показники захворюваності фіксують у віці 6 міс – 3 роки. ГРЗ в дитячому віці пов'язана не лише з поширеністю, але й із ймовірними тяжким перебігом та ускладненнями, що потребують госпіталізації та більш інтенсивного лікування. У допандемічний та пандемічний на COVID-19 періоди спостерігалась зміна структури ГРЗ у дітей. Бронхіоліт (Б) є основною причиною госпіталізації дітей віком до 2 років, хоча частота таких госпіталізацій в окремих країнах знизилась, особливо під час пандемії COVID-19. У динаміці до і після пандемії змінюються підходи до ведення пацієнтів дитячого віку із проявами ГРЗ. Наразі єдиним рекомендованим підходом до лікування Б є переважно підтримуюча терапія, що часто не відповідає реаліям практичної медицини. Динамічний аналіз змін у підходах до ведення таких пацієнтів може дозволити поліпшити стратегії деїмплементції використання недоказової терапії Б у дітей.

Метою дослідження було здійснити клініко-епідеміологічний аналіз лікування та пошук відповідних статистичних методів його подальшого здійснення задля виявлення проблемних аспектів ведення госпіталізованих пацієнтів, хворих на Б, у період до пандемії COVID-19. З цією метою здійснили ретроспективний клінічно-епідеміологічний аналіз медичних карт стаціонарних хворих та вивчили структуру когорти госпіталізованих випадків із діагнозом «бронхіоліт» при поступленні або виписці (усього 132 випадки) та з остаточним діагнозом «бронхіоліт» (усього 69 випадків) за 2017-2018 рр. Для динамічної оцінки порівнювали ці дані із результатами аналізу медичної документації за січень-лютий 2019 року (усього 28 та 204 дітей із остаточними діагнозами «бронхіоліт» та іншими ГРЗ відповідно).

У 2017-2018 рр до госпіталізації діти, хворі на Б, отримували антибіотики, призначені на первинній ланці, у 30,4% випадків тривалістю $3,4 \pm 2,9$ день (min-max: 1-10) проти 7% випадків з тривалістю до 1 дня у 2019 р. Діти, хворі на Б, на етапі стаціонарного лікування отримували антибіотики – у 92,8% проти 60,7% у 2017-18 рр та 2019 р. відповідно, причому два антибіотики – в 30,4% та 18% випадків відповідно (у 2017-18 рр проти 2019 р.), тривалістю $7,3 \pm 2,6$ днів (min-max: 1-17 днів) проти $7,5 \pm 2,6$ днів (min-max: 2-11 днів) ($P > 0,05$). Загалом антибіотикотерапію (АБ-терапію) отримували діти з Б тривалістю $8,4 \pm 2,8$ днів проти $8,0 \pm 3,0$ днів ($P > 0,05$) в у 2017-18 рр та 2019 р. відповідно. За даними кореляційного аналізу застосування АБ-терапії до поступлення прямо слабо асоціювало з менш частим та менш тривалим застосуванням противірусних засобів у відділенні ($r = 0,27$; $p < 0,03$), як і застосування противірусних засобів у відділенні асоціювало з меншою тривалістю АБ-терапії у відділенні ($r = 0,26$; $p < 0,02$). Крім того, із тривалістю АБ-терапії у відділенні прямо асоціювали наявність використання гіпертонічного / фізіологічного розчину через небулайзер та тривалість застосування бронходилататорів (беродуал тощо) у відділенні ($r = 0,46$; $p < 0,001$). Отже, хоча єдиним рекомендованим підходом до лікування Б є переважно підтримуюча терапія, однак на практиці існують великі відмінності в догляді за немовлятами, госпіталізованими з Б. Однак слід відмітити позитивну тенденцію до зменшення відносного ризику призначення АБ-терапії у 2019 році у порівнянні з 2017-2018 рр у 1,4 рази (95%ДІ: 0,8-2,7) та абсолютного ризику такої терапії на 18%.

Оскільки в досліджуваній когорті практично усі пацієнти отримували АБ-терапію, окремі статистичні методи аналізу її ефективності було неможливо застосувати. У подальшому планується застосувати порівняння середніх значень ефективності лікування у групі лікування проти контрольної групи, метод логістичної регресії для моделювання поліпшення лікування як функції ймовірних предикторів (вік, початкова тяжкість стану тощо). Крім того, планується застосувати модель пропорційних ризиків (регресія Кокса) для оцінки впливу лікування на час до настання поліпшення та зміни у потребі респіраторної підтримки. Зважаючи на швидкий розвиток використання штучного інтелекту в медичній галузі, в подальшому вирішили оцінити можливості машинного опрацювання даних лікування дітей із Б для вдосконалення маршруту пацієнтів із ГРЗ.

Незважаючи на доказові дані про те, що АБ-терапія не потрібна для лікування Б, її використання в практичній медицині у «доковідний» період було широко поширене, та асоціювало із частішим необгрутованим призначенням інших недоказових методів лікування



госпіталізованих пацієнтів. Подальший аналіз із застосуванням сучасних статистичних методів дозволить поліпшити підходи до розробки дієвого маршруту пацієнта та деімплементувати використання недоказової терапії Б у дітей.

ВИКОРИСТАННЯ НЕСТАНДАРТНИХ МЕТОДІВ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я

Сімон К.І., Крячкова Л.В., Семенов В.В.

Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро

302_14@dmu.edu.ua, 302_01@dmu.edu.ua, 302_17@dmu.edu.ua

Дослідники у сфері громадського здоров'я часто стикаються з комплексними проблемами, які потребують ефективних та дієвих рішень. Однак, наявні методи інколи виявляються недостатньо ефективними або занадто ресурсовитратними. Це спонукає до пошуку нових підходів, зокрема, багатовимірного статистичного аналізу та інтеграції різних статистичних методів у складніші аналітичні інструменти.

У рамках грантового проєкту «Personalized CANcer Primary Prevention research through Citizen Participation and digitally enabled social innovation (4P-CAN), Горизонт Європа», висувалася гіпотеза щодо впливу концентрації відомих забруднювачів повітря на епідеміологію (захворюваність, поширеність, смертність) онкологічних захворювань. Доведення цієї гіпотези, в ідеалі, вимагало б проведення досить довготривалого когортного дослідження, яке на цей час не було можливим, тому було вирішено застосувати метод екологічного дослідження.

Аналіз базувався на припущенні, що рівні забруднювачів повітря впливають на рівень захворюваності/поширеності/смертності з деякою затримкою (лагом), тому це означає, що можна передбачити Y_t на основі X_{t-n} або принаймні знайти певний зв'язок між ними, де Y_t — рівень захворюваності/поширеності/смертності в певний момент часу «t», а X_{t-n} — рівень забруднювача повітря за «n» років до часу «t». Істинний лаг «n» може бути різним для різних X і Y , тому всі можливі комбінації X і Y і численні лаги (від 1 до 6) були перевірені, щоб отримати повну картину.

Після проведення первинного аналізу даних стало ясно, що регресія або кореляція між рівнями X і Y для всіх регіонів без будь-якого коригування не буде валідною оцінкою через



унікальну ситуацію в кожному регіоні. Під унікальною ситуацією мається на увазі, що рівень забруднювачів повітря не є єдиним фактором, який впливає на онкозахворюваність, і кожен регіон має певну унікальну комбінацію цих факторів, які впливають на змінну Y , і, на жаль, не були доступні для виміру з метою врахування їх впливу. Як виявилось під час детального розгляду даних за допомогою діаграми розсіювання, всі точки, що відносяться до однієї області, але до різних років розташовувалися ближче один до одного, ніж точки, що відносяться до одного року, але до різних областей. Це означає, що ієрархічна структура даних (приналежність до певного регіону) має чималий вплив на розподіл даних.

Була спроба використати ієрархічні лінійні моделі для врахування відмінностей між регіонами, але ця спроба виявилась невдалою. Імовірними причинами цього були обмежена кількість точок даних у кожному регіоні, наявність викидів, гетероскедастичність та відсутність будь-яких корисних зовнішніх змінних, які могли б допомогти скоригувати дані з урахуванням унікальності ситуації в регіоні. Тож єдиним варіантом, який залишився, було спробувати виконати кореляційний аналіз із поправкою на регіональні відмінності.

Кількість спостережень, доступних для кожної області, була недостатня для отримання будь-яких статистично значущих результатів за допомогою розрахунку традиційного коефіцієнта кореляції (Спірмена чи Пірсона) для кожного регіону окремо, тому було вирішено ранжувати як X , так і Y у порядку зростання і потім об'єднати ці значення в один набір даних. Додавання цього етапу в обчислення дозволяє нам ізолювати вплив невідомих змінних для кожного регіону, компенсувати наявність викидів та гетероскедастичності та в цілому збільшити достовірність результатів. Після цієї трансформації даних для них було розраховано коефіцієнт кореляції Спірмена.

Використовуючи даний підхід було отримано результати які відповідали висунутій гіпотезі: виявлено прямий кореляційний зв'язок слабкої-середньої сили між кількістю атмосферних викидів певних забрудників та рівнями первинної захворюваності і смертності на певні онкологічні захворювання з певним лагом (в основному 2-5 років).

Таким чином, інтеграція різних статистичних методів дозволяє більш ефективно вирішувати складні проблеми громадського здоров'я. Це забезпечує комплексний підхід до аналізу даних, дозволяє враховувати численні фактори та їх взаємодію, а також знижує витрати ресурсів.



РОЛЬ МЕДИЧНОЇ СТАТИСТИКИ У РЕФОРМУВАННІ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Юрнюк С.В.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

yurnuk.slava@bsmu.edu.ua

Ключовим аспектом реформування сучасної системи охорони здоров'я в Україні є збереження та покращення здоров'я населення та підвищення якості надання медичної допомоги. Це неможливо досягти без впорядкування всіх структур системи, зокрема, медичної статистики. Одним з ключових завдань є проведення всебічного аналізу стану та тенденцій розвитку мережі медичних закладів з метою забезпечення системи охорони здоров'я якісною та своєчасною інформацією. Медикостатистична інформація є основою для розробки стратегій подальшого розвитку та є показником ефективності управлінських рішень. Вона відіграє важливу роль в аналізі даних у XXI столітті, є основним джерелом для збору, аналізу та інтерпретації інформації, що сприяє ухваленню рішень у медичній практиці, наукових дослідженнях та розробці політики охорони здоров'я. Для забезпечення точного та правильного аналізу необхідно використовувати різноманітні джерела інформації, такі як математичні та статистичні методи, зокрема медична статистика, яка займає важливе місце в сучасній науці. Статистична методологія має бути частиною процесу прийняття управлінських рішень, оскільки можливість систематизувати та перевірити якість та достовірність інформації допомагає керівникам розкрити закономірності розвитку суспільно-економічних явищ, дослідити тенденції у галузі охорони здоров'я та прийняти обґрунтовані рішення.

Значення статистики в управлінських процесах надзвичайно високе, оскільки вона є необхідним та ефективним інструментом управління в конкретних суспільних відносинах. Незалежно від рівня управління - будь то загальнодержавний, регіональний, муніципальний чи рівень окремих організацій та установ - для прийняття об'єктивно обґрунтованих управлінських рішень необхідна повна та достовірна статистична інформація. Медична статистика, завдяки збору, систематизації та аналізу інформації про стан розвитку галузі охорони здоров'я, стає важливим джерелом точних та надійних фактів для ухвалення рішень. Саме статистичні дані допомагають оцінити ефективність та якість впровадження програмних заходів, виявити проблеми та недоліки, а також визначити основні тенденції розвитку галузі охорони здоров'я. Це дозволяє правильно та оперативно коригувати та раціонально використовувати ресурси медичних закладів, виявляти внутрішні потенціали та досягати поставлених цілей.



СЕКЦІЯ 3. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У МЕДИЦИНІ

ЕВОЛЮЦІЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ: ВІД ПРОСТИХ ТРЕКЕРІВ ДО КОМПЛЕКСНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Андрійчук М.Д.

НМУ імені О.О. Богомольця, Україна, Київ

amarid1957@gmail.com

Мобільні додатки за останні роки пройшли вражаючий шлях розвитку, перетворившись із простих трекерів фізичної активності у складні та багатофункціональні системи. На ранніх етапах їх основною функцією було відстеження фізичної активності та дієти. Такі додатки, як MyFitnessPal та Fitbit, дозволяли користувачам реєструвати кількість кроків, спожитих калорій та виконаних вправ. Ці інструменти стали першими помічниками для багатьох людей, що прагнули контролювати свою фізичну форму та здоров'я. Інтеграція телемедичних послуг стала наступним важливим кроком у розвитку мобільних додатків для здоров'я. За останні кілька років такі технічні компанії, як Doctor on Demand, Teladoc і American Well, почали пропонувати споживачам зручні, доступні та легкодоступні медичні послуги [1]. Додатки, такі як Teladoc та Doctor on Demand, дозволили користувачам отримувати якісну медичну допомогу дистанційно, знижуючи необхідність відвідування медичних установ.

Простежимо за їхнім застосуванням в країнах Європи. У таких країнах, як Німеччина, Франція, та Велика Британія, розвиток мобільних додатків для здоров'я йде вперед швидкими темпами.

Ada - це додаток для самодіагностики, який допомагає користувачам з'ясувати можливі причини своїх симптомів та отримати рекомендації щодо подальших дій.

Doctor on Demand - Doctor on Demand надає можливість отримання медичних консультацій в режимі онлайн, забезпечуючи доступ до лікаря без візиту до клініки.

MyFitnessPal: Цей додаток допомагає користувачам вести щоденник харчування, відстежувати кількість споживаних калорій, вуглеводів, білків та жирів, а також вести облік фізичної активності.

Medisafe - слугує як нагадувач про прийом ліків, дозволяючи користувачам налаштувати розклади лікування та отримувати сповіщення про прийом ліків.



Fooducate - допомагає користувачам обирати здорові продукти в супермаркеті, скануючи штрих-коди продуктів та надаючи інформацію про їхнє харчове значення та склад.

MindDoc - додаток для відстежування емоційного стану користувача та надання підтримки при стресі, тривожності та депресії.

Додаток *QuitNow* - призначений для тих, хто хоче позбутися від звички куріння. Він допомагає користувачам відстежувати прогрес, мотивує їх та надає підтримку під час процесу відмови від куріння.

У 2020 році було винесено розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції розвитку електронної охорони здоров'я» [2].

eHealth являє собою електронну систему, яка є інформаційною базою медичних даних пацієнта, дає змогу отримувати медичні послуги, підтримувати стосунки між лікарем і пацієнтом. Електронна система *eHealth* працює за модульним принципом, де кожний модуль – це певний набір опцій, які потрібні різним користувачам цієї системи.[3].

Цифровий застосунок *Дія* став “революційним” для нашої країни. Створений урядом України для зручності населення під час боротьби з пандемією COVID-19.

Tabletki.ua — онлайн-сервіс в Україні, який надає інформацію про наявність медичних препаратів та іншої фармацевтичної продукції в аптеках; має каталог інструкцій з використання лікарських засобів, а також дає можливість шукати та резервувати ліки в аптеках в онлайн режимі.

Додаток *AQI Air Quality Index* інформує вас про забруднення повітря, що допомагає планувати активності на вулиці та захищати здоров'я.

Медичні мобільні додатки стали невід'ємною частиною сучасної медичної системи в Україні. З розвитком технологій та збільшенням зацікавленості у сфері електронного здоров'я очікується подальше зростання популярності та функціональності медичних мобільних додатків в Україні, що сприятиме покращенню медичного обслуговування та здоров'ю населення в цілому.

Список використаних джерел

1. Буш, Гайдн і Ваезі, Сара, «Нові ідеї: Сезон 1, Епізод 3 – Цифрові стратегії для залучення пацієнтів» (2019). *Статті, тези та доповіді* . 2565.
2. Про схвалення Концепції розвитку електронної охорони здоров'я: розпорядження Кабінету Міністрів України від 28 грудня 2020 р. № 1671-р. Верховна Рада України. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1671-2020-p#Text>.
3. Макаренко М.В. Упровадження системи *eHealth* як одного з пріоритетних напрямків трансформації сфери охорони здоров'я в Україні. *Публічне управління та адміністрування в Україні* Випуск 23. 2021. DOI <https://doi.org/10.32843/pma2663-5240-2021.23.8>



МЕДИЧНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА “HELSE” У ПРАКТИЦІ СТОМАТОЛОГА

Басіста А.С.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

basista.a@bsmu.edu.ua

Міністерством охорони здоров'я України у червні 2019 року було оприлюднено проєкт Концепції інформатизації охорони здоров'я, що визначала основну тактику орієнтованості на пацієнта. Інформатизація діяльності закладів охорони здоров'я давно вже є безумовним трендом розвитку цифрових технологій. Обробка великого об'єму фінансової, медичної та статистичної інформації стала можливою лише за умови використання сучасних медичних інформаційних систем (МІС), які створені на підставі діючих стандартів та призначені для автоматизації різних процесів, що відбуваються у лікувальних закладах. Використання МІС надає можливість безперервного накопичення та збереження даних із прив'язкою до облікового запису пацієнта в електронній медичній картці на сайті або додатку helsi.me, а також надання пацієнту можливості керувати власними медичними даними і доступом до них. Таким чином, реалізація цієї концепції призвела до того, що "медичні дані ходять за пацієнтом" при зміні ним лікаря або закладу та навіть місця проживання.

Мета роботи: проаналізувати особливості медичної інформаційної системи “Helsi” у роботі лікаря-стоматолога.

За умови підключення закладом охорони здоров'я (ЗОЗ) комунальної або приватної власності до обраної інформаційної системи, системний адміністратор або представник компанії повинен зареєструвати лікаря-стоматолога, тобто надати логін та пароль для входу у систему, а лікарю потрібно створити електронний цифровий підпис (ЕЦП). Інтерфейс програми “Helsi” для лікарів-стоматологів не відрізняється від інших спеціальностей. Для прийому пацієнта стоматологам не потрібне електронне направлення. Постановка діагнозів здійснюється згідно Міжнародної класифікації хвороб (МКХ-11). Вибір послуг та процедур здійснюється згідно Австралійського класифікатора медичних інтервенцій, в якому стоматологічні послуги описані у Класі 6, блоки 450-490. Для стоматологів у графі “Медичні записи” є шаблон “Огляд стоматолога”, що містить наступні пункти: скарги, анамнез хвороби, страховий анамнез, анамнез життя, об'єктивний статус, зубна формула. В кожному пункті можна обрати значення із випадаючого списку, а також вписати самостійно додаткові дані. У пункті “об'єктивний статус” вказується температура тіла та загальний стан. Далі є підпункт



“Обличчя”, що стосується зовнішньоротового огляду, в якому є можливість вибрати значення, що стосуються конфігурації обличчя, шкірного покриву, носогубних складок, відкриття рота, рухів нижньої щелепи та скронево-нижньощелепного суглобу при пальпації, підщелепних та заушних лімфовузлів. Також є підпункт “додатково”, в якому можна надрукувати інші уточнюючі дані. В підпункті “Порожнина рота” наводяться дані внутрішньоротового огляду, а саме наявність галітозу, обираються із випадуючого списку значення, що стосується кольору і стану язика, прикусу, стану ясен, слизової оболонки загалом та біля ураженого зуба, зубоясенного каналу (тобто пародонтальної кишені), стану гігієни, ступеня рухомості зубів. Далі опис конкретного зуба, що вноситься лікарем самостійно. У підпункті “Каріозна порожнина” обираються значення щодо глибини ураження, стану дентину, локалізації, класу по Блеку, зондування, термопроби та перкусії. Також можна обрати із випадуючого списку значення для перехідної складки, колір зубів за шкалою “Vita” та описи рентгенографій, що стосуються переважно апікальних періодонтитів, пародонтиту та стану молочних зубів. Пункт “Зубна формула” розділений на 4 частини: верхній правий і лівий, нижній лівий та правий ряди, де пронумеровано зуби та з випадуючого списку можна обрати скорочення (C, P, Pt, Cd, A і т.д.), які вказуються нами у картці стоматологічного хворого форми 043/о. Таким чином, даний шаблон майже повторює усі ті поля, які заповнюються стоматологами у паперовій картці.

У даній МІС є певні недоліки для лікаря-стоматолога, а саме неможливість додати фотографії зубів та зубних рядів, зображення прицільної та панорамної рентгенографії, завантажити архів із комп’ютерною томографією і відповідно зберегти дані в електронній медичній картці пацієнта. Але основними перевагами роботи є можливість самостійного запису пацієнта на прийом через додаток, збереження шаблонів прийому, надання електронних направлень до суміжних спеціалістів, на лабораторні аналізи, виписування електронних рецептів, безпосередній запис пацієнта до суміжних спеціалістів у своєму ЗОЗ, а також доступ до електронної медичної картки пацієнта і отримання інформації про наявні захворювання та активні епізоди лікування.

Отже, лікар-стоматолог повинен володіти навичками роботи із медичними інформаційними системами, що є не лише вимогою вищих органів влади, але й необхідністю для покращення надання медичної допомоги пацієнтам і збереження даних у електронних картках.



ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКА SYMPTOMATE В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ

Бичко М.В.

Полтавський державний медичний університет, м. Полтава

bastet090687@gmail.com

Освітній процес майбутніх лікарів має певні особливості, які обумовлені його тривалістю, інтенсивністю та максимальною практичною спрямованістю. Окрім базової медичної освіти, що охоплює фундаментальні науки, такі як анатомія, фізіологія, медична і біологічна фізика та біохімія, освітній процес здобувачів вищої освіти медичного профілю передбачає клінічну підготовку, де майбутні лікарі отримують різного роду практичні навички в лікарнях та клініках. Крім того, майбутні лікарі проходять інтернатуру і резидентуру для спеціалізації, що забезпечує формування поглиблених знань та досвід в обраній ними галузі медицини.

Оскільки медицина досить стрімко розвивається та потребує актуальних знань, умінь та навичок, освітній процес майбутніх лікарів також передбачає постійне оновлення знань через безперервну медичну освіту. Під час навчання здобувачі вищої освіти розвивають критичне мислення, удосконалюють теоретичні знання та практичні вміння у сфері діагностики, навчаються приймати клінічні рішення через роботу із симуляторами та віртуальними тренажерами тощо.

Сьогодні, в умовах технічного прогресу та шаленого розвитку інформаційних технологій, освітній процес здобувачів вищої освіти, незалежно від спеціалізації, набуває нового формату та однозначно потребує змін щодо можливостей забезпечення його на високому рівні, який безумовно є обумовленим та затребуваним процесами сьогодення. Не вдаючись у скрупульозні статистичні дані, з упевненістю можна зазначити, що на сьогодні у медичній сфері відбувається активне впровадження технологій штучного інтелекту як на рівні діагностики, так і на рівні процесів терапії та лікування.

Згідно з дослідженнями Global Market Insights – з 2017 по 2024 рік у сфері використання штучного інтелекту на ринку охорони здоров'я очікується щорічне зростання (на 40%). Над створенням продуктів з використанням штучного інтелекту для установ сфери охорони здоров'я працюють розробники великих компаній: Microsoft, Apple, Google, IBM.



Вже сьогодні медичні додатки та платформи на основі технологій штучного інтелекту здійснюють аналіз даних про пацієнта, первинну діагностику, імплементуються у процеси планування діяльності медичних установ, займаються медичною візуалізацією, а також допомагають у розробці та підборі медикаментів – і це далеко не повний список можливостей. Зважаючи на це, важливим та необхідним кроком під час навчання майбутніх лікарів є процес знайомства їх зі штучним інтелектом, його можливостями та спеціалізованими програмами, що працюють на основі його технологій. Це можуть бути, наприклад, Watson Health, DeepMind Health, Ada Health, Sense.ly, Sophia Genetics тощо.

Здобувачі вищої освіти Полтавського державного медичного університету (першого року навчання) за спеціальностями «Медицина», «Стоматологія» та «Педіатрія» на практичному занятті (Використання штучного інтелекту для діагностики, лікування та управління в медицині) з інформаційних технологій знайомляться з найпростішим медичним додатком на основі штучного інтелекту – Symptomate. Symptomate – це спеціалізована програма для самостійної перевірки симптомів захворювання, яка розроблена саме лікарями. Даний медичний додаток виконує наступні функції:

- спілкується з пацієнтом;
- збирає та систематизує інформацію про симптоми та скарги;
- надає рекомендації стосовно скарг;
- надає рекомендації стосовно лікаря, до якого треба записатися на прийом;
- пропонує зв'язатися з фахівцем, з метою віддаленої, але необхідної консультації.

Важливо зазначити, що Symptomate аналізує тисячі симптомів, перевіряє їх на сумісність, пов'язуючи при цьому лише з декількома захворюваннями. Ця програма підходить для попередньої оцінки виражених симптомів як у дітей, так і у дорослих.

Використання даного додатку майбутніми лікарями забезпечує можливість сформуванню у здобувачів вищої освіти уявлення про процеси:

- збору медичної інформації;
- узагальнення медичної інформації;
- порівняння медичної інформації;
- відсікання несумісної медичної інформації (при співпадінні симптомів захворювання);
- формування медичних висновків без права на помилку, поява якої може бути обумовлена впливом людського фактору.



Отже, для провадження високоякісного освітнього процесу майбутніх лікарів, що затребуваний умовами сьогодення, необхідно постійно вдосконалювати змістовий компонент навчання та максимально використовувати можливості інформаційних технологій, які безумовно є на часі. Особливо цікавими на сьогодні є можливості штучного інтелекту, застосування яких у сфері медицини стрімко зростає. Саме тому важливо знайомити здобувачів вищої освіти зі штучним інтелектом і медичними програмами та додатками на його основі, адже надалі вони можуть бути успішно використані майбутніми лікарями у професійній діяльності.

УДК: 616-089.8:004.7

ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН СЕРВІСІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНСУЛЬТАЦІЙ СУМІЖНИХ СПЕЦІАЛІСТІВ У БАГАТОПРОФІЛЬНІЙ ЛІКАРНІ

Іванчук М.А.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua

Анотація. Щодня в багатопрофільних лікарнях здійснюються сотні консультацій суміжних спеціалістів. Організацію виклику спеціаліста на консультацію можна здійснити за допомогою телефонного зв'язку, або використати більш сучасний метод із застосуванням онлайн-додатків. В роботі розглядається можливість використання Google форм та таблиць для виклику спеціалісту на консультацію та обліку консультацій по лікарні в цілому.

Ключові слова. Медична інформатика, консультація лікаря, електронні таблиці

Вступ.

Згідно Цивільного кодексу України [1], фізична особа, яка перебуває на стаціонарному лікуванні у закладі охорони здоров'я, має право на допуск до неї інших медичних працівників. Своєю чергою медичні працівники зобов'язані надавати консультативну допомогу своїм колегам та іншим працівникам охорони здоров'я (Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України [2]). На практиці в багатопрофільних лікарнях щоденно здійснюються сотні консультацій суміжних спеціалістів. Тому актуальною є проблема автоматизації виклику лікарів на консультації в межах однієї лікарні.



Для організації консультації суміжних спеціалістів у багатопрофільних лікарнях ми пропонуємо організувати облік консультацій за допомогою онлайн сервісів Google. Основна їх перевага – це безпека даних, що дозволяє зберігати конфіденційність інформації про пацієнтів, оскільки згідно Закону України «Основи законодавства України про охорону здоров'я», пацієнт має право на таємницю про стан свого здоров'я, факт звернення за медичною допомогою, діагноз, а також про відомості, одержані при його медичному обстеженні [2]. Онлайн-сервіси Google, зокрема форми та таблиці, повністю працюють у хмарі, тому виключається небезпека втрати даних через апаратні проблеми. Файли у хмарі передаються й зберігаються в захищеному вигляді за допомогою технологій шифрування HTTPS і TLS, що дозволяє зберегти конфіденційність даних. Крім того, хмарна архітектура дає змогу користувачам працювати разом в одному файлі у будь-який час і з будь-якої платформи.

Мета і завдання.

Метою роботи було створення зручної системи обліку консультацій суміжних спеціалістів в багатопрофільній лікарні з дотриманням вимог захисту даних про пацієнта.

Матеріали та методи

Для побудови засобу обліку консультацій в багатопрофільній лікарні використовували онлайн додатки Google форми та Google таблиці.

Результати та їх обговорення

Основою створеної системи обліку консультацій є електронна таблиця, в якій зберігається інформація про всі консультації лікарні. Доступ до даної таблиці наданий тільки медичним директорам лікарні. Для того, щоб мати можливість внести в таблицю інформацію про новий виклик на консультацію від будь-якого відділення, найзручнішим, на наш погляд, способом є використання Google форм. Зручність полягає, по-перше, у тому, що заповнити форму можна з будь-якого пристрою, навіть з телефону біля ліжка хворого. По-друге, всі відповіді форми автоматично заносяться в електронну таблицю, що унеможливує помилки, які могли б виникнути, якщо б виклик на консультацію безпосередньо вносився в одну Google таблицю різними відділеннями. Приклад форми наведений на рис. 1. Назва відділення, що викликає на консультацію та відділення, що консультиує, обираються через спадний список та є обов'язковими, оскільки саме за цими полями дані надалі розподіляються у файли відповідних відділень, і для них є важливою відсутність орфографічних помилок в написанні.



Консультації

Зірочка (*) указує, що заповнення обов'язкове

ПІБ пацієнта *

Ваша відповідь:

Відділення *

Вибрати

Палата *

Ваша відповідь:

Лікуючий лікар

Ваша відповідь:

Діагноз

Ваша відповідь:

Додаткова інформація

Ваша відповідь:

Екстренно

так

ні

Дата *

Дата:

ДД.ММ.ГГГГ

Консультує відділення *

Вибрати

Спеціаліст

Уточніть за необхідності

Ваша відповідь:

Рис.1

Як відомо, відповіді форми можна прив'язати до електронної таблиці. Розглянемо структуру основної Google таблиці, що містить інформацію про всі консультації лікарні.

Відповіді форми заносяться на окремий аркуш (Рис.2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Позначка часу	Пацієнт	Відділення	Палата	Лікуючий лікар	Діагноз	Додаткова інформація	Екстренно	Дата	Консультує відділення	Спеціаліст
17	18.03.2024 09:42:48		Торакальна хірургія		6	Аритмія, операція		ні	18.03.2024	Кардіологія	кардіолог
18	18.03.2024 09:56:54		Судинна хірургія		8			ні	18.03.2024	Кардіологія	
19	18.03.2024 10:19:29		Хірургія	6 палата		Хронічна хвороба нирок		ні	18.03.2024	Нефрологія	Нефролог
20	18.03.2024 10:21:16		Хірургія	6 палата		ІХС		ні	18.03.2024	Кардіологія	Кардіолог
21	18.03.2024 10:29:37		Судинна хірургія		2			ні	18.03.2024	ФД та УЗД	УЗД ВЕН
22	18.03.2024 10:32:48		Судинна хірургія		9			ні	18.03.2024	ФД та УЗД	узд серця
23	18.03.2024 10:35:55		Судинна хірургія		9			ні	18.03.2024	ФД та УЗД	узд серця
24	18.03.2024 10:39:29		Судинна хірургія		9			ні	18.03.2024	Торакальна хірургія	
25	18.03.2024 12:05:10		Нефрологія		3	Очне дно		ні	18.03.2024	Офтальмологія	
26	18.03.2024 12:11:15		Нефрологія		3	безсоння		ні	18.03.2024	Неврологія	
27	18.03.2024 16:05:53		Неврологія		1			ні	19.03.2024	Загально-лікарняний п	Психолог
28	18.03.2024 16:11:47		Неврологія		6	ГПМК		ні	19.03.2024	Реабілітація	
29	19.03.2024 08:31:19		Хірургія		10	ІХС. Серцева недостатність.		ні	19.03.2024	Кардіологія	
30	19.03.2024 08:31:25		Хірургія	6 палата 3 поверх		ІХС		ні	19.03.2024	Кардіологія	Кардіолог
31	19.03.2024 08:49:50		Неврологія		5	Хвороба Меньєра (?)		ні	19.03.2024	ЛОР-центр	
32	19.03.2024 08:51:08		Неврологія		5	Біль у ділянці серця, ГХ.		ні	19.03.2024	Кардіологія	
33	19.03.2024 08:52:00		Неврологія		3	Розсіяний склероз		ні	19.03.2024	Офтальмологія	
34	19.03.2024 08:52:34		Неврологія		3	Розсіяний склероз		ні	19.03.2024	Загально-лікарняний п	Лікар-психолог
35	19.03.2024 08:55:30		Судинна хірургія		7	ЦЕФАЛОПАТИЯ		ні	19.03.2024	Неврологія	
36	19.03.2024 09:00:20		Судинна хірургія		2	ТРОМБОФЛЕБІТ		ні	19.03.2024	ФД та УЗД	
37	19.03.2024 09:05:18		Судинна хірургія		2	ГПМК		ні	19.03.2024	ФД та УЗД	
38	19.03.2024 09:11:30		Неврологія		1	Катаракта		ні	19.03.2024	Неврологія	
39	19.03.2024 09:16:19		Хірургія		2	Консультація	Консультація кардіолога	ні	19.03.2024	Кардіологія	
40	19.03.2024 09:27:52		Нефрологія		4	Новоутворення передлілля		ні	19.03.2024	Клінічної онкології	

Рис.2

Для того, щоб мати можливість працювати з відповідями форми, їх необхідно перенести на інший аркуш (назвемо цей аркуш «Консультації»). Автоматичний переніс даних здійснюється за допомогою функції FILTER шляхом вибору комірок, що містять непорожню позначку часу заповнення форми:

=filter('Відповіді форми'!B:K;not(ISblank('Відповіді форми'!A:A)))



Таким чином, як тільки надсилається форма з новим запитом на консультацію, дана інформація з'являється на аркуші відповідей форми та на аркуші «Консультації».

На наступному етапі інформація про консультації розподіляється у файли відділень. Для цього створюється окрема електронна таблиця для кожного відділення. На прихований захищений аркуш переноситься інформація про всі консультації лікарні за допомогою функції IMPORTRANGE. З цього аркушу за допомогою функції FILTER на окремий аркуш відбираються тільки консультації для цього відділення:

=iferror(filter('Лікарня'!A:J;'Лікарня'!J:J="Судинна хірургія");"")

Як раз тут і є важливим безпомилкове внесення назви відділення у форму, оскільки записи фільтруються саме за назвою відділення. Кожне відділення має доступ тільки до файлу з консультаціями саме цього відділення. Після того, як лікар провів консультацію, в таблицю вноситься прізвище лікаря, дата консультації та її обґрунтованість. За допомогою умовного форматування можна виділяти проведені та непроведені консультації різними кольорами (рис. 3). Дані про проведену консультацію може вносити лікар або медична сестра відділення, можливість переглядання та/або редагування інформації у таблиці відділення залежить від наданих прав доступу до файлу

№	ПБ лікаря	Відділення	Палата	Лікувальний лікар	Діагноз	Додаткова інформація	Екстренно	Дата	Консультаційне відділення	Спеціаліст	Лікар, що провів консультацію	Дата консультації	Обґрунтованість консультації (так/ні)
52		Кардіологія	2	Скороба Райко			ні	20.03.2024	Судинна хірургія	Судинний хірург	Петренко	20.03.2024	так
143		Кардіологія	3	ІД			ні	21.03.2024	Судинна хірургія	Судинний хірург	Петренко	21.03.2024	так
157		Неврологія	1	Х.Х.Н			ні	21.03.2024	Судинна хірургія	Судинний хірург	Петренко	21.03.2024	так
161		Неврологія	1	ІІІІІІ			ні	21.03.2024	Судинна хірургія	Судинний хірург	Петренко	21.03.2024	так
170		Неврологія	2	ІІІІІІІІІІ			ні	21.03.2024	Судинна хірургія	Судинний хірург	Петренко	21.03.2024	так
209		Анестезіологія	7	ІІІІІІІІІІІІІІІІІІІІ			ні	22.03.2024	Судинна хірургія	Судинний хірург	Петренко	22.03.2024	так
323		Неврологія	5й				ні	25.03.2024	Судинна хірургія				

Рис.3

Крім того, на іншому аркуші у файлі відділення збирається інформація про консультації, які замовляло відділення. Розглянемо алгоритм, який дозволяє у файлі відділення відобразити прізвище лікаря та дату консультації, яку замовляло відділення. З файлу кожного відділення на окремі аркуші загального файлу по лікарні збирається інформація про прізвище лікаря, що провів консультацію, та дату консультації. Ідентифікатором консультації є її порядковий номер. З загального файлу по лікарні інформація про проведену консультацію переноситься у файл відділення, що замовляло консультацію.

Для медичних директорів у окремому файлі збирається інформація про всі консультації лікарні. За даними цього файлу можна проводити необхідний аналіз, наприклад, кількість консультацій кожного відділення за місяць, середній термін виконання консультацій і т.п (рис.4).



квітень 2024		
	Всього	=transpose(sort(unique("Консультації"!J\$2:J\$3000)))
Запити на консультацію	=SUM(B33:B54)	=SUM(C33:C54)
=sort(unique("Консультації"!C\$2:C\$3000))	=sum(C33:AF33)	=countifs("Консультації"!\$C:\$C;\$A33;"Консультації"!\$J:\$J;\$C2;"Консультації"!\$I:\$I;">="&date(2024;4;1);"Консультації"!\$I:\$I;"<="&date(2024;4;30))
Анестезіологія, IT та попітравми	=sum(C34:AF34)	=countifs("Консультації"!\$C:\$C;\$A34;"Консультації"!\$J:\$J;\$C2;"Консультації"!\$I:\$I;">="&date(2024;4;1);"Консультації"!\$I:\$I;"<="&date(2024;4;30))
Гастроентерологія	=sum(C35:AF35)	=countifs("Консультації"!\$C:\$C;\$A35;"Консультації"!\$J:\$J;\$C2;"Консультації"!\$I:\$I;">="&date(2024;4;1);"Консультації"!\$I:\$I;"<="&date(2024;4;30))
Гнекологія	=sum(C36:AF36)	=countifs("Консультації"!\$C:\$C;\$A36;"Консультації"!\$J:\$J;\$C2;"Консультації"!\$I:\$I;">="&date(2024;4;1);"Консультації"!\$I:\$I;"<="&date(2024;4;30))
Ендокринологія	=sum(C37:AF37)	=countifs("Консультації"!\$C:\$C;\$A37;"Консультації"!\$J:\$J;\$C2;"Консультації"!\$I:\$I;">="&date(2024;4;1);"Консультації"!\$I:\$I;"<="&date(2024;4;30))

Рис.4

Висновки. Проблема автоматизації виклику лікарів на консультації в межах однієї лікарні є актуальною для багатопрофільних лікарень, де щодня відбуваються сотні консультацій суміжних спеціалістів. Одним зі зручних способів вирішення цієї проблеми є використання Google-форм та Google-таблиць з розмежуванням прав доступу до відповідних файлів.

Список використаних джерел

1. Цивільний кодекс України, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>
2. Основи законодавства України про охорону здоров'я: Закон України, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>

ЦИФРОВІ РЕСУРСИ ДОКАЗОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ У ПРАКТИЦІ ФАХІВЦЯ З ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Кривенко І.П., Чалий К.О., Кушнір А.В.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

i.kryvenko@nmu.ua

Лабораторна діагностика є невід'ємною частиною сучасної медицини. Її результати використовуються для постановки діагнозів, моніторингу лікування, прогнозування результатів та прийняття інших важливих клінічних рішень. Лабораторні дослідження повинні бути валідизованими, стандартизованими та клінічно значущими, що забезпечує отримання точних та надійних результатів. Важливе значення у лабораторній діагностиці має доказовий підхід, що ґрунтується на використанні наукових даних для прийняття рішень щодо вибору методів лабораторних досліджень та інтерпретації результатів. Доступ до науково обґрунтованої інформації та доказів, що базуються на високоякісних наукових дослідженнях



з питань охорони здоров'я, можна отримати завдяки спеціалізованим цифровим ресурсам. До основних цифрових ресурсів доказової інформації належать:

1) бази даних доказової медицини з безкоштовним доступом: PubMed, Cochrane Library, Trip Database для пошуку сучасних результатів високоякісних досліджень в охороні здоров'я, перегляду кокрайнівських оглядів, систематичних оглядів, метааналізів, рандомізованих контрольованих досліджень, протоколів досліджень, а також інших ресурсів, що обґрунтовані на доказах, з питань охорони здоров'я. У зазначених базах даних реалізовано багатофункціональний пошук наукових досліджень, формулювання клінічних запитань за системою PICO (P – Population, I – Intervention, C – Comparison, O – Outcome), конструювання пошукових запитів медичними предметними рубриками MeSH тощо.

2) веб-сайти з доказової інформації: UpToDate, який надає доступ до актуальної інформації, що охоплює широкий спектр рекомендацій з урахуванням сучасних доказів щодо діагностики, лікування та догляду за здоров'ям медичних тем та спеціальностей, забезпечує комплексними довідковими рішеннями щодо лікарських засобів; BMJ BestPractice, що визнаний одним із найкращих клінічних інструментів підтримки прийняття рішень для медичних працівників у всьому світі;

3) мобільні додатки та веб-ресурси: MdCalc – надає експертний підбір інструментів, заснованих на доказах, що відповідають суворим критеріям доказовості та зручності використання інструменту у практиці, для розрахунку медичних показників, інтерпретації лабораторних результатів, настанов з діагностики та лікування, Epocrates – надає доступ до інформації про лікарські препарати, включаючи їх побічні ефекти та взаємодію, містить засіб для перевірки взаємодії лікарських засобів, калькулятори розрахунку дозування, клінічні рекомендації, засновані на фактичних даних; Lab Tests Online: Dynamed Plus – забезпечує доступ до рецензованих оглядів з тем діагностики, лікування та прогнозування захворювань; WebMD – дозволяє знайти структуровану доказову інформацію про здоров'я та медичні послуги, відповідає на запитання про різні медичні теми з урахуванням доказових даних.

Низку переваг має структурована та вичерпна інформація на основі доказів у розділі «Лабораторна медицина; інфекційні лабораторні дослідження, лабораторні обстеження окремих захворювань» сервісу Dynamed, що дає можливість ознайомитися із показаннями відповідного лабораторного дослідження, встановити його ефективність, точність, чутливість, специфіку, позитивне та негативне прогностичне значення, інтерпретацію результатів, інформацію про збір/зберігання, методику тестування тощо. У цьому ресурсі подається



інформація про силу рекомендації, для якої зазначається відповідний клас: І – рекомендований, що свідчить про корисність тесту і необхідність його застосувати); Іа – рекомендований у більшості випадків); Іб – рекомендований у деяких випадках; ІІ – не рекомендується, що класифікує даний тест як некорисний, і його слід уникати; клас невизначений, що означає отримання непереконливих доказів. Крім того, додається інформація про силу доказів: категорія А (базуються на даних, отриманих з мета-аналізів (МА), рандомізованих контрольованих досліджень (РКД) з однорідністю результатів між окремими дослідженнями); категорія В (базуються на даних, отриманих з МА, РКД із суперечливими висновками між окремими дослідженнями, когортні дослідження, дослідження випадок-контроль, обсерваційні дослідження); категорія С (ґрунтуються на даних, отриманих із висновків експертів, звітів про випадки або серії випадків) та категорія «немає доказів».

Завдяки використанню зазначених цифрових ресурсів доказової інформації фахівці з лабораторної діагностики та працівники охорони здоров'я отримують доступ до найновіших досліджень та сучасних доказів щодо ефективності різних лабораторних тестів, методів та лікування, що дає можливість приймати обґрунтовані рішення про діагностику та лікування.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЇ У ФАРМАЦЕВТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Криштопа А.О. , Кошілка А.В.

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

alla335578@gmail.com, kosilkaanastasia@gmail.com

Технологія блокчейн має величезний потенціал у фармацевтичному секторі, забезпечуючи прозорість і безпеку даних. Це дає змогу створити надійний ланцюжок поставок, зменшити ризик підробки ліків, покращити відстеження джерел і обігу ліків, а також підвищити довіру споживачів. Тема стає все більш актуальною у зв'язку з потребою фармацевтичної промисловості покращити безпеку та проблемами персоналізації медицини.

Технологія блокчейн – це особливий тип бази даних, який дозволяє організувати відкритий обмін інформацією в бізнес-мережах. Дані зберігаються в блоках, які пов'язані разом і зберігаються в хронологічному порядку. Їх не можна видалити або змінити без



консенсусу мережі. Блокчейн створює незмінну книгу для відстеження замовлень, платежів, транзакцій і наукових даних, забезпечуючи прозорість і безпеку. Працюючи в децентралізованій мережі, усі учасники мають доступ до однієї інформації, яка спільно перевіряється. Це усуває потребу в посередниках, знижує ризик шахрайства та підвищує цілісність даних.

Ключові аспекти блокчейну:

Децентралізація. Технологія базується на розподіленій мережі для прийняття рішень, а не на централізованій. Кожен учасник має копію всієї бази даних, що гарантує прозорість і рівність.

Механізм консенсусу. Алгоритми консенсусу дозволяють учасникам узгодити правила перевірки транзакцій і підтримувати цілісність бази даних. Нові транзакції можуть бути зареєстровані лише за згодою більшості учасників мережі.

Захист даних від змін. Відомості, внесені до реєстру, не можуть бути змінені або видалені непомітно. виправити помилку можна лише створивши новий запис у реєстрі та зберігши старий.

Безпека пароля. Блокчейн використовує криптографічні методи, такі як хешування та цифрові підписи, для захисту транзакцій і конфіденційності даних. Кожен блок містить унікальне хеш-значення, і будь-які зміни в даних призведуть до недійсності наступних блоків. Так, блокчейн невразливий для хакерів [1].

Які можливості використання блокчейн-технологій у фармацевтичній промисловості? По-перше, це управління ланцюгом постачання. Блокчейн знижує ризик підробок і крадіжок у фармацевтичному ланцюжку постачання, дозволяючи відстежувати ліки від виробника до споживача. MediLedger і Chronicled пропонують рішення для контролю автентичності ліків і термінів придатності. По-друге, клінічні випробування. Блокчейн забезпечує незмінний запис пацієнтів і результати досліджень, покращуючи співпрацю та ефективність випробувань. По-третє, захист прав інтелектуальної власності. Блокчейн забезпечує незмінні записи про реєстрацію винаходів і підтвердження права власності, запобігаючи суперечкам щодо патентів, торгових марок і авторських прав. По-четверте, відповідність нормативним вимогам. Прозорість блокчейну спрощує звітування регуляторам і автоматизує дотримання нормативних вимог. По-п'яте, простежуваність лікарських засобів та боротьба з фальсифікацією. Блокчейн забезпечує повну відстежуваність ліків, ускладнюючи поширення підробок і забезпечуючи надходження на ринок лише оригінальних продуктів. По-шосте, перевірка кваліфікації медичного персоналу. За допомогою блокчейну можна відстежувати досвід медичних працівників. ProCredEx розробив систему верифікації для персоналу на основі протоколу R3 Corda [2].



Є певні недоліки блокчейну, які також треба враховувати.

Складність у реалізації. Співробітники можуть скептично ставитися до нових технологій або не мати знань, щоб ними користуватися. Навчання ж вимагає додаткового часу і бюджету.

Масштабованість. Багато установ стурбовані тим, що блокчейн-системи не зможуть задовольнити їхні вимоги до масштабу.

Системи безпеки зламуються. Хоча технологія блокчейн загалом надійна, у неї є свої слабкі сторони. Для фармації ці недоліки особливо критичні [3].

В цілому, технологія блокчейн має великий потенціал для трансформації фармацевтичної промисловості та вирішення питань прозорості та безпеки бізнес-процесів. Вона покращує управління ланцюгом постачання, клінічні випробування та бореться з фальсифікацією ліків. Блокчейн також забезпечує відповідність нормативним вимогам, тому очікується його активніше використання у фармацевтичній індустрії найближчими роками.

Список використаних джерел

1. Можливості блокчейн технології у фармацевтичній галузі URL: <https://pharmsfera.com/blog/16/>
2. Як блокчейн модернізує систему охорони здоров'я: приклади використання технології. URL: <https://insurancebiz.org/news/medical/detail.php?ID=9260&print=Y>
3. Блокчейн у медицині та фармацевтиці: огляд технології з прикладами | WhiteBIT Blog. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/blockchain-in-medicine/>

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У МЕДИЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ПЕДІАТРИЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Кривенко І.П., Чалий К.О., Плахотний Д.І.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

i.kryvenko@nmu.ua

У сучасному світі, де технології стрімко розвиваються, віртуальна реальність стає перспективним напрямом для застосування у різних галузях, включаючи медицину. Використання віртуальної реальності у медицині набуває все більшої актуальності через її потенційні можливості поліпшення діагностики, лікування та реабілітації пацієнтів. Аналіз сучасних досліджень свідчить, що віртуальна реальність досить ефективно застосовується для реабілітації після інсульту, хвороби Паркінсона, деменції, покращенні когнітивних функцій,



відновлення рухливості та координації, лікуванні хронічного болю, зниженні тривожності у педіатричних пацієнтів, медичній освіті тощо.

Віртуальна реальність може служити ефективним інструментом під час реабілітації. Тренінги віртуальної реальності допомагають відновити рухливість та координацію пацієнтам, які перенесли інсульт чи травму головного мозку. У віртуальному середовищі для таких пацієнтів може надаватися зворотний зв'язок та віртуальні підказки, які сприяють успішному проходженню реабілітаційних тренінгів. Спеціально розроблені вправи та ігри в віртуальному середовищі допомагають пацієнтам зосередитися на відновленні свого психічного здоров'я, покращенні настрою, позитивній мотивації та релаксації. Віртуальні середовища можуть пропонувати стимулююче та інтерактивне середовище для виконання спеціальних вправ з покращення пам'яті, уваги, концентрації та інших когнітивних функцій. Для пацієнтів з фобіями терапія може включати застосування віртуальних середовищ, завдяки яким контролювано моделюються ситуації, що спричиняють фобії.

Однією з ключових переваг використання віртуальної реальності є можливість симулювання різних сценаріїв для навчання медичного персоналу. За допомогою віртуальної реальності лікарі можуть ефективно опановувати практичні навички без реального ризику для пацієнтів. Крім того, віртуальна реальність використовується для створення точних 3D-моделей пацієнтів, що полегшує планування діагностики, лікування та реабілітації пацієнтів. Лікарі можуть вивчати віртуальні реконструкції внутрішніх органів, щоб краще зрозуміти характер патологій та вибрати оптимальний метод лікування.

Віртуальна реальність є сприятливою у зниженні тривожності у педіатричних пацієнтів, які перенесли планову операцію. На основі наукових досліджень доведено, що віртуальна реальність має потенціал для зменшення болю, тривоги та страху у педіатричних пацієнтів, які проходять процедури, пов'язані з пункцією [1]. Відзначається позитивний реабілітаційний ефект ігор віртуальної реальності на велику моторику дітей з церебральним паралічем. Наявні дослідження щодо ефективності програм віртуальної реальності порівняно з традиційною фізіотерапією у дітей з акушерською травмою плечового сплетення. Крім того, засвідчується, що окуляри віртуальної реальності мають еквівалентний ефект відволікання уваги під час анестезії щічної інфільтрації на частоту серцевих скорочень у педіатричних пацієнтів. Корисною віртуальна реальність є і в дитячій стоматології, що дозволяє знизити страх і сприйняття болю у дітей. Для цього під час місцевої анестезії та видалення молочного зуба дітям одягають окуляри віртуальної реальності [2].



Серед особливостей застосування віртуальної реальності у медичній реабілітації можна виокремити: (1) можливість повного занурення у змодельовані реалістичні середовища для проходження терапії; (2) інтерактивність, що дозволяє зробити реабілітаційні вправи більш приємними та цікавими; (3) створення персоналізованих програм для тренування, враховуючи індивідуальні особливості пацієнтів; (4) багаторазове використання змодельованих сюжетів та виконання їх у контрольованому і безпечному середовищі; (5) зворотний зв'язок, автоматизований супровід та віртуальні підказки для правильно виконання; (6) вимірювання прогресу пацієнта, щоб оцінити ефективність лікування.

Внаслідок активного розвитку технологій, віртуальна реальність відкриває широкі перспективи для покращення діагностики, лікування та реабілітації. Разом з цим, варто підкреслити, що доцільність використання віртуальної реальності у наданні медичної допомоги пацієнтам повинна бути підтверджена науковими дослідженнями, відповідати вимогам безпеки та ефективності.

Список використаних джерел

1. Gao Y., Xu Y., Liu N., Fan L. Effectiveness of virtual reality intervention on reducing the pain, anxiety and fear of needle-related procedures in pediatric patients: A systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs.* 79(1):15-30. 2023.
2. Varma A., Naqvi W.M., Mulla S., Syed S., Thakur S., Arora S.P., Varma A.R., Besekar S. A Systematic Review of Randomized Controlled Trials on Virtual Reality Application in Pediatric Patients. *Cureus.* 21;14(10):e30543. 2022.

АНАЛІЗ VR ТА AR У МЕДИЦИНІ ЯК НОВОЇ РЕАЛЬНОСТІ ЛІКУВАННЯ

Криштопа А.О., Лучин С.С.

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

alla335578@gmail.com, stanislavluchyn@gmail.com

Технології віртуальної реальності більше не вважаються чимось новим чи незвичним. Віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR) змінили підходи лікарів до вивчення та лікування пацієнтів і деякий час тому увійшли в медичну індустрію. Пристрої покращують якість роботи лікаря.

Медичні рішення в області віртуальної і доповненої реальності є потужними інструментами немедикаментозного лікування і реабілітації пацієнтів.

Технології віртуальної реальності вже використовуються в різних галузях медицини. Процес використання віртуальної реальності для навчання медичних працівників дуже



важливий. У медичному коледжі Вейл-Корнелл (Нью-Йорк, США) є кабінет віртуальної реальності з тренажером для хірургів. Тут немає практики роботи з трупами, не кажучи вже про живих пацієнтів.

Система оснащена не тільки графічною гарнітурою, але і засобами тактильного зворотного зв'язку. Лікар відчуває механічний вплив на органи "пацієнта". За допомогою такого тренажера можна отримати навички, необхідні для успішної операції, при набагато менших витратах.

Доповнена реальність покращує комп'ютерну томографію або 3D-аналіз медичних зображень і діагнозів пацієнтів, виявляючи першопричину захворювання.

Аналогічні тренажери є і для стоматологів. В університеті Аахена (Німеччина) вас навчать проводити місцеву анестезію на аналогічному тренажері. Відповідно до даних сканування моделюються тканини з відповідними параметрами. Система графічного та тактильного зворотного зв'язку дозволить майбутньому фахівцеві відчути місце ін'єкції, відчути все, що відбувається після кожного руху голки, і побачити, чи потрапляє вона точно в зазначений нерв [1].

У психіатрії віртуальна реальність називається "щоб зрозуміти пацієнта, потрібно побачити світ його очима". Для цієї мети була розроблена програма Viscira Mindscapе. Вона призначена не тільки для фахівців, але і для родичів пацієнта, щоб ви могли краще зрозуміти, як живе людина з продуктивними симптомами шизофренії: розладами мислення, слуховими галюцинаціями, маренням.

Віртуальна реальність використовується в експозиційній терапії для створення віртуальних середовищ, які можуть імітувати реальні ситуації, в яких пацієнти відчувають страх або труднощі. Експозиційна терапія є одним з найбільш ефективних методів лікування тривожних розладів, а віртуальна реальність - це безпечний і контрольований спосіб показати страх пацієнтам. Крім того, за допомогою віртуальної технології лікарі моделюють спеціальне "заспокійливе" середовище для пацієнтів з гострою тривогою та стресом. Ця вправа називається релаксаційною терапією.

Лікування посттравматичного стресового розладу (ПТСР).

Посттравматичний стресовий розлад - це тип нейропатії, який вражає мільйони людей у всьому світі. Цей розлад може виникнути з будь-якої причини, наприклад, через війну. З 1997 року Інститут креативних технологій Університету Південної Каліфорнії використовує віртуальну реальність для лікування ПТСР за допомогою різних симуляцій, зазвичай



пов'язаних з війною, і допомагає ветеранам позбутися ПТСР. Відомий випадок, коли один з колишніх військовослужбовців жорстоко постраждав, тому що був упевнений, що не все зробив для порятунку своїх товаришів. За допомогою стрільця лікар відтворив сцену з реального життя, в якій пацієнт був впевнений, що зробив усе, що міг. Його стан значно покращився. Ця вправа дуже актуальна, враховуючи поточні події [2].

У цілому, VR / AR має величезний потенціал для поліпшення якості медичної допомоги та результатів лікування пацієнтів. Очікується, що розвиток цих технологій матиме ще більший вплив на галузь охорони здоров'я в найближчі роки.

Список використаних джерел

1. VR та AR у медицині: нова реальність лікування. URL: <https://indevlab.com/uk/blog-ua/vr-ta-ar-u-meditsini-nova-realnist-likuvannya/>
2. Віртуальна і доповнена реальність у медицині: як ці технології допомагають пацієнтам URL: <https://cases.media/article/virtualna-i-dopovнена-realnist-u-medicini-yak-ci-tekhnologiyi-dopomagayut-paciyentam>

АКТУАЛЬНИЙ СТАН І МАЙБУТНЄ 3D-ДРУКУ У ФАРМАЦЕВТИЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ: ОГЛЯД І ПЕРСПЕКТИВИ

Криштопа А.О., Сидоренко О.О.

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

alla335578@gmail.com, olasido887@gmail.com

Технологія 3D-друку в фармацевтичному виробництві є інноваційним підходом до виробництва лікарських засобів. Ця технологія дозволяє створювати персоналізовані лікарські форми, які відповідають індивідуальним потребам пацієнтів. 3D-друк відкриває нові можливості для створення ефективних та безпечних лікарських засобів, які можуть покращити якість медичної допомоги.

У фармацевтичній промисловості 3D-друк може бути використаний для виробництва лікарських форм з унікальними характеристиками, такими як форма, розмір, дозування та швидкість вивільнення активного інгредієнта. Це дозволяє створити лікарські форми, які оптимально відповідають потребам пацієнтів [1].

Створюючи детальні моделі біологічних структур, таких як клітини та тканини, вчені можуть краще зрозуміти, як ліки засвоюються, метаболізуються та виводяться з організму.



Потім ця інформація може бути використана для розробки більш ефективних і цілеспрямованих систем доставки ліків.

Дослідники можуть використовувати 3D-моделі ракових клітин, щоб ідентифікувати потенційні мішені ліків і розробляти нові ліки, які більш ефективно вбивають ракові клітини, залишаючи здорові клітини неушкодженими [2].

Окрім того, 3D-друк може допомогти зменшити витрати на виробництво лікарських засобів. Традиційні методи виробництва лікарських форм можуть бути ресурсоємними та дорогими. 3D-друк, з іншого боку, дозволяє виробляти лікарські форми з мінімальними витратами на матеріали та енергію.

Однак, разом з перевагами, існує кілька викликів, пов'язаних з використанням 3D-друку в фармацевтичній промисловості. Наприклад, важливо враховувати вплив процесів друку на стабільність лікарських засобів. Крім того, необхідні додаткові дослідження для визначення безпеки та ефективності лікарських засобів, вироблених за допомогою 3D-друку.

У майбутньому, розвиток 3D-друку в фармацевтичній промисловості може сприяти переходу від масового виробництва до масової кастомізації лікарських засобів, які відповідають індивідуальним потребам пацієнтів. Це може покращити якість медичної допомоги та збільшити ефективність лікування.

У зв'язку з цим, 3D-друк у фармацевтичній промисловості відіграє важливу роль у розвитку персоналізованої медицини та фармації. Це дозволяє створювати індивідуальні лікарські форми, які відповідають потребам сучасного пацієнта.

Крім того, 3D-друк може бути використаний для виробництва лікарських форм для місцевого застосування, таких як креми, гелі та мазі. Це дозволяє створювати лікарські форми, які оптимально відповідають потребам пацієнтів.

У результаті, 3D-друк у фармацевтичній промисловості є інноваційним підходом до виробництва лікарських засобів, який може покращити якість медичної допомоги та збільшити ефективність лікування.

Список використаних джерел

1. 3D Printing in pharmaceutical manufacturing: Current status and future prospects. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352492823026788#preview-section-snippets>
2. 3D-моделювання у фармацевтичній галузі URL: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/3d-modelyuvannya-u-farmaczevtychnij-galuzi/>



ЗАСТОСУВАННЯ АНАЛІТИЧНОГО ІНСТРУМЕНТУ POWER BI ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ З МЕДИЧНИМИ ДАНИМИ

Любчик О.К., Кривенко І.П.

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

olena.lyubchyk@gmail.com, innakri18@gmail.com

Сьогодні галузь охорони здоров'я щодня отримує і обробляє величезні обсяги даних, які включають різноманітну інформацію від фінансових операцій до записів пацієнтів, клінічних результатів досліджень тощо. Обробка та аналіз великого масиву цих даних для прийняття стратегічних рішень являє собою нетривіальну задачу. Одним з поширених методів аналізу великого обсягу медичних даних є візуалізація аналітичних даних, тобто подання інформації з використанням інтерактивних можливостей [1]. Серед потужних інструментів для візуалізації даних провідне місце займає Power BI.

Power BI — це комплексне програмне забезпечення бізнес-аналітики від Microsoft. Програма націлена на інтерактивну візуалізацію та можливості проведення бізнес-аналітики з достатньо простим інтерфейсом для створення власних звітів та інформаційних панелей. Дане аналітичне середовище дозволяє легко підключатися до різних джерел інформації, об'єднувати дані в єдину стандартизовану модель даних, обчислювати параметри та ключові показники на основі зібраних даних, створювати графіки, звіти та інтерактивні панелі для аналізу.

Впровадження бізнес-аналітики у практику надання медичних послуг забезпечує більш ефективне управління медичними ресурсами та оптимізує процеси лікування.

За допомогою можливостей візуалізації даних Power BI лікарні та клініки можуть оптимізувати розподіл своїх ресурсів. Наприклад, в медичній інформаційній системі Doctor Eleks, яка впроваджена в багатьох закладах охорони здоров'я України, запроваджений новий функціонал – інтерактивні звіти в Power BI [2]. Ці звіти дають змогу бачити повну фінансову картину менеджменту клініки за такими категоріями: клініками, відділеннями, послугами, спеціалізацією, лікарем. Можна змінювати параметри відображення даних і задавати період відтворення статистичних показників по прибутку та переглядати тенденції.

Power BI може використовуватись для моніторингу та аналізу даних про пацієнтів, таких як медичні записи, результати тестів, історії хвороб та інші клінічні дані. Інструменти



аналітики даних в Power BI допомагають визначити закономірності та тенденції, пов'язані з конкретними методами лікування та втручаннями, що допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо індивідуального плану лікування пацієнтів [3].

Геопросторові візуалізації Power BI можуть використовуватися в системі охорони здоров'я для моніторингу спалахів захворювань, відстеження кампаній вакцинації та виявлення потенційних територій високого ризику. Цей підхід може допомогти завчасно стримувати спалахи багатьох епідемічних хвороб та запобігати їх поширенню [4]. Як приклад можна навести статтю Graves, S. та He, L. [5], в якій автори представили інформаційну панель COVID-19 із даними про випадки захворювань за датою, містом, округом та/або районом у Південній Каліфорнії.

Підсумовуючи, зазначимо, що комплексне програмне забезпечення Power BI - це потужний інструмент, який сьогодні широко застосовується для візуалізації медичних даних. Наведені приклади яскраво ілюструють можливості Power BI в створенні, дослідженні та представленні різнопланових наборів медичних даних в простому у використанні інтерфейсі.

Список використаних джерел

1. Батюк Л.В., Кізілова Н.М. Аналіз сучасних баз даних і інформаційних систем обробки масивів медичної інформації. *Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2022. Том 33(72). № 5. С.53-57. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/07>
2. Інтерактивні звіти в POWER BI URL: <https://doctor.eleks.com/news/interaktivni-zviti-v-power-bi> (дата звернення: 24.05.2024).
3. Vitalii Bober 2024 Впровадження Power BI у галузі медицини: Покращення аналізу пацієнтських даних та оптимізація лікарських процесів URL: <https://blog.silvery.ua/implementation-of-power-bi-in-the-field-of-medicine-improving-the-analysis-of-patient-data-and-optimizing-medical-processes> (дата звернення: 27.05.2024).
4. Leveraging Power BI for Enhanced Healthcare Data Visualization and Integration- CloudAstra.ai 2023. URL: <https://medium.com/@cloudastra.ai/leveraging-power-bi-for-enhanced-healthcare-data-visualization-and-integration-cloudastra-ai-4e345f6293b4> (дата звернення: 27.05.2024).
5. Graves, S., & He, L. Covid-19 Mapping with Microsoft Power BI. *Terra Digitalis*. 2020. Vol. 4. №2. P.1-5. <https://doi.org/10.22201/igg.25940694e.2020.2.74>



ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ, ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ОБЛІКУ ПРИ ЛІКУВАННІ ІШЕМІЇ

Мартинюк Л.В., Кривоносов В.Є., Шайко-Шайковський О.Г., Кошева Л.О.

НУ Біоресурсів і природокористування України, м. Київ,

Національний авіаційний університет м.Київ,

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича м. Чернівці

martyniuklilia@nubip.edu.ua, yhtverf007@ukr.net, O.Shaiko-Shaikovskiy@chnu.edu.ua,

l.kosh@ukr.net

Гостра ішемія кінцівки – це раптове критичне зниження перфузії, що загрожує життєздатності кінцівки. Частота виникнення цього стану становить 1,5 випадки на 10 000 осіб на рік. Гостра ішемія виникає на ґрунті блокади кровотоку в магістральних артеріях (емболія, тромбоз, травма).

Сучасні інженерні технології дозволяють створювати інформаційні діагностичні прилади контролю розвитку ішемії тканин кінцівок. Отримання, накопичення та створення бази даних дозволяє визначати динаміку розвитку хвороби, корегувати процес лікування хворого. У випадках накладення кровоспинного джгута, визначити час до його зняття. Створення автоматизованого інформаційного приладу є актуальним.

Основні методи діагностики розвитку ішемії біологічної тканини (БТ) при стаціонарному дослідженні є: диференційний діагноз, ультразвукове дуплексне сканування судин нижніх кінцівок, комп'ютерна томографічна ангіографія та магнітно-резонансна ангіографія, цифрова субтракційна ангіографія[1].

Авторами пропонується електричний метод дослідження процесів які відбуваються у біологічній тканині живих організмів [2].

Розроблено спосіб діагностування, який полягає в наступному[3].

1. Встановлюють електроди попарно на аналогічні ділянки кожної кінцівки.
2. Одночасно виміряють зміну імпедансу кожної ділянки кінцівок.
3. Знаходять коефіцієнт відносної зміни імпедансу - $k = \frac{Z^*}{Z}$, де Z^* , Z опори біологічної ткани на ділянках кінцівок з наслідками прояви ішемії та без, наприклад, накладеним джгутом та без нього. При цукровому діабеті чи травмі однієї кінцівки, за базове значення приймається здорова кінцівка. На рис. 1, представлено графіки коефіцієнтів відносної зміни імпедансу залежно від терміну накладеного джгута [4].

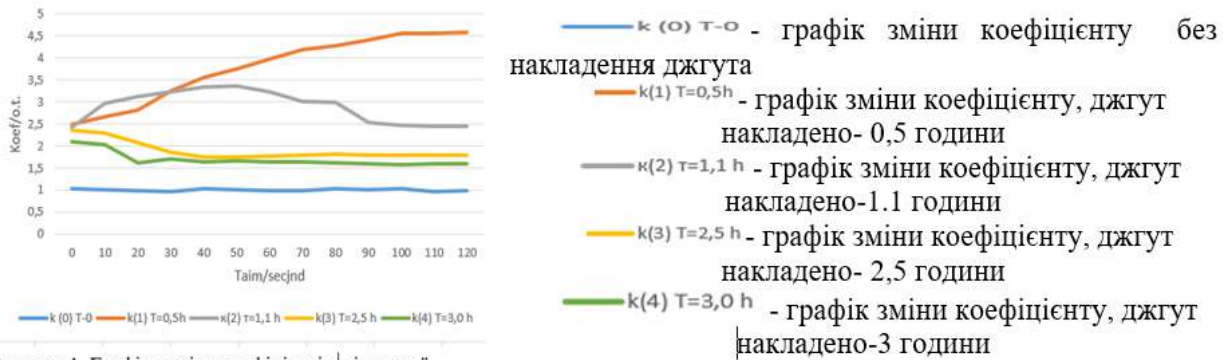
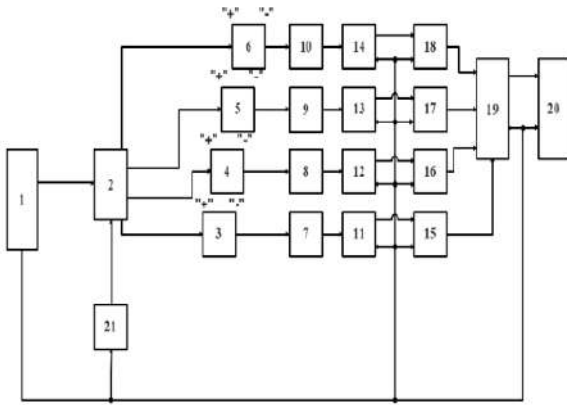


Рисунок 1. Графіки зміни коефіцієнтів відносної імпедансу.

Аналіз графіків графіки, рис.1, зміни відносного коефіцієнта імпедансу $k=f(t)$ від часу, дозволив розробити пристрій оцінки стану, та розвитку ішемії біологічної тканини, блок схема рис.2

Пристрій [5], для комплексного дослідження електропровідності біологічної тканини, що містить першу і другу мостові схеми, перший і другий перетворювачі струм-напруга, перший і другий підсилювачі напруги, перший і другий аналого-цифрові перетворювачі, мікроконтролер, причому перша та друга мостові схеми через перший і другий перетворювачі струм-напруги, перший і другий підсилювачі напруги, перший і другий аналого-цифрові перетворювачі підключені до входів мікроконтролера, третя і четверта мостові схеми, чотири пари електродів зі струмопроводами, третій і четвертий перетворювачі струм-напруга, третій і четвертий підсилювачі напруги, третій і четвертий аналого-цифрові перетворювачі, регульований блок живлення, багатоканальний блок перемикання режимів, блок завдання коефіцієнтів подібності та режимів та дисплей, при цьому вихід регульованого блоку живлення першим виходом підключений до першого входу багатоканального блоку перемикання режимів, чотири виходи якого підключені до відповідних перших входів мостових схем, другі виходи мостових схем підключені до відповідної пари електродів струмопроводами, виходи мостових схем через перетворювачі струм-напруга, підсилювачі напруги та аналого-цифрові перетворювачі підключені до відповідних чотирьох входів мікроконтролера, п'ятий вхід якого підключений до першого виходу блоку завдання коефіцієнтів подібності та режимів, а вихід мікропроцесора підключений до дисплея, другий вихід блоку завдання коефіцієнтів подібності та режимів підключений до багатоканального блоку перемикання режимів, при цьому підсилювачі напруги,



Рисунк 2. Блок схема пристрою

аналогово-цифрові перетворювачі, мікроконтролер, дисплей та блок завдання коефіцієнтів подібності та режимів підключені до другого виходу регульованого блоку живлення.

Список використаних джерел

1. Koutsouras, D.A., Lingstedt, L.V., Lieberth, K., Reinholz, J., Mailänder, V., Blom, P.W.M., & Gkoupidenis, P. (2019). Probing the impedance of a biological tissue with PEDOT:PSS-Coated metal electrodes: Effect of electrode size on sensing efficiency, 8(23), article doi: 10.1002/adhm.201901215/
2. V. Kryvonosov N. Prudnikova L. Martyniuk Justification of the electrical scheme of biological tissue replacement under the action of DC voltage. Machinery & Energetics Vol. 13, No. 4. 2022 Journal homepage: <https://technicalscience.com.ua/en>.
3. Свідотство авторського права «Спосіб виявлення та контролю розвитку ішемії біологічної тканини» Кривоносов В.Є., Павлов С.В., Сандер С.В., Мартинюк Л.В. . № 118335 від 11.05.2023
4. Kryvonosov, V., Avrunin, O., Sander, S., Pavlov, V., Martyniuk, L., & Zhumazhanov A usage of the impedance method for detecting circulatory disorders to determine the degree of limb ischemia/ *Informatyka, Automatyka, Pomiar W Gospodarce I Ochronie Środowiska*, 13(4), 5–10. <https://doi.org/10.35784/iapgos.5393> More Citation Formats (Scopus).
5. Патент на корисну модель України № 153912 Заява u202301784. Обубл. 13.09.2023, бюл. 37. Пристрій для комплексного дослідження електропровідності біологічної тканини постійним струмом» Кривоносов В.Є. Павлов В.С., Мартинюк Л.В

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В МЕДИЦИНІ: МОЖЛИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ Omni

Махрова Є.Г.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Штучний інтелект (AI) розпочав значну революцію в медицині та став її необхідною складовою, пропонуючи унікальні можливості для діагностики, лікування, прогнозування різних захворювань та управління даними про пацієнтів. Останні досягнення в Deep Learning (DL) та обробці природної мови відкрили нові перспективи для застосування AI у медичних науках.



Однією з передових систем AI є система Omni, розроблена на основі останньої версії AI-model GPT-4 від OpenAI. Вона є потужним інструментом для аналізу медичних даних, підтримки прийняття рішень та покращення якості медичної допомоги. Система здатна обробляти величезний обсяг даних, включаючи медичні зображення, електронні медичні записи та геномні дані [1]. Omni використовує DL та методи Machine Learning для аналізу даних та виявлення прихованих закономірностей. Це дозволяє лікарям отримувати більш точні та своєчасні діагнози.

Моделі DL, такі як CNN, демонструють високу точність в аналізі медичних зображень, включаючи рентгенівські знімки, МРТ та КТ. AI вміє діагностувати рак легень з великою точністю, а прогресивна Omni здатна розпізнавати та автоматично виявляти патології з точністю, порівнянною з кваліфікованими радіологами [2, 3]. Це особливо важливо для ранньої діагностики летальних захворювань. Також це дозволить значно знизити навантаження на лікарів та покращити точність діагностики.

AI відіграє важливу роль у персоналізованому лікуванні та прогнозуванні результатів захворювань, де такий підхід може значно знизити відсоток летальних випадків. Моделі DL використовуються для прогнозування відповіді пацієнта на певні види лікування, що дозволяє адаптувати терапію до індивідуальних потреб. У дослідженні Stanford University розроблена модель, яка прогнозує ймовірність рецидиву раку грудей, допомагаючи лікарям приймати більш обґрунтовані рішення. А система Omni, аналізуючи генетичні дані пацієнта, може рекомендувати найефективніші методи лікування та прогнозувати їх результати [4].

Системи на основі AI автоматизують процеси введення даних, що значно поліпшує управління медичними БД та електронними медичними записами. Це сприяє зменшенню кількості помилок, більш ефективному та точному обслуговуванню, та покращує якість документації. Наприклад, система IBM Watson інтегрується з електронними медичними записами і допомагає лікарям у прийнятті клінічних рішень.

Omni також є потужним інструментом для підтримки прийняття рішень. Вона може надавати рекомендації щодо лікування на основі аналізу даних та останніх наукових досліджень [5]. Це допомагає лікарям приймати обґрунтовані рішення та покращувати якість медичної допомоги. Наприклад, у разі складних захворювань, таких як хронічні захворювання серця, Omni може аналізувати багато чинників, включаючи історію хвороби пацієнта, результати аналізів та генетичні дані, щоб рекомендувати оптимальний план лікування [6]. Це дозволяє не лише покращити результати лікування, а й зменшити фінансові витрати.

Однією з унікальних можливостей Omni є прогнозування захворювань. Використовуючи методи DL, система може аналізувати дані пацієнта і передбачати ймовірність розвитку різних захворювань [7]. Наприклад, аналізуючи дані про серцево-



судинну систему пацієнта, Omni може передбачати ймовірність розвитку інфаркту або інсульту та рекомендувати профілактичні заходи [8]. Це дозволяє покращити якість життя пацієнта, проводити профілактичні заходи, своєчасно втручатися в процес лікування, а також зменшити навантаження на систему охорони здоров'я в цілому.

Використання AI в медицині також створює ряд етичних та правових питань. Умови сучасного цифрового світу роблять захист персональних даних пріоритетом. На сьогодні вже існують нормативні акти та рекомендації, спрямовані на захист прав пацієнтів та забезпечення справедливості у доступі до медичних послуг. Omni розроблена з дотриманням всіх етичних норм і стандартів безпеки, що гарантує конфіденційність медичних даних та захист від несанкціонованого доступу [9].

Отже, система Omni представляє передовий інструмент, що відкриває нові можливості для діагностики, лікування, прогнозування захворювань та управління даними. Вона дозволить покращити якість життя пацієнтів та медичної допомоги, знизити навантаження на лікарів та підвищити точність діагностики. Однак, успішне впровадження AI потребує комплексного підходу, який включає наукові дослідження, розробку нормативних актів та забезпечення етичного аспекту.

Список використаних джерел

1. Doe, J. Application of Deep Learning in Medical Data Analysis. *Journal of Medical Data Analysis*. 2023. Springer Nature. Berlin. Vol. 12, pp. 45-47.
2. Smith, J. A Review of AI Applications. *Advances in Radiology*. 2024. Wiley. Hoboken. URL: www.advancesinradiology.com.
3. Brown, R. Emerging Trends in Medical Imaging: The Role of Artificial Intelligence. *International Journal of Medical Imaging*. 2023. Elsevier. Amsterdam. Vol. 23, pp. 78-82.
4. White, E. Personalized Medicine: Integrating AI into Clinical Practice. *Personalized Medicine Journal*. 2024. URL: www.personalizedmedicinejournal.com.
5. Green, M. Enhancing Clinical Decision Making with AI. *Decision Support Systems in Medicine*. 2023. Springer. Berlin. Vol. 15, pp. 34-36.
6. Black, S. Innovations in Cardiology Research: Harnessing AI for Improved Patient Outcomes. *Journal of Cardiology Research*. 2024. Sage Publications. Thousand Oaks. URL: www.journalofcardiologyresearch.com
7. Johnson, W. Leveraging AI for Disease Prediction and Prevention. *Predictive Analytics in Healthcare*. 2023. Cambridge University Press, Cambridge. Vol. 19, pp. 58-61.
8. Grey, L. Advances in Preventive Medicine: AI Solutions for Disease Prevention. *Journal of Preventive Medicine*. 2024. URL: www.journalofpreventivemedicine.com.
9. Brown, K. Protecting Patient Privacy in the Age of AI. *Ethics in Digital Health*. 2023. Taylor & Francis, London. Vol. 8, pp. 23-25.



ENHANCED FUNCTIONALITY OF pyTorch MODULE IN PROCESSING THE MEDICAL IMAGES

Nahirniak V.M.

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

volnag@bsmu.edu.ua

In Python programming language, the pyTorch module is a standalone library. It possesses a variety of methods (functions) which can be applicable to image processing. Some specific methods implemented in the library is especially suitable for implementation in medical image processing workflow. Medical images are typically represented as multi-dimensional arrays (tensors), and pyTorch's tensor operations are efficient tools in manipulation and processing of these images. PyTorch provides powerful tensor manipulation capabilities (e.g. transposition, convolution, normalization) which are essential for handling medical image data.

When dealing with radiological images, you are dealing with big amount of data. This demands suitable and versatile programming tool to process data in the proper manner. And pyTorch comes handy in this regard. The main goal of image processing is to improve contrast and increase details' visibility on radiological images. That would help to improve patients' diagnostics.

PyTorch includes utilities for loading and preprocessing medical image datasets. The ``torchvision`` package, in particular, provides functionalities for common image transformations and data augmentation techniques, such as rotation, scaling, and cropping. These transformations are useful for increasing the variability of the training data and improving the generalization of deep learning models. Also, data augmentation techniques can improve the generalization of deep learning models for abnormality detection. PyTorch's ``torchvision`` library provides a variety of built-in data augmentation transformations that can be applied to radiological images during the training process.

A variety of pre-trained deep learning models which pyTorch provides access to, includes those trained on large-scale image datasets such as ImageNet. While these models may not have been specifically developed to work with medical images, they can often be fine-tuned or adapted for medical image analysis tasks through transfer learning.

Researchers and practitioners can use pyTorch's flexibility to develop custom deep learning architectures tailored to specific medical imaging tasks. This includes designing convolutional neural networks (CNNs), recurrent neural networks (RNNs), or more complex architectures like U-Net for tasks such as image segmentation or classification.



PyTorch seamlessly integrates with modern video processors hardware, e.g. with NVIDIA GPU. This ability allows conducting the efficient computation and training of deep learning models on large medical image datasets. This GPU acceleration is crucial for reducing training times, and, especially, while working with high-resolution images.

There are utilities which pyTorch provides for visualizing medical images and model predictions during the training and evaluation process. Tools like *'matplotlib'* or *'tensorboardX'* can be used to visualize input images, ground truth labels, and model predictions, aiding in debugging and analysis.

PyTorch supports techniques for interpreting and explaining model predictions, which are important in medical applications where understanding the reasoning behind a model's decisions is crucial. Techniques such as gradient-based attribution methods or attention mechanisms can provide insights into which parts of an image are most influential in the model's predictions.

In order to deploy different trained models to production environments, one may use the pyTorch's various deployment options, including integration with frameworks like ONNX (Open Neural Network Exchange) for interoperability with other deep learning frameworks, and tools like TorchScript for optimizing and serializing models for deployment in production systems. Programming code may include direct queries to an AI platform possessing a catalog of organs and body parts.

PyTorch can be used to detect problematic or abnormal parts on radiological images through techniques such as image segmentation and object detection. Here's how it can be done. PyTorch module facilitates the image segmentation which involves partitioning an image into multiple segments or regions based on given criteria. In the context of medical imaging, segmentation is often used to identify and delineate specific structures or abnormalities within an image. PyTorch provides tools and libraries for building and training deep learning models for image segmentation tasks. Models such as U-Net, which are widely used in medical image analysis, can be implemented in pyTorch for segmenting abnormal regions in radiological images.

Following the ideology of deep learning, pyTorch provides implementations of popular object detection algorithms like Faster R-CNN, YOLO, and SSD, which can be trained on annotated medical image datasets to detect abnormal regions within radiological images. Object detection is used to identify and locate objects of interest within an image. In medical imaging, object detection can be used to detect abnormalities such as tumors, lesions, fractures, or ruptures.



As one can see, pyTorch provides a robust platform for developing, training, and deploying deep learning models for a wide range of medical imaging tasks, from image classification and segmentation to disease diagnosis and treatment planning. It features flexibility, performance, and a set of libraries and tools which makes it a popular choice for programmers, researchers and medical practitioners in radiology, radiation oncology, and medical imaging research. By leveraging these capabilities of pyTorch, researchers and practitioners can develop and deploy deep learning models for detecting problematic or abnormal parts in radiological images, aiding in the diagnosis and treatment of various medical conditions.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРЕЗЕНТАЦІЙ

Письменецька І.Ю.¹, Пелешенко Г.Б.², Леbedенко В.Ю.²

¹Європейський медичний університет, м.Дніпро, ²Дніпровський державний медичний університет, м. Дніпро

ip01589@gmail.com, peleshenko.ganna@gmail.com, lebedenko.vitalii.yukh@gmail.com

У сучасному світі штучний інтелект (ШІ) швидко розвивається та стає невід'ємною частиною багатьох сфер людського життя. Однією з таких сфер є створення та редагування презентацій. Завдяки надзвичайним можливостям ШІ, які включають в себе аналіз даних, автоматизацію процесів та генерацію контенту, презентація може бути оптимізована та покращена.

По-перше, нейромережі можуть допомогти в аналізі великих обсягів даних для ідентифікації ключових показників та трендів, які можуть бути використані при створенні контенту презентацій. Великі мовні моделі, такі як Chat GPT (<https://chat.openai.com>), Copilot (<https://copilot.microsoft.com>) чи Gemini (<https://gemini.google.com/app>) можуть генерувати ідеї, структуру та текстові матеріали для презентацій.

По-друге, ШІ може автоматизувати багато процесів, пов'язаних зі створенням презентацій, таких як форматування слайдів, розміщення контенту та додавання мультимедійних елементів. Наприклад, сервіс SlidesAI.io (<https://www.slidesai.io>) дозволяє вставляти текст для презентації та налаштовувати кількість слайдів, тематику, кольори, шрифт



та ілюстрації. Це дозволяє витратити менше часу на рутинні завдання та більше часу на розробку змісту презентацій.

По-третє, нейромережі можуть генерувати текстовий та візуальний контент для презентацій на основі введених даних або заданих параметрів. Наприклад, системи генерації природної мови можуть створювати текст для слайдів на основі вхідних інструкцій або ключових слів. Також існують алгоритми, що можуть автоматично створювати графіки, діаграми та ілюстрації для візуалізації даних.

І головне, існують різноманітні інструменти та платформи, які використовують ШІ для створення презентацій з готовими елементами дизайну та генерацією тексту.

Наш власний досвід вивчення різних платформ для створення презентацій показує, що на даному етапі розвитку таких програм найбільш простими, комфортними та ефективними є Tome AI (<https://tome.app>) та Gamma (<https://gamma.app>).

Tome AI успішно застосовує комбінацію двох технологій – великої мовної моделі ChatGPT і програми генерації візуальних об'єктів DALL-E 2. За допомогою мовної моделі програма створює детальний план презентації та необхідні тексти для кожного слайду, а за допомогою DALL-E 2 малює тематичні зображення. Користувач формує текстові підказки, які максимально точно описують тематику та зміст презентації. Згідно з цими підказками платформа створює слайди із відповідними зображеннями та текстами. Tome допомагає придумати заголовки, підзаголовки та сюжетні лінії для презентацій. Крім того, платформа пропонує користувачам безліч шаблонів, які також можна використовувати для створення презентацій. Tome аналізує зміст презентації та пропонує схеми, зображення та ілюстрації, які найбільше відповідають темі. Більшість вмісту презентації платформа створює автоматично, але вона також дозволяє користувачам налаштувати дизайн кожного слайда.

Як і Tome AI, платформа Gamma має зручний інтерфейс, який надає чіткі інструкції та рекомендації протягом усього процесу створення презентації. Крім того, користувачі можуть легко редагувати та налаштувати кожен слайд окремо. Gamma може допомогти створити презентацію з нуля за інструкціями або на основі вже існуючого контенту. Але порівняння двох платформ показало, що Tome AI значно краще справляється зі створенням візуальних об'єктів.

Використання штучного інтелекту у створенні презентацій може значно полегшити та покращити процес роботи з ними. За допомогою аналізу даних, автоматизації процесів та генерації контенту, презентації можуть стати більш ефективними та впливовими



комунікаційними засобами. Але треба завжди пам'ятати, що використання ШІ - це інструмент додаткової інформації та джерело ідей, це гарний помічник, а не єдине джерело знань. Тому навіть застосування елементів штучного інтелекту потребує критичного мислення та ретельної перевірки запропонованого контенту.

ХІРУРГІЧНІ АСПЕКТИ СТАНОВЛЕННЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ НА БУКОВИНІ

Полянський І.Ю.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ipolyanskiy@ukr.net

Телемедицина, як комплекс дій, технологій та заходів, що застосовуються при наданні медичної допомоги, з використанням засобів дистанційного зв'язку (1), на Буковині розвивається досить успішно. Вона дає змогу поліпшити здоров'я населення шляхом забезпечення рівного доступу до медичних послуг належної якості.

У хірургії телемедицина дозволяє не тільки провести телемедичну консультацію для постановки діагнозу, а й інтраопераційний телемедичний консилиум для вибору оптимальної хірургічної тактики.

Структура та організація роботи хірургічної служби на Буковині за участі співробітників кафедри передбачає можливість проведення телемедичних консультацій та консилиумів у режимі 24/7.

Інтраопераційні телеконсилиуми з хірургічних відділень різних лікарень області дозволили оптимізувати хірургічну тактику при складних випадках, уникнути інтра- та післяопераційних ускладнень, покращити результати лікування пацієнтів.

Телемедичні консультації дали можливість поточити діагноз при різній ургентній та плановій хірургічній патології, визначити тактику лікування пацієнтів, проводити динамічний контроль за ефективністю лікувальних заходів, своєчасно вносити корективи в лікувальний процес.

Окрім того, нами впроваджено ряд телеметричних інновацій, що дають можливість вдосконалити діагностику шляхом передачі та цифровій обробці звукових феноменів, які супроводжують певні патологічні процеси.

Так, нами розроблено пристрій (2), який дає можливість на гаджеті записати звукові феномени функції кишківника (перистальтичні хвилі), піддати їх математичній обробці за вказаними критеріями та вірогідно визначити характер порушень, їх діагностичне значення



(3). Таке неінвазивне обстеження пацієнта використовується також для оцінки ефективності лікування, що проводиться з можливістю його корекції.

Проводяться також дослідження у торакальній хірургії, при захворюваннях органів дихання, коли на розробленому пристрої за допомогою спеціальної програми можна дистанційно провести аналіз звукових феноменів дихання, виявити наявні порушення, встановити діагноз, визначити лікувальну тактику. Цю методику ми активно використовували у період пандемії COVID -19, зменшуючи ризик інфікування медичних працівників при обстеженні пацієнтів.

Таким чином, телемедичні технології дозволять лікарям підвищити інформативність діагностичних процесів, адекватність лікувальної тактики, а пацієнтам створюють можливість отримання висококваліфікованої медичної допомоги належної якості навіть у випадках, коли відстань є критичним чинником.

Список використаних джерел

1. Наказ МОЗ України № 681 від 19.10.2015 «Про затвердження нормативних документів щодо застосування телемедицини у сфері охорони здоров'я». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1400-15#Text>
2. Пристрій для аускультатії Полянського. Патент на корисну модель №147805 . Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 16.06.2021.
3. Пат. 94259 Україна, МПК А61В 5/00. Спосіб оцінки моторно-евакуаторної функції кишечника / Полянський І. Ю., Москалюк В. І., Васкул В. М.; заявник Полянський І. Ю., Москалюк В. І., Васкул В. М. – № u201404112; заявл. 16.04.2014; опубл. 10.11.2014, Бюл. № 21.

ANALYSIS OF THEORETICAL AND APPLIED ACHIEVEMENTS OF THE SCIENCES IN THE FIELD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE DEVELOPMENT IN THE FIELD OF MEDICINE AND MEDICAL EDUCATION

Sudzuki V., Yehorenkov A.I.

Bogomolets National Medical University

suzukivika@gmail.com, altaikiev1@gmail.com

Purpose: inform scientists, teachers, graduate students, students working for medicine and in medicine about the prospects of using artificial intelligence(AI) in the field of health care. **Topicality:** nowadays people use AI more and more day-to-day life (for example Siri or Google Assistant [1], also we can make/generate photos or videos in canva, can't but mention deepfake photos and videos that became a serious ethical issue). AI is a multidisciplinary theme, but speaking about medicine



most people consider AI more as a problem than a perspective tool in control of a doctor. Nevertheless, understanding of machine learning, AI voice assistants etc. [2].

The task: to conduct a systematic analysis of various aspects of the use of AI, to formulate recommendations for scientists, teachers, graduate students, students working for medicine and in medicine regarding the use of AI in the field of health care.

Research method: analysis of scientific literature, including educational content, communication with specialists, questionnaires of participants in the educational process. **Results of the research:**

1) In general, there are two branches of the usage of AI in medicine (virtual and physical) [3]. Virtual branch can be used to control the heli.me or ehealth management systems. Physical branch can be used in surgery (as robots don't get tired as humans). 2) Investing in medicine is equal to raising the standards of living (the access to treatment). Expenditures to the field of health in Ukraine in 2023 are 206,8 billion UAH [4]. AI could sum up and analyze the expenses and suggest optimization based on the analysis. 3) AI can be also used in anesthesiology (depth of anesthesia monitoring, risk prediction or control of anesthesia) [5]. 5) In cardiology we can highlight cardiac imaging (DL systems), electrocardiography and echocardiography [6]. They are widely used nowadays and help with diagnosis and management of cardiovascular disease. 6) In pharmacy, target proteins can be identified with AI. Also, AI can score the activity of the drug and its toxicity, metabolism and absorption which makes drugs safer [7]. 7) AI is widely used in hematology in order to measure the hematological parameters [8]. 8) Natural language processing and machine learning can economize diagnostic radiology and oncology applications [9]. 9) The experiment in the field of capsule endoscopy has shown that AI (99,90%, 5,9 minutes) is more accurate and faster than an expert (76,89% 96,6 minutes) in diagnostics based on photos and videos [10].

Conclusion: AI can be used in different ways in medicine. Nevertheless, artificial intelligence can be a useful tool in doctors' hands, but not an independent doctor. There is a wide range of processes that can be done by AI faster and more accurate than humans, that is why medical education should include studies about AI and how to use it in the field of medicine and medical education. On the other hand, AI gives medical student an opportunity to do their homework with the help of gpt chat (based on our survey, 46,9% of NMU students use AI while studying), it can cause laziness, which can lead to general degradation. Also, we should take to consideration that AI has no emotions that is why it can give an information that can offend people or is racist. In Ukraine AI can't be legally punished for any recommendation that is why a doctor will be punished in the case of misdiagnosis.

References:



1. Mintz Y, Brodie R. Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2019 Apr;28(2):73-81
2. Chen M, Decary M. Artificial intelligence in healthcare: An essential guide for health leaders. *Healthc Manage Forum.* 2020 Jan;33(1):10-18
3. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism.* 2017 Apr;69S:S36-S40
4. Мінфін: Від 11 березня 2024[Електроний ресурс] – режим доступу: https://mof.gov.ua/uk/news/minfin_u_2023_rotsi_vidatki_na_okhoronu_zdorovia_stanovili_2174_mlrd_grive_n-4492
5. Hashimoto DA, Witkowski E, Gao L, Meireles O, Rosman G. Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations. *Anesthesiology.* 2020 Feb;132(2):379-394
6. Itchhaporia D. Artificial intelligence in cardiology. *Trends Cardiovasc Med.* 2022 Jan;32(1):34-41
7. Sahu A, Mishra J, Kushwaha N. Artificial Intelligence (AI) in Drugs and Pharmaceuticals. *Comb Chem High Throughput Screen.* 2022;25(11):1818-1837
8. Kaestner L. Artificial intelligence meets hematology. *Transfus Apher Sci.* 2020 Dec;59(6):102986
9. Hespel AM, Zhang Y, Basran PS. Artificial intelligence 101 for veterinary diagnostic imaging. *Vet Radiol Ultrasound.* 2022 Dec;63 Suppl 1:817-827
10. Trasolini R, Byrne MF. Artificial intelligence and deep learning for small bowel capsule endoscopy. *Dig Endosc.* 2021 Jan;33(2):290-297

НЕСПЕЦИФІЧНИЙ ВИРАЗКОВИЙ КОЛІТ І АРТЕРІАЛЬНА ГІПЕРТЕНЗІЯ: ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ, ПОДАЛЬШІ ПЕРСПЕКТИВИ

Хайрнасова А.В., Хайрнасов Р.Н.

*Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ,
Українсько-німецький противиразковий гастроентерологічний центр «Бік- Київ»,
м.Київ*

dockhairnasova@gmail.com, ruslan.khairnasov@gmail.com

З появою штучного інтелекту виникає все більше інтересу до його можливостей, але використання в комп'ютерних програмах викликало паралельне занепокоєння щодо його здатності або нездатності надавати користувачам зрозумілі та повноцінні результати. Це занепокоєння особливо має місце в медичному контексті, де першочергове значення має безпека пацієнтів.

Неспецифічний виразковий коліт — це запальне захворювання, з різними ступенями тяжкості, яке триває протягом усього життя, вражає пряму кишку та товсту кишку. У 2023



році поширеність неспецифічного виразкового коліту в усьому світі становила 5 мільйонів випадків, захворюваність же у всьому світі зростає. Вважається, що неспецифічний виразковий коліт виникає у людей із генетичною схильністю після впливу зовнішнього середовища, із дефектами кишкового епітеліального бар'єра, змінами мікробіоти та дисрегуляцією імунної відповіді. Діагностика та терапевтичне лікування неспецифічного виразкового коліту ґрунтується на комбінації ендоскопічних і гістологічних оцінок. Штучний інтелект може подолати поточні проблеми, а саме: потреби в повторній колоноскопії та біопсії, визначення ступеня активності захворювання.

Поширеність артеріальної гіпертензії зростає разом зі старінням населення, спричиняючи щорічні мільйони передчасних смертей у всьому світі. Низька поінформованість про підвищення артеріального тиску і несвоєчасно виявлена артеріальна гіпертензія є основними перешкодами для ефективного лікування даного захворювання. Профілактика та лікування артеріальної гіпертензії є нагальною проблемою охорони здоров'я. Останні дані свідчать про те, що штучний інтелект може стати багатообіцяючим інструментом для прогресу в медицині.

Неспецифічний виразковий коліт і артеріальна гіпертензія є різними захворюваннями, які можуть співіснувати в одного пацієнта. На даний час достовірні патофізіологічні механізми, що можуть пов'язати ці два захворювання, ще не вивчені в повному об'ємі. Одним з них є генетичний чинник, що характерно для обох захворювань, але деякі гени можуть бути навіть спільними для неспецифічного виразкового коліту і артеріальної гіпертензії. Міжнародні дослідження продемонстрували, що у пацієнтів із неспецифічним виразковим колітом артеріальна гіпертензія зустрічалася у 40%, а високий артеріальний тиск може погіршити перебіг неспецифічного виразкового коліту.

Тому сьогодні важливим є моделювання процесу догляду за пацієнтами з коморбідною патологією в контексті клінічного рішення, а саме: вибір лікуючого лікаря, медичного персоналу, що дає можливість чітко визначити час прийняття рішень щодо своєчасної діагностики, уточнити етапи збору даних та матеріалу дослідження у пацієнта. Це призведе до вірного трактування результатів. Адже для правильного прорахунку можливості ризиків на те чи інше захворювання необхідна чітко проаналізована база з таких самих пацієнтів.



Лише глибоко проаналізувавши всі ці аспекти, можна спроектувати успішну систему на основі штучного інтелекту та правильно визначити компоненти, які можна надати програмі та вірно інтерпретувати дані показники. Моделі штучного інтелекту не потребують розуміння того, як вони працюють. Головною задачею є досягнення результату — вони повинні бути корисними.

Розвиток штучного інтелекту та навчання машини використовувати ці дуже великі обсяги даних з метою їх інтерпретації та вивчення корисних шаблонів відкриває шлях до все більш точних інструментів для діагностики та прогнозування. Хоча процес, який використовують моделі штучного інтелекту для створення прогнозів, може бути обмеженим і упередженим, він також відрізняється від процесів людського мислення тим, що може виявити нові зв'язки. Це створює підстави для використання моделей штучного інтелекту як інструментів для керівництва людськими дослідженнями.

Справжня важливість системи штучного інтелекту в медицині полягає в підтримці планування та наданні медичної допомоги, а не просто в проведенні діагностичних підрахунків. Впровадження міждисциплінарного співробітництва між експертами зі штучного інтелекту, клініцистами та постачальниками медичних послуг має вирішальне значення для подальшої оптимізації та перевірки керованих штучним інтелектом рішень для лікування неспецифічного виразкового коліту та супутньої артеріальної гіпертензії.

Таким чином, на підставі викладеного можна зробити такі висновки: коморбідні патології потребують значного збільшення медичних ресурсів, призначення більшої кількості лікарських засобів, що підвищує ризик їх побічних ефектів. Необхідні подальші наукові дослідження діагностики та лікування коморбідних станів, оскільки штучний інтелект відкриває нові діагностичні можливості в медицині, адже перспективи для подальшого розвитку ще мають місце.



СТВОРЕННЯ СУЧАСНОГО ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ ФАРМАЦІЇ ЗАСОБАМИ

PAGES

Шабацька С.А.

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

sveta.shabatska@ gmail.com

Сучасна медична освіта в Україні спрямована задовільнити запити суспільства і держави щодо забезпечення громадян якісними послугами завдяки високому рівню підготовки фахівців галузі охорони здоров'я, зокрема і у фармацевтичній сфері, яка є невід'ємною складовою галузі охорони здоров'я. Концепція самостійної роботи майбутніх магістрів фармації в умовах досягнення пріоритетних цілей медичної реформи «Стратегія розвитку медичної освіти в Україні» (2019), спрямована на розвиток особистості фахівців галузі охорони здоров'я, здатних сприйняти нові напрямки розвитку, пристосовуватись до змін, самостійно здобувати знання та сформувати навички самоосвіти, навчатися впродовж усього професійного життя.

Зростання ролі самостійної роботи майбутніх магістрів фармації, яка є основним засобом засвоєння знань, умінь та навичок у вільний від аудиторних навчальних занять час, обумовлює необхідність розробки та впровадження інноваційних за змістом методів, засобів та форм навчального процесу підготовки студентів, зокрема інтерактивних навчальних технологій (ІНТ). Використання ІНП у освітньому процесі системи вищої медичної освіти підвищує ефективність самостійної роботи майбутніх магістрів фармації та має низку переваг, таких як можливість студенту побудувати індивідуальну траєкторію самоосвіти в процесі самостійної роботи, яка сприятиме наближенню навчальної діяльності до дослідницької. Впровадження в навчальний процес ІНТ на сучасному етапі характеризується різноманітністю прикладних програмних засобів для їх створення. Привертає увагу створена Apple програма Pages (на платформі MAC OS X) з огляду безкоштовності, доступності та можливості створити інтерактивний навчальний контент. На даному етапі завершується розробка інтерактивного навчального посібника (ІНП) для майбутніх магістрів фармації засобами Pages (Рис1). Запропонована структура ІНП, яка складається з декількох навчальних блоків. Теоретичний



навчальний блок – представлений навчальний матеріал має різноманітні засоби наочності (віджети), ілюстративний навчальний блок – вбудовані навчальні фільми з кожної теми, довідковий навчальний блок – інтегровані в навчальний матеріал посилання на відповідні ресурси Internet з можливістю по них миттєвого переходу та контролюючий навчальний блок – завдання для самоконтролю. Така структура ІНП дозволяє студенту фармацевту на якісно новому рівні цілісно сприйняти навчальний матеріал, викликає підвищений інтерес до поданої інформації про об'єкт вивчення.



Рис.1

На сучасному етапі розвитку цифрових новітніх технологій, доступу до світових інформаційних Internet ресурсів, широке застосування у сфері освіти мобільних девайсів (смартфонів, планшетів тощо) зумовили освітню потребу у навчальній системі, яка базується на широкому спектрі наявних новітніх технологічних ресурсах та сучасній освітній теорії. Реалізація освітнього процесу з впровадженням ІНП в навчальний процес вищої медичної освіти як засобу організації самостійної роботи майбутніх магістрів фармації потребує подальшого ґрунтовного методичного та наукового дослідження.

Список використаних джерел

1. Волкова Н.П. Інтерактивні технології навчання у вищій школі навчально-методичний посібник. Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля, 2018. 360 с.
2. <https://support.apple.com>



СЕКЦІЯ 4. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЦИНИ У КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ І ДОСЯГНЕНЬ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

ІСТОРІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЕРКУСІЇ В МЕДИЦИНІ

Бірюкова Т.В., Остафійчук Д.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

e-mail: tanokbir@ukr.net

Перкусія - це метод вистукування пальцями різних ділянок тіла, при якому за характером звуків, які виникають, досліджують властивості органів, розташованих під досліджуваними ділянками.

У 18 ст. в науці і медицині відбувалась боротьба між ідеалізмом і матеріалізмом, у якій видатну роль відіграли французькі лікарі-матеріалісти. Вони пояснювали всі прояви життя людини і функціонування органів з точки зору механіки та фізики, тобто механістично. На той час основні положення механіки було підтверджено практично, у виробництві. Представниками цього наукового напрямку у фізиці вважають Г. Галілея, І. Ньютона, П. Лапласа, а в медицині – Леруа, Ж.Ламетрі, П.-Ж. Кабаніс. Жюльєн Ламетрі у своїх роботах «Людина - машина», «Людина - рослина», «Людина більше ніж машина» проводить аналіз природничо-наукового матеріалу у великому обсязі та висловлює думку щодо єдності живої природи та наближається до ідей еволюції живих істот. Ламетрі, будучи представником матеріалістів-механістів, наблизився у своїх дослідженнях до переходу простих живих істот до складніших, тобто до еволюції всього живого. Він відмічав, що здатність до відчуття відіграє основну роль у сприйманні навколишнього світу. П'єр Кабаніс – представник французького механістичного матеріалізму – намагався створити теорію медицини, яка ґрунтувалася б на досягненнях природничих наук, та довести її науковий характер. Жан Ніколя Корвізар – професор кафедри внутрішніх хвороб у Колеж де Франс, самого престижного навчального закладу в підготовці медиків свого часу. Йому і створеній ним школі ми завдячуємо введенням перкусії та аускультатії. За достовірними свідченнями він любив читати роботи одного із представників віденської школи М. Штолля. З його робіт Корвізар дізнався про метод безпосереднього обстеження хворого – перкусію, яка була винайдена і



введена в практику віденським лікарем Леопольдом Ауенбруггером. Упродовж семи років лікар спостерігав як змінюється перкуторний звук, спричинений легeneвими та серцевими хворобами у пацієнтів Іспанської лікарні. При цьому, щоб впевнитись у висновках своїх досліджень, він робив розтини трупів хворих пацієнтів. Задля доведення своєї теорії Ауенбруггер наповнював бочки рідиною до різних рівнів, порівнював наповнені водою органи людини з ними, і досліджував глушіння звуку в рідині. У книзі «Нове відкриття, яке дозволяє лікарю за допомогою перкусії людської грудної клітки виявити хвороби, приховані в грудній клітці» Ауенбруггер описав звуки, які характерні для різних захворювань грудної клітки. Жан Ніколя Корвізар переклав на французьку мову працю Ауенбруггера. Учень Корвізара, Р. Лаеннек, маючи багаторічну практику вислуховання серцевих ритмів, розробив метод аускультатії. Він використовував перкусію в поєднанні з вислуховуванням вухом та трубкою.

Звуки, отримані при перкусії залежать від багатьох умов. До прикладу від об'єму досліджуваного органу, його еластичності, сили удару, співвідношення між повітрям та розташуванням елементів в органі.

Винайдення простих і доступних методів клінічного обстеження хворого – перкусії та аускультатії – значною мірою збагатило медицину.

Список використаних джерел

1. Фізичні методи обстеження хворого (пальпація, перкусія, аускультатія): навч. посіб. / В.В. Сиволап та ін. Запоріжжя, 2015. 62 с.
2. Верхатський С.А., Заблудовський П.Ю. Історія медицини: навч. посіб. К.: Вищі шк., 1991. 431 с.
3. Дземан М.І. Федір Степанович Цищурін: погляд крізь сторіччя на першого київського професора-терапевта (Частина I). *Практикуючий лікар*, №4, 2013. С. 106-115.

МАТЕМАТИКА В ОФТАЛЬМОЛОГІЇ

Бірюкова Т.В., Остафійчук Д.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

e-mail: tanokbir@ukr.net, ostafiichukdmytro@gmail.com

Математичні методи широко використовуються в медицині. Тісний взаємозв'язок між математикою та медициною можна відслідкувати упродовж тисячоліть. До прикладу, лікар Сушрута, у давній Індії, винайшов логічний зв'язок між чумою та крисями, між малярією та



комарами, що є проявами логіки та статистики. У сучасному світі математика відіграє значну роль та робить вагомий внесок у розвиток новітніх медичних технологій.

В офтальмології – галузі медицині, яка вивчає структуру та властивості ока, захворювання ока, методи лікування – неможливо обійтись без математики. Більшість досліджень у даній галузі базується на математичних формулах та вимірюваннях.

Розглянемо декілька прикладів. Мікрохірургія ока здійснюється за допомогою лазера. Для проведення операції необхідно виконати точні математичні розрахунки щодо відстані між лазером та очним яблуком, потужності лазера, тривалості впливу, підібрати режим роботи лазера тощо. Невірні розрахунки або помилка в них може мати негативні наслідки для пацієнта аж до втрати зору.

Для діагностики захворювань ока широко використовується комп'ютерна графіка. Завдяки їй можна аналізувати досліджуваний об'єкт за цифровим зображенням. Так, задля виявлення глаукоми необхідним заходом в обстеженні пацієнтів є вимірювання внутрішньоочного тиску (тонометрія). У методі тонометрії за Маклаковим необхідно отримати зображення за допомогою тонометра і потім провести подальші вимірювання та обчислення. Використання цифрових технологій дозволяє отримати зображення у цифровому вигляді, а необхідні обчислення виконуються відповідним програмним забезпеченням.

Око – орган зору, за допомогою якого людина отримує 99% інформації про навколишній світ. Наші очі постійно працюють, тому треба берегти зір і при найменших негативних проявах вчасно лікувати їх. І в цьому від перевірки зору до підбору окулярів, наприклад, математика відіграє першорядну роль. Так, розрахунок гостроти зору виконується за математичними формулами, підбор окулярів також не обійдеться без математичних обчислень.

Значну роль в офтальмології відіграють статистичні методи дослідження. Кількісна характеристика оптичної якості зображення – середньоквадратичне значення помилок відхилення реального хвильового фронту від ідеального. Німецький математик Зерніке для опису абераций хвильового фронту запропонував серію поліномів. Поліноми нижчих порядків описують такі оптичні аберації, як короткозорість та далекозорість, астигматизм. Поліноми вищих порядків описують сферичні та нерегулярні аберації. До прикладу, поліном третього порядку використовують для опису сферичної аберації косих пучків світла, що падають під кутом до коми (оптичної вісі ока). Ця аберация ґрунтується на асиметрії оптичних елементів ока, внаслідок якої центр рогівки не збігається з центром кришталіка. Сферична аберация – це



аберація четвертого порядку. Вона зумовлена нерівномірністю заломлюваної сили кришталіка в різних його точках. Нерегулярні аберації описуються поліномами вищих порядків. Оптична система вважається доброю, якщо коефіцієнти Зерніка близькі до нуля і, таким чином, середньоквадратичне значення помилок хвильового фронту менше $1/14$ довжини світлової хвилі (критерій Марешаля). За підсумками цього коефіцієнта можна прогнозувати гостроту зору.

Площа зіниць залежить від багатьох факторів, і від емоціонального та фізичного стану людини також. Відомо, що око регулює освітленість сітківки: в темряві зіниці розширюються, вдень звужуються. Цей принцип лежить в основі пупіллометричного обстеження. Пацієнту надають стимул у вигляді спалаху і реєструють зміну площі зіниць. Обстеження здійснюється швидко та ефективно, для пацієнта не має негативних наслідків. Для проведення сучасного пупіллометричного обстеження використовують електронний оптичний пупіллометр. Пацієнт отримує стимул у вигляді спалаху. Відбувається реєстрація двох послідовних цифрових зображень для кожного ока, які передаються в комп'ютер для подальшої обробки. На кожному зображенні виділяється зіниця, здійснюється оцінка її площі, будується пупіллограма – крива залежності площі зіниці від часу. На основі отриманих обчислень приймається рішення про наявність, характер та методи лікування патології.

Наведені приклади наочно ілюструють важливість математики в медицині і можна навести ще багато прикладів для підтвердження того, що прикладна математика в різних її проявах є невід'ємною частиною сучасної медицини.

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Іванчук М.А.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ivanchuk.m@bsmu.edu.ua

Відомо, що інфекційні хвороби супроводжували народи впродовж усього існування людства, спричиняючи масові спустошливі епідемії, змінюючи результати війн та хід історії [1]. Для того, щоб краще уявити можливі наслідки епідемій та оперативно попередити медичні



установи про можливі спалахи захворювань, використовують математичні моделі інфекційних захворювань.

Першим вченим, який систематично намагався кількісно визначити причини смерті, був Джон Граунт (1620-1674). Дж.Граунт був одним із перших демографів і одним з перших епідеміологів. Аналіз причин смерті, проведений Граунтом, вважається початком теорії конкуруючих ризиків, яка добре поширена серед сучасних епідеміологів. У книзі Граунта “Natural and Political Observations Made Upon the Bills of Mortality” зібрані та проаналізовані дані про смертність населення Лондона та Англії. Граунт, використовуючи коефіцієнти, отримані шляхом порівняння смертності в різні роки, зміг зробити оцінки щодо чисельності населення Лондона та Англії, народжуваності та смертності чоловіків і жінок, а також зростання і поширення певних захворювань. Однією з епідеміологічних робіт Граунта є дослідження раптового сплеску смертності в 1634 році внаслідок рахіту. Крім рахіту, Граунт розглянув дві інші причини смерті — зростання печінки та селезінки, об’єднавши три причини та порівнявши частоту смертей від кожної причини за різні роки. Застосування Джоном Граунтом теорії до даних було одним із перших прикладів описової статистики. Роботи Граунта і зараз використовуються для вивчення демографічних тенденцій і смертності, наприклад, дослідження самогубств [4].

У XVIII ст. вчені почали застосовувати математичні методи при вивченні епідемій [2]. Так, Даніель Бернуллі (1700–1782), описав математичний аналіз проблеми, щоб спробувати вплинути на політику охорони здоров’я, заохочуючи загальне щеплення від віспи; його аналіз вперше був представлений у Королівській академії наук у Парижі в 1760 році [3]. В Англії вакцинацію проти натуральної віспи почали широко застосовувати приблизно після 1750 року; вакцинація була введена в 1796 році і була зроблена обов’язковою для немовлят в 1853 році. Ці заходи призвели до зникнення віспи в Англії до кінця XIX століття. Невідомо, наскільки стаття Бернуллі вплинула на політику охорони здоров’я, але вона залишається класичною працею, оскільки це був перший відомий математичний аналіз, який використовувався для спроби вплинути на політику охорони здоров’я. [3]

Уільям Фар (1807-1883) також вивчав і моделював статистичні показники смертності населення Англії від епідемії натуральної віспи в 1837-1839 рр., він вперше отримав математичні моделі показників руху епідемії натуральної віспи у вигляді статистичних закономірностей, що дозволило йому скласти прогностичну модель цієї епідемії [2]. У 1840 році Фарр подав листа до щорічного звіту Генерального реєстратора народжень, смертей і



шлюбів в Англії. У цьому листі він застосував математичні методи до записів смертей під час нещодавньої епідемії віспи, та зазначив, що «Якщо приховану причину епідемії виявити неможливо, можна дослідити режим, у якому вона діє. Закони її дії можуть бути визначені шляхом спостереження, а також обставини, в яких виникають епідемії, або за допомогою яких вони можуть бути під контролем" [2]. Він показав, що під час епідемії натуральної віспи графік кількості смертей на квартал мав приблизно нормальну криву, і що нещодавні епідемії інших захворювань мали подібну схему. Він сформулював закон, в якому стверджується, що епідемічні явища виникають і спадають приблизно симетрично, а поведінка еволюції в часі може бути охоплена єдиною математичною формулою, яку можна апроксимувати кривою нормального розподілу.

На початку ХХ століття були сформульовані основи сучасної теорії математичного моделювання епідемій, розроблені перші прогностичні моделі епідемій (кір, вітрянка, малярія та ін.), вивчені їх основні властивості, отримані аналітичні формули для прогнозування епідемій [2].

Лоуелл Рід (1886-1966) та Уейд Гемптон Фрост (1880-1938) у 1920-х роках запропонували епідемічну модель для опису взаємозв'язку між особами, які є вразливими до захворювань, інфікованими та тими, хто набув імунітет у популяції. Дана модель є прикладом ланцюгової біномінальної моделі, спрощеної ітераційної моделі того, як епідемія буде поводитися з часом, і є однією з найпростіших стохастичних моделей епідемії.

О. Кермаком та А.Г. МакКендріком у 1930-х роках було запропоновано модель типу SIR. Ця модель відома як полігамна модель в епідеміології і слугує базовою математичною моделлю, що дає змогу зрозуміти складну динаміку та основні особливості епідеміологічного процесу. В найпростішому випадку населення поділяють на дві групи: сприйнятливих до захворювання осіб (S), осіб, інфікованих патогеном (I) та кількість осіб, які одужали (R). Таким чином, патогенна взаємодія базується на феноменологічних припущеннях, на основі яких побудована математична модель. Для дослідження цих моделей використовують звичайні диференціальні рівняння або стохастичні моделі [5].

Теоретичні роботи учених 20-тих років ХХ століття і сьогодні широко цитуються і використовуються науковцями в аналізі та прогнозуванні епідемій соціально-значущих інфекцій, зокрема грипу та ГРВІ, гепатитів В і С-типу, ВІЛ/СНІДу, сифілісу і гонорей та ряду інших інфекцій [2].



Найбільш значний прогрес у використанні методів моделювання пов'язують з появою в середині 1950-х років перших електронно-обчислювальних машин та збільшення числа наукових робіт і публікацій з математичного і комп'ютерного моделювання епідемій [2]. У роботах того часу стали з'являтися все складніші математичні моделі, в яких істотну роль відіграють випадкові чинники епідемічного процесу. Більшість моделей цього періоду мали стохастичний характер, а робочим апаратом була теорія ймовірностей і випадкових процесів. Цей етап в розвитку ЕОМ був пов'язаний з впливом на епідеміологію класичних математиків, яким вдалося створити безліч абстрактних моделей, але з доволі обмеженим епідеміологічним змістом [2].

На даний час основними рушійними силами розвитку моделювання епідемічних процесів є неможливість з біоетичних міркувань проводити реальні експерименти з розповсюдженням патогенів в людській популяції та проблеми з оцінкою ефективності впровадження профілактичних програм, спрямованих на зниження інфекційної захворюваності. Математичні моделі епідемічних процесів дозволяють випробувати певні втручання, оцінювати їх наслідки та прогнозувати динаміку та прояви епідемічного процесу при застосуванні тих чи інших профілактичних програм [1].

Список використаних джерел

1. Chumachenko, Dmytro & Chumachenko, Tetyana. (2020). Математичні моделі та методи прогнозування епідемічних процесів. doi: 10.25313/978-617-7751-88-4.
2. Котвіцька А. А., Суриков О. О. Науково-практичні підходи до моделювання епідемічних процесів та фармацевтичного забезпечення. URL: // <https://nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2015/04/%D0%9A%D0%BE%D1%82%D0%B2%D1%96%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0-%D0%90.-%D0%90.-%D0%A1%D1%83%D1%80%D1%96%D0%BA%D0%BE%D0%B2-%D0%9E.-%D0%9E.pdf>
3. S; Bernoulli, D (2004). "An attempt at a new analysis of the mortality caused by smallpox and of the advantages of inoculation to prevent it" (PDF). *Reviews in Medical Virology*. 14 (5): 275–88. doi:10.1002/rmv.443. PMID 15334536. S2CID 8169180.
4. Glass, D.; Ogborn, M.; Sutherland, I. (1963). "John Graunt and His Natural and Political Observations [and Discussion]". *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. 159 (974): 2–37. doi:10.1098/rspb.1963.0065. JSTOR 90480. S2CID 153963229
5. V. Capasso, *The Mathematical Structure of Epidemic Systems*, Springer Verlag (1993)



ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМА – 120 РОКІВ ПО ТОМУ

Іванчук П.Р.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

ivanchuk.pavlo@bsmu.edu.ua

З моменту винаходу Віллемом Ейнтговенем у 1903 році методу неінвазивної реєстрації зміни результуючого електричного вектора серцевого м'яза, тобто електрокардіографії, останній залишається основним базовим засобом для діагностики різноманітних захворювань серцево-судинної системи.

Клітини серцевого м'яза, як і будь-якої іншої збудливої тканини, постійно генерують змінне електричне поле, внаслідок переходу між станом спокою (потенціал спокою), станом збудження (генерація потенціалу дії) та періодом відновлення (процес реполяризації). Будь-які зміни в метаболізмі клітин, вплив фізичних, гуморальних та медикаментозних чинників істотно змінює ці процеси, що знаходить свій відбиток на електрокардіограмі.

Пацієнтам зазвичай записують 12 відведень електрокардіограми, котрі є стандартними в усьому світі, і вимагають наявності стандартизованого електрокардіографічного обладнання, певних навиків роботи з ним та кваліфікації для інтерпретації отриманих результатів. З розвитком систем передачі даних на відстань медицина отримала можливість монітувати стан пацієнта з можливими загрозливими станами поза межами клініки, а у випадку виникнення такої події, автоматизована система, правда під контролем людини, могла терміново викликати до місця його перебування бригаду невідкладної допомоги. Такі системи були широко впроваджені переважно в розвинутих країнах світу через свою високу вартість та необхідність чіткої взаємодії служби невідкладної допомоги та спеціалізованих медичних закладів.

Наступним кроком у збільшенні доступності електрокардіографії та своєчасної діагностики загрозливих станів стала поява компактних автономних електрокардіографів з можливістю запису результатів на карту пам'яті. Зазвичай для діагностики порушень ритму достатньо всього одного відведення, що і було реалізовано в даних системах. Пацієнт тримає прилад двома руками, торкаючись електродів, записує відрізок електрокардіограми, а далі може продемонструвати запис на візиті у лікаря чи передати йому файл із записом через електронну пошту для кваліфікованої інтерпретації. Також лікар може навчити пацієнта



записувати більше відведень міняючи місце прикладання другого контакту до різних ділянок тіла, що значно розширює можливості діагностики можливої патології.

З розвитком та розповсюдженням різноманітних смарт-пристроїв отримати необхідну інформацію та передати її лікуючому лікарю стало ще простішим і доступнішим для звичайної людини. Сучасні смарт-годинники можуть не тільки визначати оксигенацію крові, рахувати частоту серцевих скорочень, а і при нескладній взаємодії пацієнта зі своїм пристроєм – записати якісну ЕКГ та передати її лікарю для аналізу. Крім того, програмне забезпечення самого смарт-годинника може автоматично розпізнавати деякі патологічні стани (високу та низьку частоту серцевих скорочень, фібриляцію передсердь (AFib Apple Watch)) і повідомляти про це як пацієнта, так і лікаря. Щодо самої функції AFib Apple Watch, то вона отримала схвалення “Medical Device Development Tool” від організації контролю за якістю їжі та медикаментів США (FDA) та гарантує, що результати, отримані за допомогою даного пристрою, є достатньо точними або надійними, щоб вважатися медичними. Разом з тим подібні функції зараз є у багатьох смарт-годинниках від різних світових виробників, що робить доступнішою саму ідею віддаленого контролю за станом здоров’я пацієнта.

ОСНОВНІ ЕТАПИ СТАНОВЛЕННЯ МЕДИЧНОЇ ПСИХОЛОГІЇ ЯК НАУКИ

Махрова Є.Г.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

У перших західноєвропейських текстах XV століття використовували слово «психологія», яке походить від давньогрецьких слів «psyche», що означає «душа», і «logia», що означає «розуміння, знання». Слово «психологія» поступово ввійшло до буденного вжитку. Тоді психологів називали «знавцями душі», «знавцями людських пристрастей» і «знавцями характерів». Психологи цього типу використовували життєві знання та практику. Наукове знання відрізняється від життєвого знання тим, що відкриває закони за допомогою абстракції та загальнолюдського досвіду. Точні науки не можуть конкурувати з психологією через її теоретичні відкриття та практичні спроби змінити світ. Завдяки тому, що психологічні явища набагато складніші, ніж фізичні, їх важче зрозуміти. Відомий фізик Альберт Ейнштейн



при ознайомленні із роботами психолога Жана Піаже сказав, що вивчення фізичних проблем нагадує йому дитячі загадки [1].

Психологія пройшла довгий шлях, перш ніж стати самостійною наукою, і це було лише в середині XIX століття. Тим не менш, описи, нотатки, розуміння та уявлення про психіку (душу, свідомість, поведінку) завжди мали елементи науковості. Вони проникли вглиб інших наук, таких як природознавство, філософія та соціальна практика. Історія психологічної науки визначається процесом формування психологічних знань і уявлень. В ній можна сформулювати три основні підходи до визначення рамок і етапів розвитку психології світу, що являють собою науковий аспект і займаються дослідженням психологічних процесів.

Перший підхід говорить про те, що психологія має коротку історію, починаючи з другої половини XIX століття (Г. Еббінгауз). Другий підхід (М. С. Роговін та ін.) стверджує, що розвиток психологічної думки має відбуватися в трьох етапах:

- 1 етап – донаукова (міфологічна) психологія, коли панували анімістичні уявлення про душу, він пов'язаний з філософськими дослідженнями про природу людської свідомості та психіки;
- 2 етап – філософська психологія, цей етап відбувся в період від античності до XIX століття, коли психологія стала частиною філософії разом із загальними методами; він ключав в себе експериментальні дослідження та розвиток методів психологічного дослідження;
- 3 етап – виникнення наукової психології, характеризується формуванням психології як самостійної науки з власними методами та теоріями.

Другий підхід розвитку психології, згідно із Еббінгаузом, проходив до другої половини XIX століття. Його пов'язують із застосуванням об'єктивного методу (експерименту) у психології, який дозволив відокремитися від філософії в природничих науках. Наразі це твердження є найбільш поширеним [2].

Третій підхід, або культурологічний, стверджує, що розвиток психологічної науки необхідно розглядати в контексті розвитку людської культури в цілому. В. А. Роменець, український психолог, розробив вчинкову концепцію в психології, яка є основою цього підходу.

Психологія як наука розвивалася протягом багатьох століть, протягом кожної епохи її аспекти відрізнялися та фокусувалися на різних психічних явищах. Так, від Міфологічного періоду до Середньовіччя психологічна думка зосереджувалася на ситуативних феноменах; від Відродження до Просвітництва вона зосереджувалася на мотиваційних феноменах; а в



1800-х і 1900-х роках вона зосереджувалася на феноменах дії та післядії [3]. Отже, психологія, як наука пройшла складний шлях розвитку та стала важливою галуззю для розуміння та покращення людського життя.

Список використаних джерел

1. Гуцало, Е. Психологія: Інструктивно-методичні матеріали для самостійної підготовки студентів до комплексного державного екзамену / Емілія Гуцало ; М-во освіти і науки України, КДПУ ім. В. Винниченка. Кафедра психології. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2004. – 111 с.;
2. Цимбалюк, І. Психологія: Навчальний посібник / Іван Цимбалюк ; М-во освіти і науки України. – Київ : ВД "Професіонал", 2004. – 207 с.;
3. Вітенко, І., & Вітенко, Т. Основи психології: Підручник для студ. вищих медичних навч. закладів освіти III-V рівнів акредитації / Іван Вітенко, Тарас Вітенко. – Вінниця : Нова книга, 2001. – 232 с.

РОЛЬ ПОСТАТІ ВИДАТНОГО ВЧЕНОГО І.ПУЛЮЯ У ПАТРІОТИЧНОМУ ВИХОВАННІ СТУДЕНТІВ

Микитюк О.Ю.¹, Шинкура Л.М.¹, Олар О.І.¹, Слипаниук О.В.²

¹Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

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

mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua, shinkura.l.m@bsmu.edu.ua, olga.slipanyuk@pnu.edu.ua

Разом з професійною підготовкою у студентів необхідно формувати духовно-моральні якості для становлення гармонійно розвинутої і національно свідомої особистості, здатної у майбутньому берегти і примножувати суспільні цінності. Важливою складовою цього процесу є національно-патріотичне виховання, роль якого полягає у вихованні любові до Батьківщини, у формуванні національної свідомості, готовності до творчої праці на благо України.

На заняттях з «Основ біологічної фізики та медичної апаратури», з «Фізики і астрономії» з виховною метою слід звертати увагу студентів на внесок вчених-фізиків з України у світову науку і практичне використання їх наукових здобутків.

Гарним прикладом служіння своєму народові є постать видатного вченого Івана Пулюя. Іван Павлович Пулюй народився у 1845 році на Тернопіллі, після закінчення гімназії у містечку Гримайлів пішов до Відня, де почав навчатися у греко-католицькій духовній семінарії. Ще навчаючись у гімназії був членом таємного товариства «Громада», яке створив



разом з однодумцями, вони вивчали українську історію і літературу, а також слово Боже. У Відні І. Пулюй разом з іншими студентами – українцями створив легальне товариство «Січ». В той період познайомився з Пантелеймоном Кулішем. Ця зустріч призвела до перекладу «Біблії» українською мовою разом з П.Кулішем та І. Нечуй-Левицьким.

Талановитий і допитливий юнак, будучи студентом старших курсів, зацікавився природничими науками. Тому після закінчення семінарії він вирішив не отримувати чин священника, а продовжив навчання на філософському факультеті Віденського університету. Після закінчення університету І.Пулюй працював у науковій лабораторії професора фон Лянга, пізніше викладачем фізики і математики у Військово-морській академії у Хорватії. Науковий ступінь здобув у Страсбурзькому університеті, де працював під керівництвом професора А.Кундта і вивчав температурну залежність внутрішнього тертя у газах.

І. Пулюй повертається до Відня і займається вивченням катодних променів. Результати досліджень вченого були опубліковані в «Записках» Австрійської Цісарської Академії Наук у період 1880-1883 роки; пізніше вони були перекладені англійською та опубліковані в книзі, яку Королівське товариство Великобританії визнало одним із найвидатніших досягнень світової науки. Дослідження катодних променів, особлива роль в яких належить пану Пулюю, створили передумову для двох важливих відкриттів у фізиці кінця XIX століття, а саме X-променів та електрона.

У 80-ті роки XIX століття головною зацікавленістю вченого стала електротехніка. Винаходи пана Пулюя відзначені дипломами на Всесвітній електротехнічній виставці в Парижі та електротехнічній виставці у Відні. Восени 1884 року І. Пулюй починає працювати у Німецькій вищій технічній школі в Празі на посаді професора. А з 1888 року працює у Празькій політехніці, де незабаром створив першу в Європі кафедру електротехніки.

Завдяки своїм експериментам з природою «холодного світла» І Пулюй винайшов пристрій, що випромінює рентгенівське випромінювання, ще в 1881 році. Трубки цього винаходу в той час стали відомі як «лампа Пулюя» і масово вироблялися протягом значного періоду. Їх навіть постачали на американський континент. Одну з таких трубок І.Пулюй особисто подарував Рентгену. У 1895 році при експериментах з трубкою Пулюя Рентген спостерігав світіння люмінесціуючої речовини, що випадково опинилася поруч в лабораторії. Випромінювання, що викликало світіння, Рентген назвав X-промені, а І. Пулюй у своїй статті, де пояснив природу X-променів, назвав їх рентгенівськими[1]. Саме І. Пулюй, а не Рентген, першим продемонстрував рентгенівський знімок зламаної руки 13-річного хлопчика та



рентгенівський знімок руки своєї дочки з шпилькою під нею. Рентген жодного разу не відзначив роль пана Пулюя в відкритті X-променів. Чому ж тоді пана Рентгена, а не пана Пулюя автоматично асоціюють із відкриттям рентгенівських променів? Попри те, що І. Пулюй розумів природу відкритого ним рентгенівського випромінювання, його стаття «Світна електрична матерія та четвертий стан матерії» [2] була висловлена у спосіб, який наука XIX століття не могла осягнути і це завадило негайному визнанню його роботи як великого відкриття.

Проживаючи у Празі І. Пулюй декілька разів намагався отримати посаду в Київському університеті, йому відмовляли через неблагонадійність. Але Україна була в його серці до кінця життя. Тому наукова і громадська спадщина вченого І. Пулюя є гідним прикладом для наслідування молодими поколіннями.

Список використаних джерел

1. Radiant Elektrode Matter and the so Called Fourth State.— London: Physical Memoirs, 1889. — Vol. 1, Pt.2. — P.233—331.
2. Über die Entstehung der Röntgen'schen Strahlen und ihre photographische Wirkung // Wiener Berichte. — 1896. — Bd. 105. — S. 228—238.

ІСТОРІЯ ВІНАЙДЕННЯ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНОЇ ТОМОГРАФІЇ

Микитюк О.Ю.¹, Кульчинський В.В.¹, Слипанюк О.В.²

¹Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

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

mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua, kulchynsky@bsmu.edu.ua, olga.slipanyuk@pnu.edu.ua

Метод магнітно-резонансної томографії (МРТ) сьогодні є одним з найважливіших методів візуалізації внутрішньої структури тіла людини. До його створення призвели відкриття багатьох науковців на різних континентах.

У 1896 році голландський дослідник Пітер Зеєман спостерігав розщеплення спектральних ліній гарячого газу, поміщеного в магнітне поле, на декілька компонентів. За це відкриття П.Зеєман у 1902 р. отримав Нобелівську премію з фізики. В магнітному полі спонтанні переходи між розщепленими підрівнями одного і того ж рівня є малоімовірними, але такі переходи можуть відбуватися індуковано під впливом зовнішнього електромагнітного поля з певною частотою.



У 1944 році Євгеном Завойським був відкритий електронно-парамагнітний резонанс (ЕПР), який дозволяв досліджувати вільні радикали, вивчати зміну первинних і вторинних продуктів при радіаційному ураженні. У 1946 році незалежно Фелікс Блох (Стенфордський університет) і Едвард Перселл (Гарвард) відкрили ядерно-магнітний резонанс (ЯМР). До цього відкриття причетний також Роберт Паунд з Гарварда. У 1946 році Р. Паунд і його колеги Е. Перселл і Г. Торрі адаптували методи Rad Lab, які широко використовуються донині в радарях і комунікаціях, для виявлення ЯМР в конденсованому середовищі. Невдовзі ЯМР став стандартним аналітичним інструментом у хімії, біології та фізиці. За відкриття ЯМР у Гарварді та за роботу в цьому напрямку в Стенфордському університеті відповідні керівники команд Е. Перселл і Ф. Блох були нагороджені Нобелівською премією з фізики 1952 року. Подальший розвиток ЯМР дав медицині діагностичний інструмент під назвою МРТ.

Перша стаття про біологічний і медичний ЯМР, подана для публікації у грудні 1954 р., опублікована в 1955 р [3]. Автори опублікували свої перші дослідження ЯМР, включаючи вимірювання часу релаксації живих клітин і вирізаної тканини тварин. Одеблад є піонером використання ЯМР для медичних досліджень, оскільки заклав основи ЯМР у біомедицині. Було з'ясовано, що тканими мають різний час релаксації, швидше за все через вміст води і різне зв'язування з ліпідами – можливо саме це пояснює контраст тканин на ЯМР – зображенні. Одеблад продовжував працювати над рідинами і тканинами людини і опублікував близько 60 наукових статей про ЯМР тканин людини до 1968 року.

Британець Пітер Менсфілд після закінчення коледжу у 1962 виконав дисертацію з розробки ЯМР-спектрометра і здобув ступінь доктора філософії. У 1964 р. Менсфілд почав працювати у Ноттінгемському університеті у галузі ЯМР-спектрометрії. Менсфілд, удосконалив математичні алгоритми отримання ЯМР зображень, а саме показав як радіосигнал, отриманий від приладу, можна інтерпретувати у зображення.

Реймонд Вахан Дамадьян, аспірант Гарварду, виявив, що часи релаксації хворих і здорових клітин, взятих з одних і тих же тканин організму, між собою відрізняються. Після дослідження Дамадьяном характеру впливу на живі клітини калію і натрію отримані результати спонукали його до перших експериментів з ЯМР і призвели до розробки МР - сканера тіла в 1969 році. У 1971 році він запропонував використовувати МР - сканер для



ранньої діагностики раку [1]. Дамадьян першим здійснив повне сканування тіла людини з метою діагностики у 1977 році.

У 1973 році професор Нью-Йоркського університету Пол Лотербур опублікував в журналі “Nature” статтю про створення тривимірного зображення об’єктів, отриманих за спектрами протонного магнітного резонансу води цих об’єктів [2]. Відкриття Лотербура щодо використання градієнтів магнітного поля для визначення просторової локалізації, дозволило отримувати тривимірні та двовимірні зображення. Менсфілду належить заслуга введення математичного формалізму та розробки методів ефективного використання градієнтів та швидкої візуалізації.

У 1988 році Р. Дамадьян отримав Національну медаль США у галузі технологій. Створений ним перший оригінальний сканер «для всього тіла» знаходиться в експозиції музею Національної галереї слави винахідників в м. Акрон, штат Огайо. У 2001 році він отримав нагороду Lemelson-MIT як «людина, яка винайшла сканер МРТ». Проте, у 2003 році Нобелівську премію в галузі медицини отримали британець П. Менсфілд і американець П. Лотербур за їхні відкриття, пов'язані з МРТ. Попри те, що Нобелівські правила дозволяють ділити премію на трьох лауреатів, Дамадьян не був оголошений її номінантом. Суперечка про те, хто яку роль відіграв у розвитку МРТ, тривала впродовж багатьох років аж до самого моменту оголошення лауреатів Нобелівської премії в 2003 р.

Як бачимо, до створення МРТ причетна велика кількість дослідників. Праця одних вчених ставала фундаментом для подальших винаходів. Чудово, що у кінцевому підсумку людство отримало МРТ – потужний неінвазивний діагностичний метод.

Список використаних джерел:

1. Damadian R. Tumor Detection by Nuclear Magnetic Resonance. Science . DOI: 10.1126/science.171.3976.1151
2. Odeblad E, Lindström G. Some preliminary observations on the proton magnetic resonance in biological samples. *Acta Radiol.* 1955;43:469-476.
3. Lauterbur PC. Image formation by induced local interactions: examples of employing nuclear magnetic resonance. *Nature* 1973; 242: 190-191.



КРОКИ ФІЗИКІВ У МЕДИЧНУ ОСВІТУ: РЕТРОСПЕКТИВА

Олар О.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

olena.olar@bsmu.edu.ua

Усвідомлення важливості фізики для медичної освіти сформувалося порівняно не так давно, якщо розглядати процес еволюції медичної освіти.

Звичайно, деякі зв'язки між фізикою та медициною можна знайти ще в записках стародавніх цивілізацій. У стародавньому єгипетському документі згадується лікування абсцесів молочної залози за допомогою припікання, а Гіппократ описав, як за допомогою вологої глини можна визначити розподіл температури шкіри. Грецький лікар, Герофіл, використовував водяний годинник для вимірювання частоти пульсу, застосовуючи фізику метрології часу до клінічної оцінки. Арабський учений Ібн аль-Хайсам (Альхазен) (965–1040) логічно та експериментально довів, що око є приймачем світла, а не випромінює промінь, як уявляли грецькі вчені. Минуло ще 600 років, перш ніж Кеплер додав щось нове до цього розуміння, описавши створення кристаликом перевернутого зображення на сітківці. Техніка зважування, яку Санкторіус, вперше взяв з фізики була успішно застосована в медицині та фізіології.

Але в сучасному розумінні, вперше термін «медична фізика» (*Physique médicale* – фр.) був використаний Ф. д'Азіром - генеральним секретарем французької Королівської медичної спілки - у 1778 році. Поряд з іншими фундаментальними науками (ботаніка, природознавство, хімія) фізика була включена до робіт цього товариства. У журналі товариства «*Les Mémoires de médecine & de physique médicale*» з'явився розділ «Спостереження загальної фізики, застосовані до медицини». Але знадобиться ще майже п'ятдесят років поки з'явиться перший підручник з фізики «Початковий трактат із загальної та медичної фізики» для студентів, які вивчають медицину. Його опублікував у 1824 році видатний французький хірург того часу Ж.Ф. Пеллетан. Він писав: «Можна сподіватися, що певна кількість людей займуться пошуком асоціацій або виявленням усіх можливих зв'язків, які існують між фізикою та іншими медичними науками». Він мав рацію.

Після цього був запущений ланцюжок видання аналогічних праць для студентів-медиків у різних європейських країнах. Це були свого роду збірки напрацювань фізиків та фізіологів того часу, які намагалися працювати і з біологічними об'єктами, досліджуючи



результати впливу фізичних чинників на живі структури та досліджувати такі структури створеними на той час інструментами. Проте ці праці ще не дозволяли встановити і зберегти належне співвідношення між основами фізики та її основними медичними застосуваннями і були досить складними для студентів.

У 1844 р. проф. фізики К. Маттеуччі (університет Пізи, Італія) на замовлення уряду Тоскани видав книгу з «курсу лекцій із застосування фізики до живих істот», яка містила відомості про біоелектрику, біофізичні процеси осмосу, харчування пов'язане з теплом тварин, кровообіг, зір, мову, слух. Маттеуччі стверджував, що курс лекцій під такою назвою «вперше введений у медико-фізичне виховання».

Фізіолог А. Фік, якого практично всі асоціюють з фізикою, став автором другої з найбільш ранніх справжніх книг (~ 1852 р.). Дифузія, скелетна механіка, гемодинаміка, звук, тепло, оптика та електрика – це розділи його книги, які включали також внески його власних оригінальних досліджень: про скорочення м'язів, хвильовий рух в еластичних трубках, роботу та шуми серця, дихання та кровообіг, астигматизм та кольоровий зір, хімічне походження тваринного тепла та ін. Також Фік описав у своїй книзі прилади, які зробили значний внесок у фізіологічні вимірювання і надали лікарям «діагностичне обладнання»: планіметр, кімограф Людвіга, сфігмограф, мікроскоп, офтальмоскоп і хронометр Гельмгольца, стереоскоп, гальванометр Дюбуа-Реймона та індукційний апарат для створення тетанусу. Незабаром (1870 р.) Фік запропонує також техніку, яку вважають стандартною методикою для вимірювання серцевого викиду.

Першу книгу з медичної фізики англійською мовою «Підручник медичної фізики для студентів і лікарів, що практикують» написав американський професор Д. К. Дрейпер, який багато років викладав фізіологію та хімію в Нью-Йорку. Його книга була опублікована в рік його смерті. У передмові до своєї книги Дрейпер писав: «Той факт, що знання фізики є необхідним для глибокого розуміння медицини, ще не усвідомлений у цій країні настільки повно, як у Європі». Американська медична асоціація оцінюючи вклад такої праці в медичну освіту у рецензії на книгу повідомляла: «Перша робота з медичної фізики в цій країні (ця книга) є провісником нової ери в медичній освіті», на жаль «поки що наші коледжі, за невеликими винятками, кажуть «кинути фізику собакам».

З того часу було запропоновано для медичної освіти велику кількість навчальної літератури з галузі знань «Фізика». Підручники постійно оновлюються результатами надбань



світової науки, автори прагнуть максимально інтегрувати фізику в медицині. Тому важливість фізичної та асоційованих з нею компонент буде тільки зростати в структурі медичної освіти.

Список використаних джерел:

1. Keevil SF. Physics and medicine: a historical perspective. *Lancet*. 2012 Apr 21;379(9825):1517-24. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60282-1. Epub 2012 Apr 18. PMID: 22516557.
2. Duck FA, The origins of medical physics, *Physica Medica* (2014). Vol. 30(4):397-402. DOI:https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2014.03.005.

ІСТОРІЯ ВІНАЙДЕННЯ ПЕНІЦИЛІНУ

Шинкура Л. М., Шинкура В.М., Микитюк О.Ю.

заклад фахової передвищої освіти фахового коледжу Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці

shinkura.l.m@bsmu.edu.ua, shinkura.v@bsmu.edu.ua, mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua

У 1928 році Александр Флемінг зробив історичне відкриття, завдяки брудній чашці Петрі де були бактерії стафілококу - лабораторному посуду, який він забув вчасно вимити. Виявилось, що пліснява, що виросла у чашці, містила потужний антибіотик — *Penicillium notatum*, що перешкождала нормальному розвитку бактерії. Флемінгу належить першість відкриття пеніциліну, але минуло багато років, перш ніж антибіотик пеніцилін справді став лікарським препаратом та зміг врятувати мільйони людських життів.

Александр Флемінг зосередив свої дослідження на цій темі. Але не будучи хіміком, він не зміг відокремити *Penicillium notatum*, розуміючи великий потенціал такої хімічної особливості. Про бактерії, що викликають захворювання було відомо ще з 17 століття, коли Антоні ван Левенгук створив перший мікроскоп із 300 кратним збільшенням. Потім, наприкінці XIX століття Луї Пастер довів, що саме бактерії викликали різні захворювання. Саме на його честь назвали процес пастеризації молочних продуктів. Але, до моменту відкриття Флемінгу речовини, що вбивала би шкідливі бактерії, і водночас не шкодила б людському організму не знайшов ніхто. У 1922 році Александр Флемінг ввів новий хімічний термін — лізоцим. Він працював, коли в нього почався нежить й крапля слизу з його носа впала в посудину із бактеріями. Бактерія дивним чином зникла. І тоді Флемінг усвідомив, що можна знайти такі ліки, що вбивають бактерію, і не шкодять людському організму [1].



Не будучи хіміком, Флемінг не зміг ізолювати «антибактерію» і коли у 1929 році він описав своє відкриття у науковій статті, та, на жаль, нікого не зацікавила.

У 1940 році, під час Другої світової війни, два американські науковці Говард Флорі та Ернст Чейн продовжили дослідження у галузі бактеріології, працюючи з пеніциліном. 12 лютого 1941 року перший пацієнт отримав першу дозу пеніциліну. Вже за декілька днів лікування від небезпечної інфекції йому стало краще. Але, на жаль він все ж таки помер, тому що доза пеніциліну була замала. А вже за рік було вироблено достатньо пеніциліну, щоб успішновилікувати наступного пацієнта. Жінка після родів мала стрептококовий сепсис. Лікування пеніциліном їй допомогло.

Відкриття пеніциліну зменшило відсоток смертності від бактеріальної пневмонії у солдатів під час Другої світової війни з 18% до 1%. Використовуючи різні хімічні методики, науковці створили порошок пеніциліну, який зберігав антибактеріальну силу декілька днів. Сполучені Штати Америки розпочали масове виробництво пеніциліну. Доступність антибіотика пеніциліну за часів Другої світової війни врятувало мільйони життів, які могли бути втрачені через бактеріальну інфекцію навіть від найменших поранень. Пеніцилін також лікував гангрену, дифтерію, пневмонію, туберкульоз та сифіліс.

Пеніцилін вбиває бактерії та перешкоджає їх подальшому розвитку та розмноженню, атакуючи ферменти, які будують клітинні стінки бактерій. Він також заважає бактеріям синтезувати пептидоглікан, молекулу в клітинній стінці, яка забезпечує достатньо сил, необхідних їй для виживання в людському організмі. Препарат послаблює клітинні стінки і бактерія гине.

Хоча Флемінг першим виявив згубну для бактерій дію пеніциліну, лише Флорі та Чейн зробили з нього корисний для людства препарат. У 1945 році Флемінг, Флорі та Чейн отримали Нобелівську премію з фізіології та медицини[2].

Список використаних джерел

1. Логіка і неохайність. Як винайшли пеніцилін? URL: <https://tokar.ua/read/40660/lohika-ta-neokhaynist-iakvynayshly-pen/> (дата звернення: 13.03.2020)
2. Корифеї медицини. Александр Флемінг URL: <http://msvitu.com/archive/2015/february/article-9.php> (дата звернення: 23.05.2023)



СЕКЦІЯ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ВИКЛАДАННІ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ

ОСОБЛИВОСТІ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У СТУДЕНТІВ-МЕДИКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

Андрущак Л.А.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

liudmylla.26@gmail.com

Останніми роками значна увага приділяється професійному становленню особистості. Комунікативна компетентність - важливий фактор професійного успіху будь-якого спеціаліста, необхідною навичкою XXI століття. Також перед закладами вищої медичної освіти постає питання про необхідність вивчення чинників, які впливають на професійне самовизначення, успішне провадження діяльності, формування у майбутніх лікарів знань та навичок ефективної комунікативної взаємодії.

Проникнення у сферу медичного обслуговування новітніх технологій, широке використання сучасної техніки, а також застосування ефективних принципів управління вимагають оцінки особистісних факторів, як у процесі професійної підготовки, так і впродовж усього професійного шляху медика. Сьогодні є достатньо підстав розглядати професійне становлення суб'єкта праці як двоєдиний процес, який включає формування сукупності знань, умінь та навичок, з одного боку, та професійно значущих особистісних психологічних якостей, з іншого. Проблема методології психологічного супроводу особистості лікаря на всіх етапах його професійного розвитку розроблена, на жаль, не достатньо.

При вивченні ефективності діяльності лікарів на першому плані знаходиться співвідношення розвитку комунікативних та професійних якостей.

Однак, як зазначають психологи кваліфікація є лише інструментом, більший чи менший ефект застосування якого залежить від інших сторін особистості лікаря, зокрема його комунікативної компетентності (володіння знаннями та вміннями), що дозволяють висловлювати професійно грамотні судження, оцінки, думки. А комунікація розуміється, як



спілкування, передача інформації від людини до людини, як специфічна форма взаємодії людей у процесі їх діяльності, що здійснюється, головним чином, за допомогою мови.

Процес комунікації має значення для розвитку студентів, їх соціального самопочуття, успішності навчальної діяльності. Потреба в комунікації полягає у прагненні людини до пізнання та оцінки інших людей, а через них і за їх допомогою – до самопізнання, до самооцінки.

Комунікативна компетентність тією чи іншою мірою притаманна всім. У багатьох людей вона формується стихійно з урахуванням міжособистісного досвіду спілкування, безпосередньо за умов їх взаємодії. Будучи продуктом колективної діяльності, міжособистісний досвід водночас є індивідуальним надбанням.

У наукових дослідженнях комунікативна компетентність студента-медика постає як його особистісна характеристика і є важливим засобом суб'єктного включення його до системи освіти. Тому вона тісно пов'язана з рівнем задоволеності студентів навчанням, успішністю взаємодії з одногрупниками, викладачами, при цьому значну роль відіграють емоційний стан та прояв навичок конструктивного реагування у конфліктних ситуаціях у загальній професійній компетентності.

Отже, комунікативна компетентність є однією з важливих складових професійної підготовки спеціалістів суб'єкт-суб'єктного типу діяльності, до яких належить і професія лікаря. Чим краще сформовано у майбутнього лікаря ця професійно значуща якість, тим ефективніше його спілкування з пацієнтами.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ МЕДИЧНОЇ ХІМІЇ У МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ З ТОЧКИ ЗОРУ ПСИХОЛОГІЇ ТА ПЕДАГОГІКИ

Бабчук Л.Р.

Фаховий медичний коледж ІФНМ, м. Івано-Франківськ.

telure@ukr.net

Робота зі студентами, які здобувають фахову передвищу освіту, дає можливість спостерігати різні психотипи та поведінкові особливості студентів при викладанні медичної хімії. Дисципліна «Медична хімія», як навчальний предмет, викладається студентам 2 курсу в фаховому медичному коледжі впродовж 2-х семестрів, суть предмета полягає у створенні



фундаментальної наукової бази майбутніх молодших бакалаврів медицини для розуміння ними загальних фізико-хімічних закономірностей, що лежать в основі процесів життєдіяльності людини. Основною метою дисципліни «Медична хімія» є формування цілісного наукового підходу до вивчення процесів, які відбуваються в людському організмі, головних закономірностей протікання хімічних реакцій і перетворення речовин, знання про які стануть основою для вивчення біохімічних перетворень в живих організмах, що складають основу життєвих явищ.

Щодо студентів, які провчилися протягом першого курсу у фаховому медичному коледжі й мають певні сформовані інтелектуальні, світоглядні можливості, то вони всеодно істотно відрізняються один від одного не тільки своїми базовими знаннями та особливостями характеру, але й своїм відношенням до навчання, рисами характеру та особистими здібностями. Якщо спостерігати за алгоритмом та за мотивацією до навчання різних категорій студентів, то можна виявити кілька основних причин зміни їхньої успішності. Студенти коледжу на першому курсі вивчають переважно загальношкільні дисципліни. Навчання ведеться в одному навчальному корпусі, рівень знань оцінюється за знайомою зі школи 12 бальною шкалою.

Заняття студентів 2 курсу проводяться, більшою мірою, уже на навчально-практичній базі університету, усі лекції проводяться дистанційно. Кафедри, що забезпечують вивчення навчальних дисциплін, знаходяться у різних корпусах, що, якоюсь мірою, географічно розкидані у різних частинах міста. Студенти, переважно, живуть у гуртожитку чи в орендованих помешканнях без батьківського контролю та опіки. На другому курсі вони більше стикаються із самостійним життям. Не кожен студент здатний ефективно упоратися з незвичною для них свободою пересування між парами та ефективно розпорядитися своїм часом. Часто наслідком цього є зниження уваги при навчанні, часті пропуски без поважної причини та погіршення успішності. Таким студентам потрібно допомогти з організацією робочого часу, познайомити з тайм-менеджментом.

Погіршення успішності спостерігається і в студентів з гарною шкільною підготовкою. Деякі з них занадто покладаються на свої шкільні знання. Медична хімія традиційно вважається важким предметом. До того ж курс медичної хімії починається з нових тем, з переосмислення знань шкільної програми, і багато хто зі студентів, почувши на лекції кілька знайомих ключових термінів, вважають, що вони це знають і перерозподіляють свій час на вивчення складніших, з їхнього погляду, дисциплін, або дисциплін медсестринського



напрямку, на відпрацювання практичних навичок. Часто такі студенти вводять себе в оману, їхні знання з медичної хімії виявляються поверхневими та схематичними. Не напрацювавши достатньої бази нових знань, вони не в змозі ефективно засвоювати наступні теми і, як наслідок, переходять на нижчі щаблі успішності з медичної хімії. Таких студентів слід стимулювати до виконання наукової роботи, залучати до участі в роботі наукового студентського гуртка з медичної хімії, до виступів на студентських наукових конференціях, систематично залучати у дискусії на заняттях.

Заборгованості з медичної хімії в студентів через отримання незадовільної оцінки та не допуски до модуля не є рідкісним явищем. Проблеми з успішністю мають різні причини. Безперечно, слабші студенти мають докладати більше зусиль для опанування навчального матеріалу. Є певний контингент студентів, які не приділяють навчанню належної уваги. Вони свідомо готові отримувати мінімальну кількість балів. Працювати з такими студентами досить важко, тому що в них дуже низька мотивація та несформовані погляди на своє майбутнє. Головна проблема таких студентів не в тому, що вони не хочуть навчатися. Таким студентам важко вчитися. Труднощі при навчанні у таких студентів часто викликають роздратування, деколи відчай або паніку. Це найбільш проблематична категорія студентів, яка потребує допомоги у соціалізації від батьків та викладачів.

У середовищі студентів фахового медичного коледжу можна зустріти студентів, яких можна назвати випадковими. Такі студенти переважно мають схильність до гуманітарних наук, своєї неуспішності з хімії вони не соромляться. Вони визнають, що не визначилися зі своїм професійним майбутнім. Завдання викладача — сформулювати в таких студентів, перш за все, усвідомлення важливості та престижності медичної професії, упевненість у правильності вибору та невідповідності вступу до медичного коледжу.

Сучасна студентська спільнота коледжів дуже строката за показниками успішності, мотивацією до навчання, поглядами та планами на своє професійне майбутнє. Якщо розпізнати особливості кожного студента та враховувати їх, то можна оптимізувати навчання і поліпшити успішність. Для ефективною роботи зі студентами важливим є індивідуальний підхід до кожного студента який, своєю чергою, є запорукою становлення та розвитку зрілого, відповідального перед суспільством професіонала та громадянина.



МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ ТА СТОМАТОЛОГІВ ДЛЯ РОБОТИ В ЕЛЕКТРОННІЙ СИСТЕМІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Баєва О.В., Кривенко Є.М., Коваленко О.О.

ПВНЗ «Київський медичний університет»

dr.baieva@kmtu.edu.ua, e.kryvenko@kmtu.edu.ua, o.o.kovalenko@kmtu.edu.ua

Процеси реформування галузі охорони здоров'я передбачають її цифрову трансформацію, шляхом впровадження двокomпонентної системи ЕСОЗ (електронної системи охорони здоров'я). Однією з компонент ЕСОЗ є Центральна база даних, що являє собою інформаційно-телекомунікаційну систему, яка включає не тільки передбачені чинним законодавством України реєстри та програмні модулі, проте й інформаційну систему Національна служба здоров'я України (НСЗУ). Остання надає можливості щодо створення, перегляду, обміну інформацією та документами між реєстрами, державними електронними інформаційними ресурсами, електронними медичними інформаційними системами. Другим компонентом ЕСОЗ виступає електронна медична інформаційна система (МІС), яка належить до інформаційно-телекомунікаційних систем, основна задача якої полягає в автоматизації роботи надавачів медичної допомоги.

Сучасний випускник закладу вищої медичної освіти повинен володіти відповідними професійними компетенціями щодо створення, перегляду, обміну інформацією в електронній медичній інформаційній системі, в тому числі володіти практичними навичками з обміну інформацією з центральною базою даних. Наш досвід свідчить, що для формування практичних навичок та вмінь для роботи в електронній медичній інформаційній системі недостатньо викладання на перших курсах навчання медичного ЗВО освітньої компоненти «Медична інформатика».

При вивченні освітньої компоненти «Медична інформатика» студенти другого курсу медичного факультету опановують знання, вміння та практичні навички щодо носіїв інформації, властивостей інформації, систем обробки інформації (введення даних, інтерфейс користувача, обробка та представлення даних), візуалізації медико-біологічних даних, використання статистичних функцій та критеріїв для аналізу медико-біологічних даних, процесу передачі інформації, визначення каналів зв'язку, типів зв'язку, основ телемедицини, апаратно-програмного забезпечення телемедичних заходів. Таким чином, здобуття професійних компетенцій за освітньою компонентою «Медична інформатика» є недостатнім



для роботи в електронній медичній інформаційній системі й майбутній лікар після опанування класичної освітньо-професійної програми не готовий до роботи на лікарській посаді в будь-якому лікувально-профілактичному закладі.

Досвід ПВНЗ «Київський медичний університет» свідчить про доцільність вивчення на 5-6 курсах освітніх компонент «Медичні електронні системи». Для вибору ми пропонуємо студентам освітні компоненти «E-Health. Амбулаторна допомога» та «E-Health. Вторинний та третинний рівень медичної допомоги».

Мета освітньої компоненти «E-Health. Амбулаторна допомога» – вивчення та ознайомлення з основними тенденціями впровадження електронної системи охорони здоров'я, формування теоретичних знань, практичних вмінь і навичок роботи з медичними інформаційними системами, що забезпечують автоматизацію роботи медичного працівника, системою E-Health, ознайомлення з новітніми інформаційними технологіями та можливостями їх застосування у професійній діяльності.

Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «E-Health. Амбулаторна допомога» є формування бази знань, умінь і практичних навичок, необхідних для ефективного використання сучасних медичних інформаційних систем у лікарській практиці; набуття практичних умінь та навичок роботи з E-Health; формування умінь опрацювання медико-біологічних даних з використанням стандартних процедур, включаючи електронну медичну інформаційну систему.

Для майбутніх стоматологів ми пропонуємо вибірккову освітню компоненту «Медичні електронні системи в стоматології: E-Health в стоматології». Ця освітня компонента спрямована на ознайомлення майбутніх стоматологів з основними тенденціями впровадження електронної системи охорони здоров'я, формування теоретичних знань, практичних вмінь і навичок роботи з медичними інформаційними системами, що забезпечують автоматизацію роботи медичного працівника, системою МЕС: E-Health в стоматології, ознайомлення з новітніми інформаційними технологіями та можливостями їх застосування у професійній діяльності. Основними завданнями вивчення освітньої компоненти є формування та розвиток бази знань, умінь і навичок, необхідних для ефективного використання сучасних медичних інформаційних систем у лікарській практиці; набуття практичних умінь та навичок роботи з системою МЕС.

Таким чином, надання можливості майбутнім лікарям та стоматологам двоетапної підготовки до роботи в сучасній електронній медичній інформаційній системі.



ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ПРОПЕДЕВТИКИ ВНУТРІШНЬОЇ МЕДИЦИНИ

Бачук-Понич Н.В.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

nataliya.ponych@gmail.com

Сучасні світові стандарти в галузі освіти передбачають підготовку не тільки висококваліфікованих працівників, а й таких, які здатні самостійно, критично і творчо мислити, конкурентоспроможних і професійно компетентних фахівців, здатних до саморозвитку і самореалізації. Як вважають науковці й практики, здобуття знань, формування умінь і навичок у процесі професійної підготовки майбутнього фахівця є найбільш ефективними за умови використання в освітньому процесі інтерактивних методів навчання, ідея яких полягає в тому, що процес пізнання відбувається за умови постійної активної взаємодії всіх учасників навчального процесу.

Завданням викладача медичного ЗВО є постійне вдосконалення методик викладання дисциплін шляхом залучення методів інтерактивних технологій навчання на лекціях та практичних заняттях.

На кафедрі пропедевтики внутрішньої медицини у роботі зі студентами III курсу медичного факультету під час проведення лекцій та практичних занять з основ електрокардіографії (ЕКГ) використовували поєднання таких інтерактивних технологій як дискусія, робота в малих групах, мікрофон та мозковий штурм. Розглянемо детальніше структуру проведення лекцій з основ електрокардіографії. На початку лекції звертали увагу студентів на значущість теми для практичного лікаря з метою підвищення їх мотивації з наступною постановкою проблемних завдань, на яких буде зосереджено увагу, формулювання результатів, що очікує лектор від студентів по завершенні вивчення теми, а також опис можливих форм контролю цих результатів. Під час викладення лекційного матеріалу студенти активно долучалися до дискусії, оскільки лектор пропонував їхній увазі питання для попереднього контролю вихідного рівня знань із фізіології, патофізіології серцево-судинної системи, а також фізичних основ електрокардіографії. На завершальному етапі лекції студентам було запропоновано об'єднатися в групи та розшифрувати електрокардіограми із зазначеними патологіями. Команди, які набирають найбільшу кількість балів за розшифровані ЕКГ, отримують додаткові бали при складанні підсумкового модульного контролю.



За такої організації навчання лектор керує роботою кожного студента опосередковано, через завдання, якими він спрямовує діяльність групи. Кооперативне навчання відкриває для студентів можливості співпраці зі своїми ровесниками, дає змогу реалізувати природне прагнення кожної людини до спілкування, сприяє досягненню особистостями вищих результатів засвоєння знань і формування вмінь. Дискусія сприяє розвитку критичного мислення, дає змогу визначити власну позицію, формує навички відстоювання своєї особистої думки, поглиблює знання з даної проблеми.

Під час проведення практичних занять з основ ЕКГ нами використовувалася робота в малих групах із використанням “мозкового штурму”. Метод “мозкового штурму” передбачає проведення практичного заняття в 3 етапи: по-перше, постановка проблеми, по-друге, генерація ідей, по-третє, комбінація, відбір та оцінка ідей. Студенти були розділені на дві конкурентні групи, кожна з яких отримала набір ЕКГ із різними патологічними змінами. Студентам кожної команди пропонували вибрати електрокардіограми із порушенням автоматизму, збудливості, провідності. Переможцем ставала та команда, учасники якої відбирали більшу кількість тематичних електрокардіограм і правильно їх розшифровували.

Отже, інтерактивні технології навчання дозволяють залучити до роботи всю аудиторію, тобто виховати командний дух співпраці та вмотивувати студентів до вивчення пропедевтики внутрішньої медицини.

ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK OF THE STUDENT - A COMPONENT OF TRAINING MEDICAL STUDENTS TO PASS AN OBJECTIVE STRUCTURED CLINICAL EXAM AS A COMPONENT OF THE UNIFIED STATE QUALIFICATION EXAM IN THE SPECIALTY 222 "MEDICINE"

Bezruk V.V.

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

bezruk@bsmu.edu.ua

Introduction. Today, medicine is a highly specialized and deeply differentiated field of science. A modern physician must have systematic thinking, be able to analyze and summarize the information received working with a patient at various stages of his or her examination and treatment.



The objective structured practical (clinical) exam (hereinafter - OSP(C)E) is one of the components of the Unified State Qualification Exam (USQE), which is the main form of certification of applicants for the master's degree in specialty 222 "Medicine" of the field of knowledge 22 "Healthcare". The OSP(K)I is an exam that assesses the graduate's readiness to carry out professional activities in accordance with the requirements of the higher education standard by demonstrating the practical (clinical) components of professional competence on a real object (human) or on a model (phantom, dummy, simulators, etc.). In accordance to the basic principles and objectives of the OSP(K)I, it is a modern type of verification of general and special learning outcomes by assessing a person's ability to perform a certain type of activity in conditions close to real clinical practice, which cannot be assessed by traditional forms of examinations. The object of examination diagnostics is competence, its formation and level of demonstration as a reflection of programmatic learning outcomes that can be identified, quantified and measured in a standardized way.

Objective Structured Clinical Examination (OSCE) includes: OSCE I: a type of assessment of practical skills by the student, which is conducted after the necessary practical skills are completed after the completion of propedeutic disciplines before the internship; OSCE II: is the practical part of the USCIE (Unified State Clinical Examination).

The main part. In the process of studying at the Department of Pediatrics, Neonatology and Perinatal Medicine of Bukovinian State Medical University, students learn to work independently, think scientifically, analyze, and generalize.

The passport of the examination station "Anthropometry and assessment of physical development of a child" was developed by the department for passing an objective structured clinical examination by 4th year students of medical faculties majoring in "General Medicine" and "Medicine", developed on the basis of the educational and professional program of higher education training of specialists at Bukovinian State Medical University and the work program of the discipline "Propedeutic Pediatrics" (field of knowledge 22 "Healthcare", specialty 222 "Medicine", level of higher education).

The organization of student's independent work (SIW) is not aimed at studying extracurricular material, but at an in-depth understanding of the key issues of the discipline that are of applied or fundamental importance in the training of a doctor. The role of SIW in the educational process, according to the main provisions of the Bologna Declaration, is essential. Its inclusion in the working curricula helps students not only to hone their clinical thinking, but also becomes the basis for the acquisition of knowledge in the learning process.



During practical classes studying the topic of the practical class and the station OSCE I "Anthropometry and assessment of child's physical development", to students are offered the following tasks: 1. To carry out anthropometric measurements of the body (to determine: body weight, body length, head circumference, chest circumference). 2. To calculate the body mass index (BMI). 3. To evaluate the obtained BMI according to centile monogram's of anthropometric indicators. 4. To make a conclusion about the physical development of the child. Competencies to be tested during the class: SC1 - Skills of interviewing and clinical examination of the patient. During the performance of the tasks, which corresponds to the duration of the student's work at the station during the OSCE, the teacher observes his/her actions, analyzes them and evaluates his/her performance as objectively as possible. At the end of the practical training, the students of the academic group are analyzed for their ability to conduct an anthropometric examination and assess the child's physical development. Thus, the element of SIW is introduced into each practical lesson. In some cases, this contributes to the development of practical skills, and in others, it teaches the stages and sequence of patient examination, the development of clinical thinking among students.

Conclusions. The student's independent work allows, optimally to use his/her capabilities, develops motivation to learn. The organization of a such methodology for learning helps to deepen knowledge and skills, develops practical skills, clinical thinking, and focuses on systematic self-education.

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕДАГОГІЧНОГО КОЛЕКТИВУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Бенца Т. М., Пастухова О. А.

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

bentsa_t@i.ua

Система медичної освіти в Україні під час воєнного стану функціонує в умовах браку доступу до освіти, недостатності освітніх ресурсів і фінансування, руйнування інфраструктури, нестачі кваліфікованих викладачів та фахівців певного профілю. Також негативний вплив на працівників спричиняють посттравматичні стресові розлади, психосоціальні проблеми та зміна медичної практики.



Педагогічний працівник у сучасних умовах одночасно виконує функції викладача певних фахових дисциплін, керівника, лідера та громадського діяча. Поліфункціональність діяльності окремих викладачів визначає поліфункціональність діяльності всього педагогічного колективу. Вирішуючи свої професійні завдання, педагогічний колектив виходить за межі навчального закладу. Педагогізація навколишнього соціального середовища з формуванням педагогічної культури суспільства стає невід'ємною функцією педагогічного колективу.

Однією з особливостей діяльності педагогічного колективу є колективний характер праці та колективна відповідальність за всі результати своєї діяльності. Індивідуальні зусилля окремих педагогів не принесуть бажаних успіхів, якщо в колективі немає єдності дій та узгодженої діяльності. Членів колективу об'єднують спільна мета, навчально-професійна діяльність, зв'язки ділового та особистісного характеру, достатня поінформованість один про одного, високий рівень самоврядування. Такі педагогічні цінності, як любов до своєї роботи, бажання навчати, повага до особистості, педагогічна творчість, оптимізм, загальна і професійна культура, створюють духовну і матеріальну базу, на якій ґрунтується робоча єдність педагогів.

Єдність викладачів проявляється в ціннісних орієнтаціях, поглядах, переконаннях, однак це не повинно призводити до одноманітності в технології педагогічної діяльності. Для багатьох викладачів характерна активна реалізація дослідницької функції в педагогічній діяльності. Викладач-дослідник сьогодні – це педагог, здатний вийти за межі нормативної діяльності, аналізувати переваги та недоліки педагогічних нововведень, спроможний самостійно освоювати, створювати та впроваджувати нові освітні технології та систему особистих цінностей.

Інша особливість педагогічного колективу полягає в його високій мірі самоврядування. Основні, принципові питання життя і діяльності педагогічного колективу є предметом обговорення на різних рівнях управління. Делегування повноважень по вертикалі рядовим викладачем створює необхідні передумови для формування позитивної громадської думки в колективі, розвитку самостійності та ініціативи.

Специфічною особливістю педагогічного колективу є його переважно жіночий склад, що неоднозначно впливає на характер взаємин, які виникають у ньому. В таких колективах часто спостерігаються зміни настроїв, підвищена емоційність і конфліктність, ніж у



колективах з переважанням чоловіків. Однак, жінки за своєю природою більш схильні до творчої діяльності, більш гнучкі у виборі прийомів та способів педагогічного впливу.

Причинами протиріч у колективі є неадекватна оцінка партнера, завищена самооцінка деяких співробітників, порушене почуття справедливості, спотворення окремою людиною інформації про іншого, авторитаризм лідера групи загалом або окремої малої групи, некоректне ставлення один до одного та, нарешті, звичайні непорозуміння між членами колективу. Якщо протиріччя вирішуються психологічно виправдано, вони не переростають у конфлікти й можуть навіть мати конструктивний характер та згуртувати групу викладачів. Проте, всередині будь-якого педагогічного колективу існує низка проблемних і складних для вирішення питань. Тому, керівнику колективу потрібно раціонально організувати навчально-методичний процес з елементами творчості та інновацій, заохочувати командний стиль роботи з діловою взаємодопомогою, розвиток комунікаційних навичок і міжкультурної компетентності та водночас сприяти вихованню відповідальності, вимогливості, критичного мислення та здатності адаптуватися до змін у період воєнного стану.

ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ПАЦІЄНТІВ ПЛАТФОРМИ CASUS ЗАДЛЯ НАВЧАННЯ КЛІНІЧНОМУ МИСЛЕННЮ НА ДОКЛІНІЧНОМУ ЕТАПІ ОСВІТИ

Богуцька Н.К.

Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці

nbohutska@bsmu.edu.ua

Клінічне мислення (КМ) є ключовою фаховою компетентністю медиків, воно охоплює мислення та дії медичних працівників у процесах оцінки, діагностики та керування клінічними ситуаціями з урахуванням специфічних обставин та преференцій пацієнтів. Метою КМ є забезпечення найкращої можливої медичної допомоги для пацієнта (наприклад, у процесі діагностики, лікування і профілактики) і безпеки пацієнта, а також уникнення помилок та непотрібних втручань, завдання болю, економічних втрат тощо. Процес КМ включає збір та інтерпретацію даних, аналіз та синтез інформації, генерацію гіпотез і діагнозів, розробку планів ведення та лікування з урахуванням точки зору пацієнта та уникнення когнітивних помилок.



БДМУ у кооперації із німецькими фахівцями бере участь у заходах із впровадження навчання КМ на додипломному етапі. Зокрема, за підтримки DAAD викладачі вишу у 2022-2023 рр взяли участь у навчальних проектах у Німеччині (Мюнхен, Аусбург, Берлін); на засіданнях методичної комісії здійснено інформування усіх співробітників про можливості застосування віртуальних пацієнтів (ВП) платформи CASUS з концепційною мапою як вбудованим інструментом для навчання КМ; група викладачів із різних кафедр брала участь у перекладі українською мовою, адаптації та формуванні блоку більше, ніж 300 ВП, на платформі CASUS задля навчання КМ; група викладачів взяла участь у онлайн навчанні тренерів із КМ, організованому колегами з Німеччини, в подальшому у 2023-2024 н.р. ними здійснено тематичний тренінг двох груп викладачів з кафедр терапевтичного та педіатричного спрямування, в якому взяло участь більше 30 викладачів БДМУ для подальшого поширення досвіду. Вперше у наступному навчальному році планується запропонувати елективний навчальний модуль із КМ для студентів 4-го курсу. Зокрема, планується курс з вивчення окремих складових КМ вже існуючої навчальної програми на платформі DID-ACT (<https://did-act.instruct.eu/>), що міститиме три розділи: що таке КМ; збирання та пріоритезація клінічно значущої інформації та генерування диференційних діагнозів. З огляду на ранню імплементацію вивчення КМ було б доцільним доповнити курс розділом «Біомедичні знання та КМ (інкапсуляція знань)» з прикладами поєднання теоретичних знань із медичною практикою. Навчальний модуль базуватиметься на ВП з концепційною мапою. У процесі тренінгів здійснено опитування учасників тренінгу – викладачів вишу з практичним досвідом від 2 до 33 років щодо курсів, на яких було б найдоцільніше впровадити навчання КМ, оскільки і раннє впровадження модулю на доклінічному етапі освіти, як і його впровадження вже на 5-6 курсах навчання має і переваги, і недоліки водночас. 31% опитаних викладачів вже працювали раніше з навчальними платформами формату, схожого на CASUS, та мали досвід роботи з ВП; 56% вже застосовували подібні до ВП методики (структурований кейс-метод, обговорення клінічних випадків тощо). 81% респондентів вважали методику навчання на ВП з концепційною мапою на платформі CASUS дуже корисною для формування КМ. Водночас думки щодо того, з якого курсу доцільно запроваджувати навчання КМ розділились: 44% вважали, що таке навчання слід запроваджувати вже на 1-3 курсах, і 56% - на 4-6 курсах вишу.

Існують переваги раннього впровадження навчання КМ в медичну освіту на перших курсах: ранній розвиток критичного мислення; ранній початок навчання КМ може сприяти



кращому розумінню матеріалу «теоретичних» дисциплін у його взаємозв'язку з практикою; розвиток навичок аналізу, синтезу та оцінки інформації, що є важливими для діагностики та лікування пацієнтів. Крім того, до переваг раннього впровадження можна віднести покращення підготовки до клінічної практики (раннє знайомство з клінічними випадками дозволить легше адаптуватися до реальної клінічної практики на старших курсах), зниження рівня стресу під час переходу від теоретичних дисциплін до практичних. Крім того, раннє вивчення КМ дозволяє студентам краще інтегрувати знання з різних теоретичних дисциплін (анатомія, фізіологія, патологія тощо), що сприяє цілісному розумінню медичних проблем. Контакт з реальними клінічними випадками на ранніх стадіях навчання може підвищити мотивацію студентів до вивчення теоретичних дисциплін, оскільки вони вчаться застосовувати знання на практиці. Однак до недоліків ранньої імплементації КМ можна віднести наступне: недостатня теоретична підготовка для повного розуміння складних клінічних випадків може призводити до поверхневого засвоєння матеріалу; раннє впровадження КМ може перевантажувати студентів, які ще адаптуються до інтенсивного навчання у медичних вишах, брак досвіду та неготовність усіх співробітників до ефективного викладання КМ ранніх етапах навчання може впливати на якість освіти; зосередження та зміна фокусу на вивчення КМ може призвести до недостатньої уваги до фундаментальних теоретичних дисциплін.

Отже, подальша оцінка можливостей впровадження у навчальний план вивчення КМ на доклінічному етапі на перших курсах медичної освіти залишається актуальною.

ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ У МЕДИЧНОМУ НАВЧАННІ

Влад Г.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

vlad.hanna@bsmu.edu.ua

Технології зберігання даних сьогодні розвиваються особливо стрімко. Хмарні сервіси тепер використовуються майже скрізь – від електронних таблиць до фотографій. Спектр їх застосування дійсно вельми широкий, і заперечувати необхідність використання таких технологій за умов сучасного навчання медичної інформатики нікому б не спало на думку. Проте до відносно нових технологій завжди є недовіра, часто невиправдана. Спробуємо розібратись, для чого ж необхідні хмарні сервіси та технології в цілому.



Почнімо з очевидного у роботі викладача – сервісів Google, які цілком здатні замінити звичні MS Excel, MS Word, тощо. Замість надсилання повного файлу зі свого комп'ютера студент може виконати роботу на хмарному сервісі і зберегти (тобто не використовувати фізичне сховище на своєму ПК), надсилаючи в такому випадку лише посилання із наданим доступом. Відповідно, викладач так само не завантажує собі роботу на свій ПК, а перевіряє її в тому ж таки середовищі. Таким чином, на жодному з цих комп'ютерів не засмічується пам'ять черговим документом. До того ж, якщо викладач не матиме доступу до свого ПК в певний момент, він завжди зможе використати смартфон або планшет аби просто зайти в свій обліковий запис та мати доступ до тих самих сервісів. І хоча на смартфоні цей процес може видатись трохи незручним, функціонал сервісу залишається таким самим. Аналогічно доступ до своєї роботи матиме й студент.

Тому хмарні сервіси вже дозволяють викладачам та студентам працювати гнучкіше, адже значно легше зайти на адресу сервісу і миттєво почати працювати, замість того аби завантажувати додаток, що не матиме переваг, описаних вище. На хмарний диск можна завантажувати будь-яке відео, лекції, посилання, наприклад, на інтерактивні дошки, документи, таблиці тощо.

Проте варто виділити і певні недоліки, адже, незважаючи на очевидний бонус у використанні цієї технології, хмарні сервіси все ж обмежені у об'ємі зберігання даних (наприклад, безкоштовний план – 5 ГБ, платний – 10 або 20 ГБ), тому завжди покладатись лише на хмарні сервіси очевидно не варто. Також доступ до них залежить від наявності підключення до інтернету, і сьогодні, коли мають місце відключення світла, ця проблема стала відчутнішою.

Тому й необхідно зберігати певний баланс у використанні хмарних та офлайн-сервісів, використовуючи їх якомога доцільніше, зважаючи на ситуацію.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ТА ЗМІНА РОЛІ ВЧИТЕЛЯ. АКТИВНЕ НАВЧАННЯ

Влад Г.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

vlad.hanna@bsmu.edu.ua

Прогрес у науково-технічних досягненнях стимулює розвиток і навчання. Колись учні та студенти були вимушені вираховувати все власноруч, а тепер існують калькулятори.



Колись було необхідно ходити в пошуках інформації по бібліотеках, а тепер будь-що можна знайти у Інтернеті. Але сьогодні ми стоїмо на порозі нового етапу у науці та, відповідно, освітньому процесі – сьогодні студенти мають інструменти штучного інтелекту (ШІ), що дозволяють оминати той етап, на якому вони мали замислитись над самим процесом обчислення. Подумати над процесом і вирахувати лише значення обчислюваного виразу, потім знову подумати і, таким чином, поступово прийти до відповіді, розуміючи сутність процесу, що виконується – це все треба було робити ще рік-два тому. Тепер студент може просто вписати вираз або ж завдання у, наприклад, ChatGPT або Wolfram, і неймережа одразу ж надасть відповідь. Повну відповідь з усіма поясненнями. Тобто виходить, студент пропускає саме етап роздумів, той етап, який і мав би його навчити.

Існує два типи навчання: активне і пасивне. Пасивне навчання полягає у відсутності практики, і навіть там, є практика і є тим, що вивчається, пасивне навчання цю практику старанно оминає. Матеріал просто подіється студентові, який в свою чергу, має його законспектувати і зберегти в глибинах пам'яті. Активне ж навчання полягає у простому принципі – помилятися дозволено. Дозволено дізнаватися матеріал самостійно, дозволено пробувати, отримувати поганий результат (під час уроку, лекції) звертатись по допомогу до викладача тощо.

І тепер ми бачимо, що за умов пасивного навчання студент запросто звернеться по допомогу до ШІ (наприклад, до чатбота) замість викладача. Чому? Тому що штучний інтелект пояснить матеріал щонайменше так само, як це зробить викладач або лектор, надасть пояснення та не відхилить запит студента, якщо він не зрозумів тему. І тепер з'явився закономірний виклик для українських закладів освіти, де очевидно переважає саме пасивний вид навчання через його зручність.

Звичайно ж, студентам і учням значно менше подобається активне навчання, тому що саме воно ставить учня у трохи неприємне становище – ситуацію, де необхідно знайти розв'язання проблеми, задачі тощо фактично самому або в групі одногрупників. Натомість, пасивне навчання дозволяє певною мірою розслабитись та слухати лектора.

Проте дослідження, проведені в американських школах, показують, що хоча студентам може бути неприємно брати участь у активній формі навчання, саме активне навчання дає кращий результат. Саме активне навчання спонукає досліджувати, дізнаватися нове та дійсно це запам'ятовувати. Студенти всіх навчальних закладів України ставлять питання: «Де мені це знадобиться?». За умов активного навчання вони одразу ж отримують відповідь – адже вони



у процесі знайшли саме те, що було необхідно у роботі, саме ту частину, якої не вистачало. І в результаті дослідження, учні, що навчались активно, отримували кращі бали на тестах і знали більше матеріалу, адже не просто слухали розповідь викладача, а брали активну участь.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ СУБД. MS ACCESS СТУДЕНТАМ МЕДИКАМ

Влад Г.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

vlad.hanna@bsmu.edu.ua

Будь-яка робота і, відповідно, кожна задача, поставлена студентові, що згодом стане кваліфікованим працівником містить надзвичайно великі об'єми даних, що потребують або статистичного аналізу, або обробки, що полягає у знаходженні значень чи їх організації. І, аби працювати з даними, необхідно мати певний інструмент, або, радше, набір інструментів для здійснення цих функцій та демонстрації повного потенціалу наявних значень. Набори інструментів сьогодні зручно організуються у додатки, з якими і працюють кваліфіковані спеціалісти. І хоча сьогодні студент може надати перевагу онлайн-інструментам, що мають як очевидні переваги, так і певні недоліки, часто, для збереження певної гнучкості, доведеться працювати і з офлайн додатками.

Класичним та надійним інструментом для процесування наборів комплексних даних є Microsoft Access. Фактично, цей інструмент, на противагу Microsoft Excel, надає можливість більш строго працювати із базами даних, складати звіти, типізувати значення задля збереження точності тощо. У застосунку наявні функції для статистичної обробки та доступні, як і у багатьох програмах Microsoft, макроси.

Проте. яким би якісним не був інструмент, без вмілого майстра він ні на що не здатний. Саме тут у процес вступає викладач, задача якого – навчити не просто використовувати, а розуміти сам процес аналізу. Студент не обов'язково повинен працювати саме в цьому застосунку, тому він має розуміти принцип, а програма застосовується у процесі лише як достатньо якісний приклад відносно інтуїтивного середовища.

Таким чином, аби пояснити студентові структуру та методи роботи з базами даних, необхідно дати час, для того щоб він побачив з чим далі працюватимемо та ознайомився із середовищем, показати, що в процесі навчання головне – навчитись, а не боятись помилки,



пояснювати зрозуміло та надавати відповіді на питання, які виникають. Це – основа будь-якого навчання. Проте необхідно також розуміти важливість симуляції дійсних баз даних, тобто краще одразу демонструвати комплексні набори різних типів даних і навчити обирати для роботи лише необхідне. Отже, саме так студент побачить, як робити звіти та матиме змогу розібратись у функціоналі та принципах застосування і СУБД у цілому.

Головне – показати водночас і легкість справи, і дати зрозуміти що іноді серед нагромаджених та незорганізованих даних важливо знайти необхідне. Такі навички корисні не тільки у вивченні СУБД, а й у житті студента. Задача викладача буде виконаною повністю.

УДК 611-013.85:618.39-021.3

КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ

Гарвасюк О.В.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

olexandra.garvasuk@bsmu.edu.ua

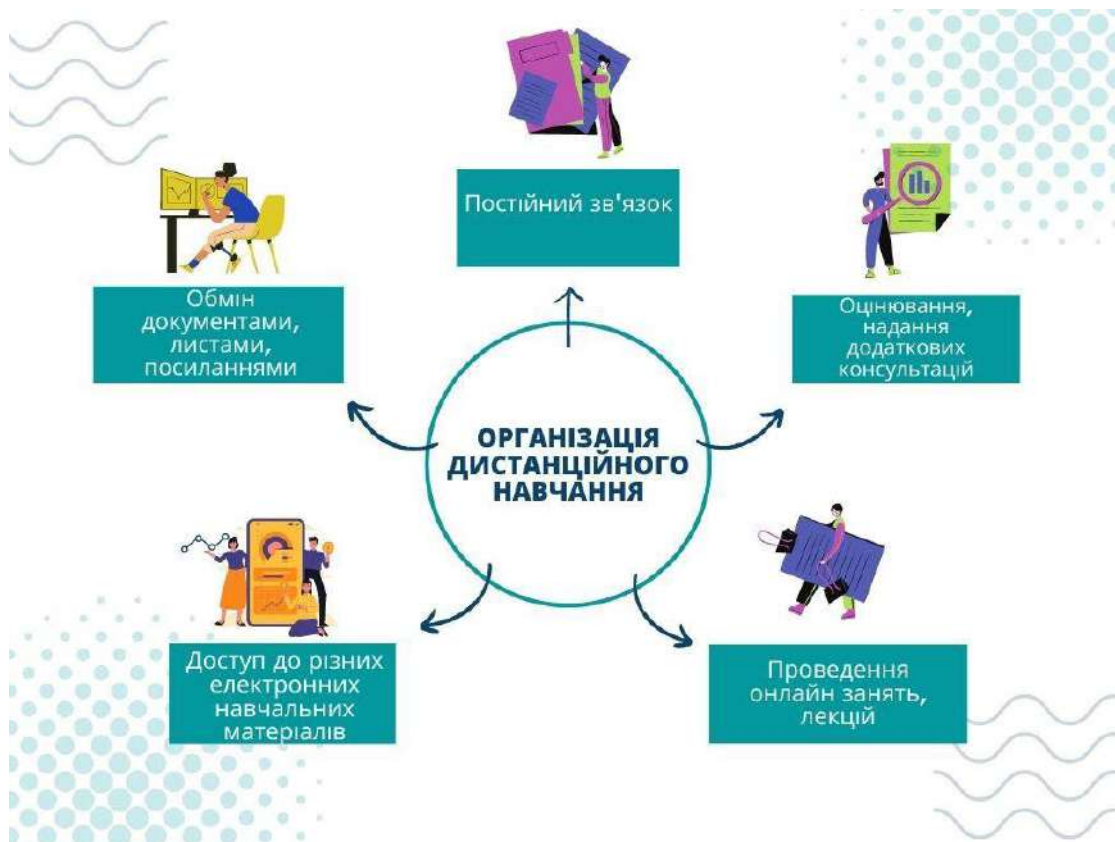
Анотація. Досвід вимушеного переходу до дистанційної освіти надав педагогу інші особливі ролі, не тільки викладача, але й консультанта, ментора, коуча, а в деяких ситуаціях і психолога. У період дистанційного навчання професорсько-викладацький склад кафедр закладу вищої освіти здійснює освітній процес на необхідно-високому рівні, координує пізнавальний процес студента та знаходиться у постійному контакті із суб'єктами навчання. До кожного викладача висуваються вимоги як зовнішні (відповідність до ліцензійних умов, систематичне удосконалення курсів в системі дистанційного навчання Moodle, знання іноземних мов, викладання сучасного наукового навчального матеріалу тощо) так і внутрішні (володіння гнучкими навичками спілкування, креативністю, володіння навичками викладання дисципліни із застосуванням інформаційних технологій, інтерактивних методів навчання тощо). Знання щодо особливостей сучасного покоління суб'єктів навчання необхідні кожному викладачу для ефективної організації навчального процесу. Більшість студентів сьогодення належать до покоління Зет (народжені з 2003 року). Для них є невід'ємним спілкування в мережі Інтернет, вони візуально сприймають будь-яку інформацію, спілкуються за допомогою смайлів та емоджі, проявляють почуття за допомогою статусів у різноманітних соціальних



мережах. Враховуючи вище описане, використання інформаційних технологій в сучасному процесі навчання є необхідним для розвитку критичного мислення студентів медиків. До технологій формування критичного мислення відносять: технологію розвитку критичного мислення через читання і писання, інсерт, кластер, розумову картку, прийом Фішбоун, кубик запитань, ромашку питань, сінквейн, прийом «товсті» та «тонкі» питання, прийом «Шість капелюхів мислення», «Квітку лотоса», «Дерево передбачень (рішень)», створення проблемних ситуацій, кейсів, написання есе, прийом незакінченого речення, прийом нарощування знань та ін.

Ключові слова: критичне мислення; інформаційні технології; дистанційна освіта; навчальний процес.

Вступ. Володіючи інформаційними технологіями (ІТ) викладач закладу вищої освіти неодмінно захопить увагу сучасної молоді в процесі навчання. Так, наприклад використовуючи різноманітні mind maps (з англ. розумові карти) можна візуалізувати будь яку інформацію, систематизувати її, класифікувати чи наглядно представити [1, 2].



Розумова карта 1. Основні складові організації дистанційного навчання.



До прикладу на розумовій карті 1 зображено організацію дистанційного навчання [3, 4]. Мова йде про те, що подача навчального матеріалу в такий спосіб студентами сприймається набагато краще. При викладенні студентам 2-го та 3-го курсів дисципліни «Патоморфологія» ІТ методи допомагають викладачу розвивати критичне мислення студентів-медиків [5-7].

Мета дослідження. Задля розвитку критичного мислення студентів-медиків розглянути процес їхнього навчання з використанням інформаційних технологій.

Методи дослідження: аналіз, узагальнення та систематизація відомостей науково-методичної літератури.

Результати дослідження та їх обговорення. У підготовці майбутніх спеціалістів медичної галузі застосування новітніх та сучасних методологій (технологій), нових дидактичних підходів (засобів) сприятиме не тільки процесу набуття знань та навичок професійної діяльності, а й стратегічному, аналітичному та критичному мисленню [8]. У таблиці 1 показані завдання, які вирішуються шляхом застосування ІТ для розвитку критичного мислення майбутніх фахівців.

Таблиця 1. Завдання, які вирішують шляхом розвитку критичного мислення

Процес розвитку критичного мислення вирішує такі завдання:	
1	виявляти наполегливість у вирішенні проблем
2	вміти розглядати проблеми з різних точок зору
3	володіти гнучкими навичками спілкування у роботі в колективі
4	навчитись слухати співрозмовника
5	навчити вирішувати ситуаційні задачі
6	вміти розглядати множинні зв'язки між явищами
7	вміти будувати логічні висновки, розмірковувати про свої почуття (думки), оцінювати їх
8	вміти будувати прогнози, обґрунтовувати їх, ставити ціль та досягати мету
9	вміти застосовувати набуті навички та знання в різних ситуаціях

Критичне мислення – це мистецтво аналізувати, наукове мислення, ухвалення ретельно обміркованих та незалежних рішень. Важливо запроваджувати навчання щодо розвитку критичного мислення - розв'язання реальних проблем і прийняття здобувачами освіти рішень у різноманітних клінічних ситуаціях [9]. З цих позицій колектив кафедри патологічної анатомії закладу вищої освіти «Буковинський державний медичний університет» вдало та ефективно



маневрує сучасними ІТ, особливо піковою роботою в цьому напрямку відбувалася в режимі дистанційного навчання (період карантину щодо COVID 19), також колектив кафедри намагається бути ближче до студентів академічних груп та мотивувати їх своїм прикладом. У режимі дистанційного навчання створення груп в мобільних застосунках Telegram чи WhatsApp сприяло кращій комунікації між викладачем та студентом.

До технологій формування КМ (Розумова карта 2) можна віднести: технологія розвитку КМ через читання і писання, інсерт, кластер, розумова картка, прийом Фішбоун, кубик запитань, ромашка питань, сінквейн, прийом «товсті» та «тонкі» питання, прийом «Шість капелюхів мислення», «Квітка лотоса», «Дерево передбачень (рішень)», створення проблемних ситуацій, кейсів, написання есе, прийом незакінченого речення, прийом нарощування знань та ін. [10-11]. Зупинимося на декількох методиках, які гармонійно використовувати із застосуванням сучасних ІТ.

Інсерт (вставка) – це маркування тексту на полях значками («V» – вже знав, «+» – нове, «->» – думав інакше, «?» – не зрозумів, є питання). У перекладі з англійської «insert» – інтерактивна система запису для ефективного читання та роздумів. Прийом здійснюється у кілька етапів та характеризується маркуванням тексту. Етапи цього прийому відповідають трьом стадіям: виклик, осмислення, рефлексія. Цей прийом застосовують переважно в роботі з науковопопулярними текстами з великою кількістю фактів та відомостей, текстами лабораторних робіт, коли робота насичена невідомими термінами, що зустрічаються вперше, від розуміння яких безпосередньо залежить усвідомлення сенсу роботи. У загальному, інсерт вважається простим у застосуванні та сприяє розвитку аналітичного мислення [5, 12].



Розумова карта 2. Методики формування критичного мислення.



«Товсті» та «тонкі» питання – рівень питань визначає рівень мислення. Так на стадії виклику задають переважно «тонкі» питання, відповідальні питання: Хто? Що? Коли? Може?. На стадії осмислення (знову «тонкі питання») акцентується увага студентів і фіксується розуміння предмета обговорення [5]. «Товсті питання» призначені для рефлексії, відповіді демонструють розуміння пройденого матеріалу.

«Квітка лотоса» – цей прийом передбачає пошук розв'язання проблеми обов'язково по восьми напрямках. Навіть якщо всі вісім способів не відображені в наданому для аналізу тексті, студенту необхідно запропонувати їх самому. Методика розвитку КМ «Квітка лотоса» взяла початок зі східного релігієзнавства (духовних практик) [9, 13]. Відомо, що лотос на Сході вважається магічною квіткою – споглядання якої наводить на роздуми, стимулює формування розширеного світогляду. У практичній педагогіці цей прийом є прикладом образного структурування матеріалу.

Усі розглянуті та запропоновані технології навчання допоможуть як викладачу, так і студенту у тісній взаємодії. Розвиток критичного мислення через призму застосування інформаційних технологій видається сучасним підходом до викладення навчального матеріалу [14-16].

Висновки. Завдяки перетворенню навчального матеріалу з дисципліни «патоморфологія» на форму ще більш наочного та зорового образу, застосування сучасних інформаційних технологій із гармонійним поєднанням з методологіями розвитку критичного мислення, викладацький склад закладу вищої освіти досягатиме висот у формуванні зрілого спеціаліста медичної галузі. Всі використані методології та засоби навчання сприятимуть мотивації фахівця в майбутньому та кмітливості в професійній сфері.

Перспективи подальших досліджень. Розглянуті технології формування критичного мислення такі як інсерт, «товсті» та «тонкі» питання і «Квітка лотоса». За допомогою таких технологій легко та гармонійно поєднувати використання інформаційних технологій у навчальному процесі. При вивченні дисципліни «патоморфологія» ці методичні прийоми в сукупності покращують навички синтезу та аналізу, допомагають студенту легше сприйняти великі обсяги інформації, систематизують знання, допомагають ефективніше та глибше засвоїти навчальний матеріал. Надалі планується вивчення інших технологій розвитку критичного мислення: технологія розвитку критичного мислення через читання і писання, кластер, прийом Фішбоун, кубик запитань, ромашка питань, сінквейн, прийом «Шість капелюхів мислення», «Квітка лотоса», «Дерево передбачень (рішень)».



References

1. Kucherenko N. Dystantsiine navchannia yak vyklyk suchasnoi universytets'koi osvity: filosofs'ko-pravovyi vymir [Remote study as a question of modern university education: philosophical and legal measurement]. Journal of Lviv Polytechnic National University. Series: Legal Sciences. 2018;906:34-40. (in Ukrainian)
2. Belousova L, Zhiteneva N. Vizualizatsiia navchal'noho materialu z vykorystanniam tekhnolohii skraibinh u profesiinii diial'nosti vchytelia [Visualization of learning material using technologies of skribing in teachers' professional activities]. Physical and Mathematical Education. 2016;1:39-47. (in Ukrainian)
3. Volkova NP. Interaktyvni tekhnolohii navchannia u vyschii shkoli [Interactive learning technologies in higher education]. Dnipro; 2018. 360 p. (in Ukrainian)
4. Adonin S, Kuriacha N. Suchasni metody vykladannia z vykorystanniam informatsiinykh tekhnolohii [Modern teaching methods with the use of information technologies]. Efektyvna ekonomika [Internet]. 2021[tsytovano 2022 Hru 18];4. Dostupno: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2021/87.pdf doi: [10.32702/2307-2105-2021.4.85](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.4.85) (in Ukrainian)
5. Marshall TA, Marchini L, Cowen H, Hartshorn JE, Holloway JA, Straub-Morarend CL, et al. Critical Thinking Theory to Practice: Using the Expert's Thought Process as Guide for Learning and Assessment. J Dent Educ. 2017;81(8):978-85. doi: [10.21815/jde.017.045](https://doi.org/10.21815/jde.017.045)
6. Buinyts'ka OP. Informatsiini tekhnolohii ta tekhnichni zasoby navchannia [Information technologies and technical means of education]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury; 2012. 240 p. (in Ukrainian)
7. Łopińska M, Gielecki JS, Żurada A. Flipped spotters learning model: An innovative student activity-based strategy. A preparation tool for anatomy practical examinations in medical education. Anat Sci Educ. 2022;15(5):886-97. doi: [10.1002/ase.2132](https://doi.org/10.1002/ase.2132)
8. Paul A, Leung D, Salas RME, Cruz TE, Abras C, Saylor D, et al. Comparative effectiveness study of flipped classroom versus online-only instruction of clinical reasoning for medical students. Med Educ Online [Internet]. 2023[cited 2022 Dec 11];28(1):2142358. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9645276/pdf/ZMEO_28_2142358.pdf doi: [10.1080/10872981.2022.2142358](https://doi.org/10.1080/10872981.2022.2142358)
9. Holloway JA Johnsen, DC, Syrbu J. Student performance comparisons for a critical thinking skill set (technology decision-making) for classroom and remote (Zoom) facilitation. J Dent Educ. 2021;85(3):379-82. doi: [10.1002/jdd.12443](https://doi.org/10.1002/jdd.12443)
10. Hurevych R, Kademiya M. Suchasni interaktyvni tekhnolohii navchannia studentiv [Modern interactive technology learning of students]. Teoriia i praktyka upravlinnia sotsial'nymy systemamy: filosofii, psykhologii, pedahohika, sotsiologii. 2014;4:99-104. (in Ukrainian)
11. Yashchenko E, Levandovska I. Dystantsiina osvita v osvitnii diial'nosti vyschoi shkoly: vyklyky chasu [Distance Education in a High School Educational Activity: Challenges of Time]. Humanitarian Studies: History and Pedagogy. 2021;1:124-34. (in Ukrainian)
12. Singh K, Bharatha A, Sa B, Adams OP, Majumder MAA. Teaching anatomy using an active and engaging learning strategy. BMC Med Educ [Internet]. 2019[cited 2022 Dec 17];19(1):149. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6524257/pdf/12909_2019_Article_1590.pdf doi: [10.1186/s12909-019-1590-2](https://doi.org/10.1186/s12909-019-1590-2)



13. Lisetska IS. Dystantsiina forma navchannia studentiv-medykiv yak vyklyk s'ohodennia [Distance form of learning medical students as a challenge of today]. Modern Pediatrics. Ukraine. 2020;7:81-6. doi: [10.15574/SP.2020.111.81](https://doi.org/10.15574/SP.2020.111.81) (in Ukrainian)
14. Mala I. Dystantsiine navchannia yak diievyi instrument upravlins'koi osvity [Distance learning as an effective tool of management education]. Scientific Notes of «KROK» University. 2022;2:132-51. doi: [10.31732/2663-2209-2022-66-132-151](https://doi.org/10.31732/2663-2209-2022-66-132-151) (in Ukrainian)
15. Vasan NS, DeFouw DO, Compton S. Team-based learning in anatomy: an efficient, effective, and economical strategy. Anat Sci Educ. 2011;4(6):333-9. doi: [10.1002/ase.257](https://doi.org/10.1002/ase.257)
16. Shojaei A, Feili A, Kojuri J, Norafshan A, Bazrafkan L. The blacksmith approach: a strategy for teaching and learning in the medical anatomy course (a qualitative study). BMC Med Educ [Internet]. 2022[cited 2022 Dec 17];22(1):728. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9584281/pdf/12909_2022_Article_3800.pdf doi: [10.1186/s12909-022-03800-1](https://doi.org/10.1186/s12909-022-03800-1)

THE EFFECT OF STUDENTS' SCIENTIFIC ACTIVITY ON THE LEARNING OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

Dudko O.G.

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

dudko.oleksii@bsmu.edu.ua

The Module “Traumatology and orthopedics” provides students with theoretical and practical skills according to the approved educational program. Students’ scientific activity is an additional option and just few students are usually involved. Students that have the highest scores on all subjects are welcome. It is accounted for overall student's rating, but the main benefit is additional knowledge that a student can receive during scientific activity.

We tried to assess the positive effect of additional scientific activity on the students’ education by analyzing their scores before and after they had been involved in it. During last 10 years there were 17 students (11 foreign and 6 Ukrainian) on the Traumatology and Orthopedics department that prepared 21 publications (8 articles and 13 reports on scientific conferences with abstracts publication). There were 4 classes held before the time-point when students started their scientific activity and 4 classes after. The average everyday activity score of those two periods were compared.

The average students’ score for the first 4 classes according to 5 point system was 4,58 and for the last 4 classes it was 4,83. That indicates the positive effect of scientific activity on the student



educations on Traumatology and Orthopedics, as students were making the research on the topics that they studied on the classes, but on the more deep level. Students were analyzing scientific papers on the subject of their research, and they saw the practical application of their theoretical knowledge that had helped to develop a clinically oriented way of thinking and inspired on further studying.

Conclusion. The control of student's knowledge during classes showed that adding scientific activity additionally to the approved educational program is boosting educational process for medical students. On the other hand, such activity requires more time and efforts, so it can't be used for students with low learning motivation.

ПРОБЛЕМА АДАПТАЦІЇ СТУДЕНТІВ-ПЕРШОКУРСНИКІВ МЕДИЧНИХ ЗВО ДО УЧАСТІ У ДОСЛІДЖЕННЯХ НАУКОВО-ПРИРОДНИЧОГО ТА ПЕДАГОГІЧНОГО НАПРЯМКІВ

Єгоренков А.І., Новікова І.М.

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

aktaikiev1@gnail.com; novikova67irina@gmail.com

Актуальність. Вимоги суспільства, сучасної медицини та воєнного часу ставлять завдання якісної та швидкої підготовки лікарів спроможних самостійно розв'язувати різноманітні складні фахові проблеми та ситуації, якісно здійснювати діагностику та проводити лікування складних випадків різноманітних захворювань, оцінювати ефективність лікування та здійснювати прогнозування. Важливим етапом такої підготовки є залучення студентів до наукової роботи, що має відображення у національній рамці (framework) кваліфікацій (НРК), відповідних документах медичних ЗВО: «Положення про студентський науковий гурток...», «Положення про організацію освітнього процесу...». Але студент-першокурсник ще не спроможний здійснювати таку діяльність одразу на високому науковому рівні, оскільки не має досвіду науково-дослідної роботи, не володіє відповідними знаннями методології та методики проведення наукових досліджень, його потрібно до цього поступово готувати. Тому виникає проблема адаптації студентів перших курсів до участі у дослідженнях та необхідність поступової, покрокової підготовки до здійснення досліджень через формування елементів науково-дослідної роботи як в аудиторній, так і позааудиторний час. Багато можливостей для проведення такої адаптації дає матеріал курсу медичної та біологічної фізики внаслідок: міждисциплінарності, зв'язку фундаментальних процесів із



завданнями практичної медицини, обґрунтуванням принципів роботи медичного обладнання, зв'язку методологічних принципів з основами клінічного мислення та доказової медицини.

Мета роботи. Проаналізувати шляхи розв'язку проблеми адаптації студентів майбутніх лікарів перших курсів до участі у дослідженнях науково природничого та педагогічного напрямків. Створити єдину дидактичну систему адаптації в рамках поєднання вивчення студентами основного природничого курсу, вибіркових дисциплін та виконання індивідуальних факультативних та наукових проєктів під керівництвом викладачів відповідної кафедри.

Завдання дослідження:

1. Виявлення факторів впливу на адаптацію студентів-першокурсників до участі у дослідженнях науково-природничого та педагогічного напрямків.
2. Розробка педагогічних умов адаптації студентів-першокурсників – майбутніх лікарів до участі у дослідженнях.
3. Розробка багаторівневої моделі адаптації студентів-першокурсників до участі у наукових дослідженнях.

Матеріали і методи. Використаний проблемно-орієнтований аналіз інформаційних джерел. Застосовані теоретичні та емпіричні методи наукових педагогічних досліджень (спостереження, соціологічне опитування та елементи статистичного аналізу).

Результати дослідження. У дослідженні проведений теоретичний аналіз проблеми адаптації студентів перших курсів закладів вищої медичної освіти до здійснення науково-дослідної роботи на кафедрах науково-природничого напрямку. Уточнено сутність базових понять дослідження; визначено структурні компоненти, критерії оцінювання, показники, етапи та рівні адаптації студентів-першокурсників до процесу дослідної діяльності. Розроблено та обґрунтовано багаторівнева модель та педагогічні умови адаптації студентів-першокурсників до участі у дослідженнях. Визначені особливості науково-педагогічної роботи викладачів зі студентами перших курсів на різних етапах формування елементів дослідницької діяльності. Проведений педагогічний експеримент засвідчив, що розв'язання проблеми адаптації студентів до досліджень, можливо через аудиторну та поза аудиторну роботу, здійснення психолого-педагогічного супроводу. Створено та систематизовано різномірівнева база даних студентських робіт та відеосупровід, що може бути використано під час практичних онлайн та офлайн занять і в позааудиторній самостійній роботі.

Проведене соціологічне опитування студентів-першокурсників та викладачів показало:

- 1) позитивне ставлення студентів до участі у дослідженнях, їх зацікавленість у різних формах та елементах науково-дослідної роботи;



2) необхідність активізації викладачів до науково-педагогічної роботи зі студентами та внесення змін в оцінювання студентських індивідуальних робіт під час викладання основного курсу.

Висновок: Проведене науково-педагогічне дослідження довело, що розв'язання проблеми адаптації студентів-першокурсників до участі у дослідженнях науково-природничого та педагогічних напрямків пов'язане з проблемою формування лікарів вищого рівня – лікарів-дослідників, спроможних знаходити рішення складних професійних проблем через володіння дослідницькими вміннями в різних клінічних ситуаціях. Це можливо завдяки інтеграції різних форм, методів, технологій при створенні відповідних педагогічних умов як в аудиторній, так і позааудиторній час, у тому числі засобами факультативу та наукового гуртка, при застосуванні розробленої багаторівневої моделі адаптації студентів-першокурсників до участі у дослідженнях. Результати досліджень науково-природничого та педагогічного напрямків студентів-першокурсників представлені на наукових конференціях різного рівня та свідчать про позивне розв'язання проблеми.

СИСТЕМНА ГАРМОНІЗАЦІЯ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН, ОРІЄНТОВАНИХ НА ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ МЕДИЧНОЇ АПАРАТУРИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

Єгоренков А.І., Стучинська Н.В.

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

altaikiev1@gmail.com

Сучасні підходи до організації навчального процесу в закладах вищої освіти (ЗВО) спрямовані на формування у студентів загальних та професійних компетентностей, що відповідають кваліфікаційним вимогам. Такі підходи реалізуються значною мірою через розширення можливостей побудови студентом індивідуальної траєкторії свого навчання [1]. Кожний заклад освіти пропонує студентам набір дисциплін вільного вибору (вибіркових дисциплін/елективних курсів). У вибіркових навчальних дисциплін природничого спрямування є свої особливості й з точки зору змісту і з точки зору організації проведення. Розглянемо деякі проблемні питання організації освітнього процесу на прикладі досвіду викладання циклу вибіркових дисциплін, орієнтованих на вивчення фізичних основ діагностичної та лікувальної апаратури. Такі дисципліни є вибірковими для студентів



практично усіх спеціальностей галузі 22 «Охорона здоров'я» у вищих медичних закладах освіти та пропонуються для студентів першого курсу.

Мета дослідження: аналіз організаційних умов та чинників системної гармонізації дисциплін за вибором у системі вищої медичної освіти [2]. **Об'єктом дослідження** є організація навчального процесу з вибіркового дисциплін, орієнтованих на вивчення фізичних основ та принципів роботи діагностичної та лікувальної медичної апаратури. **Завдання дослідження:** а) виявлення чинників впливу на мотивацію студентів під час вільного вибору дисципліни з фізичних основ медичної апаратури, б) оптимізація розподілу «обов'язків»/«повноважень» учасників освітнього процесу з метою формування компетентного і конкурентоспроможного фахівця, в) виявлення факторів «ризиків» в аспекті змісту, методів і форм організації навчальних занять. **Методи дослідження:** аналіз наукових джерел з проблеми дослідження, спілкування у фокус-групах, до яких входять студенти, лікарі та фахівці профільних кафедр, анкетування та аналіз есе студентів [3]. **Результати дослідження:** за результатами нашого дослідження встановлено, що:

1) вибіркові дисципліни, орієнтовані на вивчення фізичних основ медичної апаратури, мають свою методичну та організаційну специфіку: різноплановість тем занять, високий рівень спеціалізації тем занять, необхідність забезпечення сучасною медичною апаратурою для проведення практичних занять тощо [4]; 2) вибіркові дисципліни з медичної апаратури мають істотні відмінності залежно від спеціальності тому важливим є глибоке «занурення» викладачів у проблему медичної апаратури конкретного фахового напрямку; 3) домінуючим мотиваційним чинником для студентів, що здійснюють вільний вибір у нашому випадку є можливість не стільки теоретичного вивчення фізичних основ роботи медичної апаратури, а насамперед можливість практичного (в контакт з медичними приладами) вивчення таких основ; 4) до дисципліни за вибором залучаються студенти, які тільки вивчають цикл природничих дисциплін і не мають достатнього підґрунтя для опанування складними теоретичними знаннями з фізичних основ роботи медичної апаратури; 5) студентська група не є постійною академічною групою, а лише тимчасово створюється на час вивчення дисципліни й у студентів часто відсутні стабільні соціально-комунікативні зв'язки між собою.

Висновки. На даному етапі нашого дослідження можемо зробити такі попередні висновки: 1) для розвитку і вдосконалення вибіркового дисциплін, орієнтованих на вивчення фізичних основ медичної апаратури для різних спеціальностей потрібна подальша кропітка робота з апробації та адаптації змісту кожної теми; 2) до такої роботи доцільно насамперед залучати авторів методичних розробок занять та лекцій, колег-фахівців з різних напрямків використання медичної апаратури; 3) зміст занять вибіркової дисципліни має системно оновлюватися та насичуватись новими навчальними засобами, інформаційними додатками



(постерами, відео-додатками, інформаційними матеріалами, програмами VR - віртуальної реальності тощо); 4) для проведення практичних занять потрібна постійна та системна комунікація з відповідними деканатами та профільними кафедрами, де наявна сучасна медична апаратура відповідного напрямку; 5) доцільним може стати призначення окремих відповідальних осіб для кожної спеціальності («Стоматологія», «Педіатрія», «Медицина», тощо); 6) системна гармонізація освітнього процесу з вибіркової дисципліни передбачає створення спеціального регламенту з оцінювання навчальних досягнень студентів та регламенту роботи викладачів кафедри/ відповідальних осіб, що залучаються до викладання дисципліни за вибором.

Список використаних джерел

1. Закон України про вищу освіту [Електроний ресурс]– режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>
2. Нові формати викладання вибіркокових дисциплін [Електроний ресурс] – режим доступу: <https://nmuofficial.com/news/v-universyteti-zastosovuyut-novi-navchalni-formaty-dlya-vybirkovyh-dystsyplin/>
3. Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України-К.: Юрінком Інтер, 2008.- 1040 с. 4. Технічний регламент щодо медичних виробів [Електроний ресурс] – режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/753-2013-%D0%BF#n11>

PROCESSING OF PRACTICAL SKILLS DURING CLASSES WITH STUDENTS OF THE FACULTY OF MEDICINE

Karatieieva S. Yu.

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

karatsveta@gmail.com

It is known, the main task of higher education is to preserve and ensure the required quality professional training and finding mechanisms to improve its level. Feature of training is what you need to a new level in terms of modular training system to make the formation of professional and competent professionals with diverse functional responsibilities.

Application at workshops along with testing students discuss clinical issues of proof, argumentation own views, discussions with the teacher, working and learning practical skills greatly improve the assimilation of thematic material.

Actually the textbooks and tutorials for students, even the most up-to-date ones, cannot form practical skills for future professionals in clinical subjects.



Thus, the true concept of the term "group" and "teacher" is revealed, without dividing the team of students into those who want to learn or who can be taught, and those who do not want to learn, but want to give everyone the best knowledge.

There is also an improvement of thematic study rooms, equipping them with modern equipment, better provision of classes for thematic patients, effective use of the material and technical base of the department, especially in the clinic.

With such a system of organizing the educational process, the teacher has a real opportunity to discuss in detail with the students the most important issues of the topic, which takes the form of a free discussion, which actively involves all students attending the class.

Written and computer-controlled knowledge, summaries of skills and competencies, after the analysis, showed that the students had mastered the theoretical material and sufficiently mastered the practical skills. They have sufficient knowledge of current methods of research, clinical symptoms, differential analysis and treatment, methods of prevention of various complications.

The students regularly conducted trainings on the test control of knowledge, improved the content of the test tasks, actively used the bases of test situational tasks on the site of distance learning "MOODLE".

One of the most important and effective innovations is the introduction of computer technologies, distance learning, which significantly expands the range of student preparation, introduces novelty, allows the creation of an information environment through photos and videos, and is a significant factor in enhancing the educational.

So, introduction of innovative technologies makes the practice session more accessible and interesting, activates educational and cognitive activity. Also, the introduction of innovative interactive technologies into the educational process helps to improve the quality of mastering practical skills and professional skills. Adherence to traditional practices and the application of innovative modern techniques for practical training greatly improves the results of the educational process of future physicians.



ПСИХОЛОГІЧНА ПІДТРИМКА СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ПРОВЕДЕННЯ ІСПИТУ У ФОРМАТІ ОСКІ

Кравченко О.В.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

kravchenko.olena@bsmu.edu.ua

Зміна формату іспиту – це певний стрес для студента, який не може не впливати на результати атестації. ОСКІ, з одного боку - більш об'єктивний, структурований іспит, з іншого - він відрізняється від традиційної заключної атестації тим, що: відсутнє спілкування студента і викладача; обмежений час здачі іспиту; відсутній час на підготовку; одночасно студент складає 6-7 предметів; спілкується на станціях не з хворими, а зі стандартизованими пацієнтами, які можуть бути по різному підготовлені; ведеться відео - та аудіозапис тощо.

Все вище означене вказує на необхідність адаптації студентів та впровадження психологічної підготовки, варіанти якої розробляються в багатьох закладах вищої освіти країни. У випускників завдяки психологічній підготовці має знизитись рівень страху, тривоги, невпевненості у своїх силах, сформуватися стійкість, витривалість, підвищення рівня ресурсів самоуправління та самоефективності. Активно в систему підготовки впроваджуються програми психогімнастичного тренінгу «Настрій», «Мобілізація», «Анти-стрес», «Управління часом» тощо.

Одним із напрямків психологічної підтримки та супроводу під час атестації є визначення й оцінка стресу серед студентів як до початку, так і після проведення іспиту. Анкета включає питання для дослідження у випускників: страху перед іспитом; ставлення до новизни; швидкості прийняття інноваційного ресурсу та рівня його використання; самоуправління.

Тренінговий ОСКІ також дає можливість студентам ознайомитись зі структурою іспиту, порядком його проведення, що позитивно впливає на такі стресові показники, як тривожність, необізнаність тощо.

Досвід вказує, також, на необхідність введення станції «відпочинок», на якій студент може заспокоїтись, зосередитись на наступних станціях. На нашу думку, елементи формату ОСКІ мають бути впроваджені й в навчальний процес протягом року, наприклад, у методику проведення підсумкового модульного контролю тощо.



Таким чином, психологічна підтримка студентів на етапі реформування освітнього процесу є вкрай необхідною. Вона дозволяє проаналізувати та переформатувати рівень самоефективності особистості завдяки збільшенню стійкості підвищення відчуття власної злагоженості й автентичності в цілому.

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ СФЕР РАМКИ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРАЦІВНИКА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ У ПАРАДИГМУ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

Кривенко І.П., К.О. Чалий

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

kirchal@univ.kiev.ua

Цифрова трансформація природньо спричиняє значний вплив на парадигму медичної освіти. Парадигма медичної освіти визначає основні принципи, цінності, методи і підходи, які використовуються в медичній освіті. Зміна парадигми медичної освіти може і має відбуватися відповідно до змін у суспільстві, та повинна адекватно та вчасно враховувати нові вимоги епохи цифрових трансформацій. Це сприятиме покращенню підготовки медичних фахівців і забезпеченню відповідності їхніх знань та навичок потребам сучасної медицини.

У лютому 2024 р. МОЗ України презентувало Рамку цифрової компетентності (ЦК) працівника охорони здоров'я, яка слугує інструментом покращення та модернізації якості медичної освіти України [1]. Рамка ЦК є важливим орієнтиром для впровадження освітніх ініціатив, спрямованих на підвищення рівня цифрової грамотності та практичного використання цифрових технологій в охороні здоров'я. Система знань і вмінь представлена у Рамці ЦК п'ятьма Сферами, зокрема: 1) загальна цифрова грамотність; 2) дані електронної системи охорони здоров'я (ЕСОЗ) та інших інформаційних систем; 3) цифрова комунікація, взаємодія та співпраця у цифровому середовищі; 4) цифрові інструменти, пристрої та застосунки у сфері охорони здоров'я; 5) цифрова трансформація в охороні здоров'я. До основних напрямів імплементації концепції Сфер Рамки ЦК у медичну освіту належить: (1) створення спеціалізованих Рамок ЦК для різних професійних груп працівників охорони здоров'я; (2) створення та модернізація навчальних програм, тренінгів, освітніх ресурсів, спрямованих на підвищення рівня володіння ЦК; (3) розвиток матеріально-технічної бази



закладів освіти; (4) планування освітніх та соціальних ініціатив з метою покращення стану цифрової грамотності; (5) розробка навчальних курсів для підготовки науково-педагогічних працівників (НПП) з цифрових технологій; (6) створення механізму регулярного оновлення змісту навчальних програм [1].

Для імплементації концепції Сфер Рамки ЦК важливе значення має оновлення існуючих навчальних програм та створення нових сучасних програм для забезпечення наскрізної системи формування ЦК. Для цього важливо включити нові релевантні та значущі теми, зокрема: (1) кібербезпека, кібергігієна, захист даних, поняття про електронний цифровий підпис; (2) медичні інформаційні системи (МІС) як складова ЕСОЗ, робота з електронними медичними записами в МІС, особливості створення е-рецепта, е-направлення тощо; (3) телемедицина, способи і системи віддаленого консультування та дистанційного нагляду за станом здоров'я пацієнта; (4) мобільні цифрові засоби і застосунки у медицині; (5) віртуальна та доповнена реальність у медичній візуалізації; (6) системи підтримки прийняття клінічних рішень на основі інтелектуального аналізу клінічних досліджень; (7) штучний інтелект у медицині, чат-боти з підтримкою штучного інтелекту для організації робочого процесу лікаря; (8) науково-дослідна робота з використанням новітніх цифрових технологій.

Важливе значення має методичне забезпечення для оновлених навчальних програм, а також готовність НПП до імплементації Сфер Рамки ЦК на різних етапах медичної освіти. Належні умови для формування ЦК передбачають створення і впровадження цифрової навчальної екосистеми, що включає як традиційні засоби навчання, так і інноваційні, до яких належить відео-контент, симуляційні технології для формування практичних навичок, робота з МІС. Перспективним також є використання навчальних платформ з підтримкою штучного інтелекту та застосування цифрових помічників зі штучним інтелектом для керування навчанням та підтримки індивідуальних освітніх траєкторій. Гармонійне поєднання традиційних та інноваційних методик викладання сприятиме синергетичному ефекту та створенню сприятливого навчального середовища. Особливе значення має контроль знань, який має бути стандартизованим і обов'язковим.

Цифрові трансформації революціонізують підходи до навчання в медичній сфері та суттєво змінюють окремі аспекти парадигми медичної освіти, забезпечуючи студентам нові можливості для отримання знань та підготовки до майбутньої медичної практики. Для закладів вищої медичної освіти важливо проводити аудит та модернізацію власних навчальних програм



з розвитку ЦК на предмет відповідності до вимог Рамки та сучасного рівня розвитку цифрових технологій. Це забезпечить належну професійну підготовку фахівців охорони здоров'я, здатних працювати у високотехнологічному середовищі сучасної охорони здоров'я та ефективно використовувати цифрові технології для надання медичної допомоги пацієнтам.

І. Кривенко та К. Чалий вдячні за підтримку у підготовці даної тези доповіді проєкту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID) «Підтримка реформи охорони здоров'я» у межах виконання грантової програми з розвитку цифрових компетентностей працівників охорони здоров'я та здобувачів медичної та фармацевтичної освіти.

Список використаних джерел

1. [Рамка цифрової компетентності працівника охорони здоров'я України. Версія 1.0.pdf \(moz.gov.ua\).](#)

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНСТРУМЕНТІВ MICROSOFT OFFICE ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В КУРСІ «МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА»

Криштопа А.О., Андрійчук М.Д.

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

alla335578@gmail.com, amarid1957@gmail.com

Прогнозування медико-біологічних процесів відіграє важливу роль у сучасній медицині, допомагаючи лікарям приймати обґрунтовані рішення, планувати лікування та запобігати захворюванням.

Microsoft Excel є потужним інструментом для аналізу та обробки медичних даних. Студенти можуть використовувати функції Excel для створення складних моделей прогнозування.

На практиці часто доводиться зустрічатися із задачею апроксимації, яка є процесом підбору емпіричної формули $\phi(x)$ для встановленої з досвіду функціональної залежності $y=f(x)$. Розглянемо задачу функціональної апроксимації для випадку однієї незалежної змінної. Вирішимо завдання в два етапи. Спочатку встановимо вид залежності $y = f(x)$, тобто емпіричну формулу. А потім визначимо значення невідомих параметрів, використовуючи обрану емпіричну формулу.



Для вирішення такої задачі в електронних таблицях Microsoft Office необхідно побудувати діаграму для експериментальних даних, а потім додати лінію тренду (з апроксимуючою функцією та коефіцієнтом вірогідності апроксимації, який покаже точність прогнозу та допоможе обрати апроксимуючу функцію, для якої наближення до заданої функції є найкращим).

В таблиці наведені дані кількості сертифікованих лікарських засобів, які мали попит у місті N з 2018 по 2023 р.р. Дані наведені в таблиці 1. Спрогнозувати кількість попиту на 2024 та 2025 роки.

Таблиця 1. Кількість сертифікованих лікарських засобів

Рік	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Кількість лікарських засобів, тис	735	877	960	1068	1195	1150

За введеними даними будемо діаграму. Оскільки, зміна кількості лікарських засобів подано за однакові проміжки часу – вибираємо *Лінійчатую діаграму з маркерами* та апроксимуємо отриману криву поліноміальною функцією другого порядку (рис. 1), оскільки крива досить гладка і не дуже відрізняється від прямої лінії, а також логарифмічною функцією (рис. 2).

Як видно з рисунка 1, рівняння поліноміальної апроксимуючої функції має вигляд $y = -13,554x^2 + 184,5x + 557,3$. При цьому точність апроксимації досить висока $R^2 = 0,9696$.

Проаналізувавши рисунок 2, стверджуємо, що рівняння логарифмічної апроксимуючої кривої поступається в точності апроксимації поліноміальної кривої. При порівнянні R^2 маємо: $0,9696 < 0,9532$. Тому, за відсутності будь-яких теоретичних міркувань, можна вважати, що найкращою апроксимацією є апроксимація поліноміальною функцією другого ступеня (з двох розглянутих варіантів).

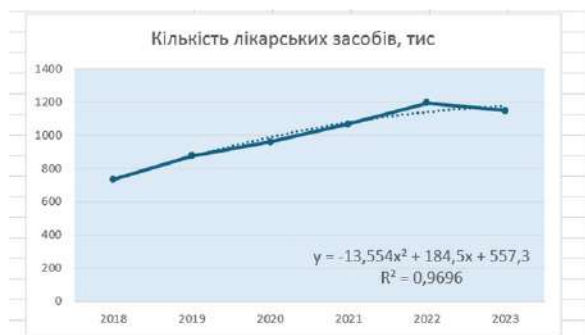


Рис. 1. Експериментальні дані, апроксимовані поліноміальною кривою

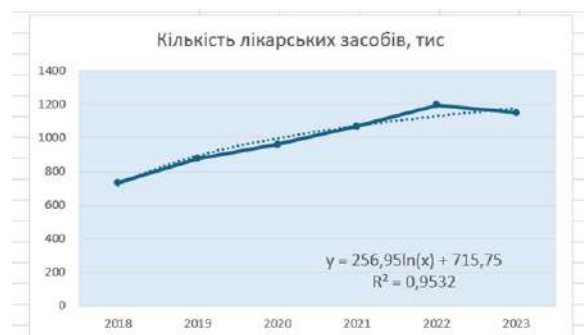


Рис. 2. Експериментальні дані, апроксимовані логарифмічною кривою



Обираємо рівняння поліноміальної апроксимуючої функції та робимо прогноз на 2024 та 2025 роки (рис. 3).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a formula bar containing the polynomial regression equation: $=-12,839 \cdot N3^2 + 181,79 \cdot N3 + 449,3$. The table below shows the data used for the regression and the predicted values for the years 2024 and 2025.

Рік	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Кількість лікарських засобів, тис	625	767	850	958	1095	1050	1093	1082
Період	1	2	3	4	5	6	7	8

Рис. 3. Результат введення формули поліноміальної апроксимуючої функції

Аналізуючи отриманий результат, бачимо, що попит лікарських засобів у 2024 р. зростає до 1093 тис, а в 2025 р. спадає до 1082 тис. Апроксимація даних з використанням інструментів Microsoft Office дає можливість ефективно аналізувати дані, створювати моделі для прогнозування та представляти результати у зручному форматі. Це дозволяє студентам швидко опанувати необхідні навички та застосувати їх на практиці.

Список використаних джерел

1. Мінцер О.П., Вороненко Ю.В., Власов В.В. Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині: навч. посібник. – К.: Вища школа, 2003. – 350 с.
2. Володарський С.Т., Кошева Л.О. Статистична обробка даних: навч. посібник. – К.: НАУ, 2008. – 308 с.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ В КУРСІ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФАРМАЦІЇ» ЗА ДОПОМОГОЮ ІНСТРУМЕНТІВ MICROSOFT OFFICE

Криштопа А.О.

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

alla335578@gmail.com

Використання інструментів Microsoft Excel в контексті курсу «Інформаційні технології у фармації» може бути цікавим та ефективним підходом для студентів та фахівців фармацевтичної галузі.

Дуже часто на практиці доводиться зустрічатися з логічними задачами різного виду, у тому числі щодо призначенням препаратів залежно від різноманітних параметрів. Розглянемо, наприклад, задачу призначення дозування та кратності прийому лікарського препарату залежно від віку та ваги пацієнта згідно умови Таб. 1.

Таблиця 1. Призначення дозування та кратності прийому

Вік	Вага		
	<20 кг	20-40 кг	>40 кг
< 7 р.	Не призн		
7-14 р.	1 таб. 1 р/д	1 таб. 3 р/д	1 таб. 4 р/д
>14 р.	1 таб. 2 р/д	2 таб. 2 р/д	

Для рішення задачі скористуємось інструментами Microsoft Excel. А саме функцією IF, яка порівнює числові та текстові значення за певними критеріями та допомагає отримати результат, залежно від того, істинне порівняння чи ні.

Враховуючи всі умови завдання, за допомогою логічної функції IF робимо призначення. Отримуємо результат Рис. 1.

D2 : fx =IF(B2<7;"Не призначається"; IF(B2<14;IF(C2<20;"1 таб. 1 р/д"; IF(C2<40;"1 таб. 3 р/д";"1 таб. 4 р/д")); IF(C2<20;"1 таб. 2 р/д";"2 таб. 2 р/д"))))

	A	B	C	D	E	F
	ПШБ	Вік, роки	Вага, кг	Дозування та кратність прийому		
1						
2	Пацієнт 1	2	10	Не призначається		
3	Пацієнт 2	8	16	1 таб. 1 р/д		
4	Пацієнт 3	11	21	1 таб. 3 р/д		
5	Пацієнт 4	15	35	2 таб. 2 р/д		
6	Пацієнт 5	22	54	2 таб. 2 р/д		

Рисунок 1. Результат використання логічної функції IF.

Як бачимо з Рис. 1, при зміні параметрів пацієнтів результат змінюється автоматично.

Використання інструментів Microsoft Office для задачі призначення дозування та кратності прийому лікарського препарату залежно від віку та ваги пацієнта дозволяє студентам та фахівцям швидко робити призначення, ефективно використовуючи свій час, врахувавши дані пацієнта.

Ці інструменти є ефективним підходом до навчання студентів фармацевтичного факультету. Вони надають можливість для комплексного аналізу даних, їх візуалізації та створення призначень залежно від різних параметрів, що допомагає студентам отримати важливі навички для майбутньої практики.

Список використаних джерел



1. Мінцер О.П., Вороненко Ю.В., Власов В.В. Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині: навч. посібник. – К.: Вища школа, 2003. – 350 с.
2. Володарський С.Т., Кошева Л.О. Статистична обробка даних: навч. посібник. – К.: НАУ, 2008. – 308 с.

ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ВИВЧЕННІ БІОФІЗИКИ В КОНТЕКСТІ ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНОСТІ

Кузьменко О.С.

Донецький державний університет внутрішніх справ, м. Кропивницький

Національний центр «Мала академія наук України», м. Київ

Kuzimenko12@gmail.com

Розробка засобів STEM-навчання забезпечує удосконалення методики навчання біофізики в умовах цифровізації освіти, що передбачає використання робототехнічних комплектів, STEM-комплектів (STEM Module: Biosphere, STEM Module: Air Bag), цифрових лабораторій (COBRA-3, COBRA-4), елементів доповненої реальності тощо. Наявність STEM-технологій розв'язують низку методичних завдань; застосування і запровадження в освітньому процесі з біофізики цікавих і важливих наукових досягнень, а також посилення тих аспектів, котрі стимулюють та активізують самостійну пізнавально-пошукову діяльність кожного здобувача вищої освіти під час вивчення біофізики в медичних закладах вищої освіти (далі – ЗВО).

Вибір доцільних технологій навчання, а саме STEM-технологій, залежить від фахової реалізації та ефективності дидактичного процесу в навчанні біофізики. Технологічний підхід передбачає деяку технологічність форм і методів навчання біофізики з точки зору її структури, а також конструювання і практичне застосування даних елементів на заняттях з біофізики на основі STEM-технологій. Проектування освітнього процесу на основі STEM-технологій у контексті трансдисциплінарності розглядає формулювання завдань, що розглядаються у процесі навчання біофізики та професійно орієнтованих дисциплін.

STEM-технології є компонентом освітніх технологій, що характеризують загальну стратегію розвитку освіти та освітнього середовища. Таким чином, методика навчання біофізики з урахуванням STEM-технологій навчання передбачає:

– на різних етапах формування знань з біофізики передбачати зростання рівня самостійної пізнавально-пошукової діяльності здобувачів освіти, для забезпечення якої



можуть виступати створювані комплекти STEM-обладнання, де всі елементи та складові узгоджені між собою, відповідають ергономічним вимогам, дозволяють отримати найкращі результати та досягти відповідного рівня в медичній освіті;

- розроблення засобів навчання біофізики багатофункційного призначення, яке має бути спрямоване на реалізацію внутрішньопредметних і міжпредметних зв'язків та інтеграцію змісту дисциплін медичного циклу в контексті розвитку STEM-освіти;

- створення освітньо-наукового інноваційного STEM-середовища, яке повинно бути ефективним для діяльності викладача і роботи здобувача освіти в процесі навчання біофізики з відповідним методичним забезпеченням на основі STEM-технологій;

- засоби навчання біофізики в умовах STEM-навчання мають слугувати активізації самостійної пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти та бути спрямованими на постійний розвиток самостійності студентів в освітньому процесі;

- врахування особливостей організації самостійної роботи та специфіку виконання досліджень з біофізики;

- комплекти STEM-обладнання з біофізики мають бути розраховані на самостійну роботу студентів, потребу у формуванні умінь налагоджувати експериментальне обладнання, самостійно експериментувати, виконувати різні вимірювання й розрахунки, оцінювати явища, а також узагальнювати одержані результати.

Отже, важливим є пошук і обґрунтування нових методів навчальної діяльності студентів з використанням засобів нового покоління STEM; визначення на базі комп'ютерної техніки та нових ІКТ STEM-компетентностей. Особливо цінною є розробка методичного забезпечення використання STEM-засобів навчання нового покоління у навчальній діяльності з біофізики.



УДК 37.015.3:159.922.7

ОСНОВНІ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ ВИКЛАДАЧА ПРИ ПІДГОТОВЦІ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

Махрова Є.Г.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

mahrova.jevgenija@bsmu.edu.ua

Анотація: У статті розглянуто основні психолого-педагогічні інструменти викладача природничих дисципліни при підготовці здобувача вищої медичної освіти. У сучасному освітньому середовищі велика увага приділяється ролі викладача в процесі навчання та підготовки майбутніх фахівців. Особливо важливою є ця проблематика в контексті вищої медичної освіти, де викладачі природничих дисциплін зіштовхуються з особливими вимогами до підготовки здобувачів.

Ключові слова: викладач; психологічні інструменти; педагогічні інструменти; студент; вища медична освіта.

В сьогоденні складні часи відбувається принципова перебудова й удосконалення організації процесу професійної підготовки студентів вищих навчальних закладів на користь тих форм навчання, які не тільки сприяють накопиченню предметних знань, а і формують уміння автономно застосовувати їх у ситуації багатозадачності. Створюючи передумови для розвитку такої тенденції, в майбутніх фахівців прокидається здатність до самостійного прийняття рішень, розв'язання нестандартних ситуацій, високої професійної мобільності.

Тому перед закладами освіти постає завдання змінити акценти в освітньому процесі, оновити методи та підходи до викладання різних дисциплін для підвищення рівня якості підготовки здобувачів до майбутньої професійної діяльності [1].

Метою статті є аналіз сучасних тенденцій у викладанні природничих дисциплін як одного із ключових компонентів освітнього процесу закладів фахової передвищої та вищої освіти.

Саме освіта зумовлює успішну соціалізацію особистості, економічний добробут та виступає запорукою розвитку суспільства і держави. Особистість є найвищою цінністю суспільства. Тому всебічний розвиток людини, котра здатна спрямовувати свою діяльність на користь інших, збагачення інтелектуального, економічного, творчого, культурного потенціалу українського народу виступає метою освіти [2].



На сьогоднішній день переважна більшість традиційних методів навчання є методами презентації матеріалу, причому головна роль у ньому належить викладачеві, а роль студента пасивна або другорядна. Ці методи представляють стару школу навчання, яка розглядала отримання знань як самоціль, на відміну від сучасних навчальних інструментів, які визнають необхідність здобуття знань, але не заради них самих, а як засоби для досягнення конкретної мети [3].

У світлі цієї старої традиційної школи викладачі використовували різні форми покарання, щоб мотивувати учнів шукати та зберігати інформацію, не звертаючи уваги на їхні потреби та інтереси.

Наразі перед вищою медичною освітою постає питання пошуку найбільш продуктивних методів і сумісних технологій навчання, виховання та лікування, створення нових парадигмальних підходів до навчальної та лікувальної діяльності впровадження ефективних видів управління освітнім процесом у медичному закладі й розгляду самого педагогічного процесу під новим кутом зору, що, насамперед, пов'язують із системним перетворенням реальних педагогічних систем у впровадженні в освітній простір.

Доведено, що сучасні педагогічні технології вимагають нових освітніх методів, нових підходів, нової технології процесу одержання знань [4].

Викладач в свою чергу повинен відхилятися від традиційних методик на користь інноваційних, постійно самовдосконалюватися, адаптуватися до способу мислення здобувачів освіти, розуміти й аналізувати його, щоб мати можливість моделювати індивідуальний підхід, орієнтований на студента [5].

Можна виділити декілька основних інноваційних інструментів для викладачів, які на сьогодні принесуть найбільшу користь при підготовці здобувачів вищої медичної освіти:

1) Використання штучного інтелекту зараз є життєво важливим методом наукової освіти як для викладачів, так і для студентів. Навчальні заклади можуть скористатися потужністю штучного інтелекту в науковій освіті, інтегруючи його з існуючими цифровими лабораторними середовищами. До прикладу, системи зі штучним інтелектом зможуть виконувати механічні завдання, такі як виставлення оцінок і статистичний моніторинг прогресу студентів, а викладачі зможуть витратити більше часу на взаємодію зі студентами, зосереджуючись на їхніх індивідуальних потребах під час навчального процесу.

2) Моделювання в науці – це створення фізичного, математичного або концептуального представлення реального явища в нашому житті, яке важко спостерігати



безпосередньо. Наукові моделі є одними з найбільш інноваційних методів навчання в багатьох галузях. Вони використовуються в міждисциплінарній науковій освіті, як-от молекулярна біологія, фізика, хімія та геологія, для пояснення та розуміння поведінки реальних систем і об'єктів у нашому житті. Наукове моделювання можна використовувати для візуалізації об'єкта чи системи, наприклад тривимірної моделі подвійної спіралі ДНК. Його також можна використовувати для опису абстрактного, явища або гіпотетичної поведінки.

3) Науково-освітні додатки – це цифрові додатки, призначені для покращення знань студентів у різних галузях науки. Ці програми пропонують студентам інтерактивний, прогресивний і цікавий досвід, що дозволить їм глибоко зрозуміти різні наукові концепції та протоколи. Науково-освітні програми часто використовують такі технології, як доповнена реальність, віртуальне моделювання, вікторини, інтерактивні уроки тощо, це робить навчання більш захоплюючим та покращує персоналізоване вивчення природничих наук. З іншого боку, програми для наукової освіти покращують опитування студентів, пошук додаткової інформації. Такі програми пропонують гнучкість отримання знань, персоналізований досвід навчання та можливість доступу до нього будь-коли та будь-де.

4) Гейміфікований підхід до навчання виводить даний процес за рамки рутинної роботи, дозволяє в найлегшій та наочній формі отримати знання. Ми можемо визначити гейміфікацію як процес адаптації мислення та механіки гри в неігрових контекстах з метою підвищення рівня залученості, покращення індивідуальних результатів навчання, допомоги у виконанні певних завдань і мотивації особистого розвитку. Основна мета використання гейміфікації в природничій освіті полягає в тому, щоб мотивувати та заохочувати студентів брати участь у навчальному процесі та, отже, покращувати їхні результати навчання [6].

5) Дієвим інструментом викладача є метод навчання через відкриття, так званий «discovery learning». Це один із сучасних методів, який наголошує на необхідності налаштувати студента працювати автономно із функцією самопошуку в процесі навчання та викладання, й саме він сам при цьому шукає знання та відкриває їх. Роль викладача полягає в тому, щоб заохочувати, направляти та розробляти відповідні ситуації. Завдяки цьому методу студенти відчувають себе енергійними та самовпевненими в процесі самостійного відкриття та здобутку інформації, генерації ідей та прийнятті рішень. Це, у свою чергу, породжує відчуття задоволення та бажання продовжувати вчитися й отримувати нові знання самостійно.

Метод навчання через відкриття у навчальному процесі суттєво відрізняється від традиційних методів, в яких роль студента проявляється через те, що він отримує інформацію



від викладача, але при цьому не є активним учасником процесу, або ж його участь обмежується формами, такими як відповіді на запитання викладача, вирішення сформульованої та поставленої викладачем задачі, на яку потрібно дати вірну відповідь, постановка та формування знань, які надаються викладачем без забезпечення та вимог щодо самостійного відкриття. Натомість у методі навчання через відкриття головна відповідальність у процесі навчання покладається на зусилля, витрачені студентом, направлені на те, щоб зробити свій внесок у навчальний процес.

Навчання шляхом відкриття стосується засобів і методів, при яких людина здобуває знання або досягає мети, використовуючи свої розумові та фізичні здібності. Отже, навчання шляхом відкриття – це здобуття знань, яке досягається в результаті селективних розумових процесів високого рівня, за допомогою чого дана інформація аналізується, а потім повторно комбінується та перетворюється на нові знання, самостійне засвоєння раніше невідомої інформації та самостійне формулювання висновків.

б) Одним з найкращих та дієвих методів здобуття та засвоєння нових знань є метод дискусії. Цей метод показує свою ефективність крізь багато поколінь, але чомусь він не є одним із традиційних методів навчання на сьогодні. Як би це не звучало дивно, але на даний час одним з інноваційних інструментів у навчальному процесі є саме метод дискусії.

Історичним прикладом використання такого методу є дискусії Сократа. Сократ є одним із батьків-засновників західної філософської думки. Філософ ненавидів формальні лекції і часто проводив із друзями та незнайомцями тривалі бесіди про мораль і суспільство. Ці дискусії не можна було назвати дебатами, й однозначних порад Сократ також не давав. Насправді філософ часто стверджував, що нічого не знає, і на всі відповіді співрозмовника реагував лише новими питаннями. Але в процесі такої розмови Сократ досліджував хід логічної думки співрозмовників, виявляв вади, і таким чином допомагав сторонам досягти чіткішого розуміння об'єкту дискусії. Саме за ці проникливі питання Сократа шанували послідовники. Двох його учнів – Платона та Ксенофонта – це надихнуло на запис методу свого вчителя у вигляді філософських діалогів.

Такий метод застосовується не лише в межах міркувань, а й дуже корисний в інших сферах. У період Відродження метод використовували для навчання лікарської справи. Студенти пропонували свої аргументи щодо можливих діагнозів, а лікар ставив їм питання про здогади та стежив за перебігом дискусії. У такому випадку за допомогою методу можна досягти переконливих результатів.

Використання всіх запропонованих інноваційних інструментів та методів робить викладача справжнім професіоналом своєї справи, але для найбільшої ефективності



організації конструктивної взаємодії викладача зі студентами особливу увагу варто приділити питанню мотивації навчання студентів.

Мотивація є головним стимулом й одним з критеріїв навчання [7].

Виділяють три найпоширеніші види мотивації:

- інтерестична – студента цікавить зміст предмета вивчення;
- екстентична – студента не цікавить зміст предмета як такий, але приваблює одержання диплома, що принесе дохід у майбутньому;
- негативна.

Третій варіант мотивації зустрічається часто. У цьому випадку можливі такі варіанти прояву негативної мотивації, як залежність, неуважність, критичність і атака. Причинами негативної мотивації можуть бути особистісні якості студента, низька якість організації навчального процесу та динамічні процеси всередині групи.

Але існує декілька дієвих способів боротьби з негативною мотивацією, які повинен застосовувати висококваліфікований викладач сьогодення: увага, розуміння, з'ясування причини, нейтралізація.

Переважає більшість таких інструментів має психологічний характер. Основні психолого-педагогічні інструменти викладача завжди базуються на підготовці педагога не тільки в освітньому аспекті, але й в педагогічному та психологічному, які іноді є навіть важливішими, так як закладають основу відношення з боку студентів до предмету та викладача при підготовці здобувачів вищої медичної освіти. У сучасному освітньому середовищі велика увага приділяється взаємоповазі викладачів та студентів в процесі навчання та підготовки майбутніх фахівців. Отже, розглянемо суть основних психолого-педагогічних інструментів викладача, направлених на боротьбу з негативною мотивацією студента.

Увага – це віднести уважно до студента, вислухати його. Викладач не повинен виказувати свого дратування, навіть якщо студент заснув під час заняття. Потрібно спробувати з'ясувати причину такої поведінки.

З'ясування причини – не намагатися відгородитися, захищаючи себе й систему. Агресивність студента може бути спровокована ситуацією, а не особливостями його характеру.

Розуміння – це спробувати зрозуміти студента, увійти в його ситуацію, розібратися в ній, допомогти.

Нейтралізація – контролюйте свій тон, міміку, жести, не можна повторювати поведінку студента, слід нейтралізувати його спокійним голосом.



Таким чином, праця викладача вищого навчального закладу – це висококваліфікована розумова праця з підготовки й виховання фахівців вищої кваліфікації, інтелектуальної еліти суспільства, української інтелігенції. В особі викладача мають бути поєднані знання й ерудиція вченого, мистецтво педагога, висока культура й інтелектуальна, моральна зрілість, усвідомлення обов'язку та почуття відповідальності.

Список використаних джерел

1. Малихін, О. В. Організація самостійної навчальної діяльності студентів вищих педагогічних навчальних закладів : теоретико-методологічний аспект : монографія / Олександр Володимирович Малихін. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2009. – 307 с.;
2. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. / З. Н. Курлянд, Р. І. Хмельюк, А. В. Семенова [та ін.] ; ред. З. Н. Курлянд. – 3-тє вид., перероб. і доп. – Київ : Знання, 2007. – 495 с.;
3. Фіцула, М. М. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. / М. М. Фіцула. – Київ : Академвидав, 2006. – 352 с.;
4. Лекції з педагогіки вищої школи : навч. посіб. / ред. В. І. Лозової. – Харків : ОВС, 2006. – 496 с.;
5. Солдатенко, М. М. Теорія і практика самостійної пізнавальної діяльності : монографія / Микола Миколайович Солдатенко. – Київ : Вид-во НПУ ім. Драгоманова, 2006. – 199 с.;
6. Щербань, П. М. Навчально-педагогічні ігри у вищих навчальних закладах : навч. посіб. / Петро Миколайович Щербань. – Київ : Вища школа, 2004. – 207 с.;
7. Вища освіта України і Болонський процес / заг. ред. В. Г. Кременя. – Київ-Тернопіль : Богдан, 2004. – 368 с.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ПЕДІАТРІ ІНОЗЕМНИМ СТУДЕНТАМ ТРЕТЬОГО ТА ШОСТОГО КУРСІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Міхєєва Т.М.

Буковинський державний медичний університет м. Чернівці

tmikhieieva@gmail.com

Вступ. На сьогодні дистанційне навчання є надзвичайно актуальним в Україні [1]. Інтернет дає змогу розширити його, зробити навчання справді повноцінним, всебічний та фактично очним, що є пріоритетним у сфері медичної освіти [2].

Даний формат навчання дозволяє використовувати комп'ютерні та телекомунікаційні технології, які забезпечують інтерактивну взаємодію викладачів та студентів на різних етапах навчання та самостійну роботу з матеріалами інформаційної мережі [3].

У закладах вищої освіти України елементи дистанційного навчання були запроваджені ще у 2020 році у зв'язку з пандемією [4]. Освітній процес медиків



реалізовувався на підставі виконання Постанови Кабінету Міністрів України «Про запобігання поширенню на території України коронавірусу COVID-19» та наказу Міністерства освіти і науки України «Про організаційні заходи для запобігання поширенню коронавірусу COVID-19» у закладах вищої медичної освіти було запроваджено дистанційну форму навчання [3, 4].

На цей час дистанційне навчання у медичних ЗВО дає можливість охопити сукупність засобів надання навчального матеріалу, консультацій та контролю успішності студента, а також інтерактивної співпраці викладача і студента з можливістю швидкого доповнення курсу новою інформацією й коригування помилок [5, 6].

Попри воєнний стан, маємо продовжувати навчання на всій території країни, а в деяких регіонах, навіть під загрозою ракетно-бомбових ударів та можливих пошкоджень критичної інфраструктури та обмежень у використанні енергоресурсів. За таких умов першим пріоритетом у діяльності закладів освіти є гарантування безпечних умов навчання та праці для усіх учасників освітнього процесу, зокрема з урахуванням досвіду роботи закладів освіти в умовах воєнного часу [7].

Мета: проаналізувати ефективність дистанційного вивчення педіатрії в іноземних студентів третього та шостого курсів в умовах воєнного стану.

У Буковинському державному медичному університеті іноземні студенти третього та шостого курсів вивчають навчальну дисципліну «Педіатрія». Проводячи онлайн заняття зі студентами у програмі Google Meet існує можливість пояснити новий навчальний матеріал та опитати студентів із попередніх тем, транслювати навчальні фільми, демонструвати матеріали на робочому столі комп'ютера й надати доступ до свого екрана, щоб показати презентації або іншу інформацію на робочому столі. Також можливим є ведення стріму з палати стаціонару, де проходять обстеження і лікування пацієнти для відпрацювання суто практичних навичок таких, як збирання анамнезу захворювання та життя у дитини чи її батьків, проведення об'єктивного обстеження.

Для аналізу якості вивчення тем викладачі кафедри задають студентам завдання з підготовки презентації, яку потім демонструють під час заняття в Google Meet. Після цього проводиться обговорення та дискусії, що сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу, та впливає на кінцевий результат оцінювання. За допомогою сервісу Google Classroom викладачами кафедри було створено базу тестових завдань по тематиці занять для контролю ступеня засвоєння пройденого матеріалу.



На кафедрі педіатрії, неонатології та перинатальної медицини на останньому тижні вивчення дисципліни «Педіатрія» запроваджено онлайн здачу підсумкового тестового контролю на базі тестів МСІ та Крок-2 на сервері «Moodle» [8, 9].

Висновки: Сервіси Google Meet та Google Classroom володіють багатим арсеналом цифрових можливостей, дають змогу проводити повноцінні опитування, демонструвати презентації та інший мультимедійний контент, організувати онлайн тестування, відтворювати відео в режимі реального часу із палати хворого тощо, тому є гарною альтернативою офлайн вивчення педіатрії для студентів третього та шостого курсів в умовах воєнного стану.

Список використаних джерел

1. Аряев МЛ, Капліна ЛЄ, Сеньківська ЛІ, Павлова ВВ. Перший досвід дистанційного навчання в медичних вузах України в умовах COVID-19-карантину. *Здоров'я дитини*. 2020;15(3):195–199. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zd_2020_15_3_10.
2. Єрошенко ГА, Лисаченко ОД, Климач ТМ [та ін.]. Дистанційне навчання в умовах карантину – очима студентів-медиків. *Вісник проблем біології і медицини*. 2021;1(159):163–168.
3. Наказ Міністерства освіти і науки України від 08.09.2020 р. № 1115 [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE35224.html [in Ukrainian].
4. Про запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2 : Постанова Кабінету Міністрів України від 11.03.2020 р. № 211 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/211-2020-%D0%BF#Text>.
5. Симонєць ЄМ, Рибальченко ВФ, Журба ЮІ. Дистанційне навчання на клінічних хірургічних кафедрах під час карантину зі студентами 5 та 6 курсу. *Сучасна освіта та наука: проблеми, перспективи, інновації: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. К., 2021:312–314*.
6. Lymar L, Storozhuk K. Peculiarities of Distance Medical Learning during the Covid 2019 Lockdown: Practical Experience of Teaching Medical English. *Wiadomosci Lekarskie (Warsaw, Poland)*. 2021;74(8):1964–1969.
7. Про введення воєнного стану в Україні: указ Президента України від 24 лютого 2022 року № 64/2022 [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://ru.osvita.ua/legislation/Vishya_osvita/86325/
8. [NBE to conduct screening test for medical graduates](#). *Indian Express*. 31 March 2002. Archived from [the original](#) on 2 January 2011. Retrieved 24 July 2010.
9. [No foreign degrees, says MCI](#). *The Times of India*. 26 July 2007. Archived from [the original](#) on 11 August 2011. Retrieved 24 July 2010.



ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ: НОВІ ГОРИЗОНТИ ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ ПРОПЕДЕВТИКИ ВНУТРІШНІХ ХВОРОБ

Микитюк О.П.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

oksanamp@gmail.com

Основна кількість студентів вищих навчальних закладів сьогодні – представники покоління Z. Це люди, народжені приблизно між серединою 1990-х і початком 2010-х років, які виростили в умовах швидкого технологічного прогресу, глобалізації та повсюдного поширення інтернету. Їхнє покоління володіє високим рівнем технологічної грамотності, оскільки вони змалку знайомі з різноманітними гаджетами та програмним забезпеченням, а смартфони, інтернет, соціальні мережі та ресурси на базі штучного інтелекту (ШІ) стали невід'ємною частиною їхнього повсякденного життя. Це вплинуло на формування у студентів унікальних соціальних, освітніх та робочих особливостей, і для підвищення ефективності їхнього навчання потрібні актуальні сучасні підходи – як через їхню високу технологічну грамотність, так і завдяки особливостям у сприйнятті інформації.

Сучасні студенти реагують на технологічні інновації й активно використовують штучний інтелект у навчанні. Позитивний аспект - покращення різних аспектів навчального процесу. Вони можуть скористатися ШІ для доступу до онлайн-ресурсів та сучасних навчальних матеріалів, використання інтерактивних програм для засвоєння матеріалу, а також для автоматизації та підвищення ефективності вивчення шляхом оцінки своєї успішності.

Проте, використання ШІ має й незаконні цілі. Є повідомлення про використання його для пошуку відповідей на тестові завдання, генерування творчих завдань (реферати, есе, огляди) чи швидкого перефразування чужої роботи. Світові педагогічні спільноти усвідомлюють необхідність створення етичних стандартів та правил використання ресурсів ШІ в навчальних цілях, а також моніторингу та контролю його використання відповідно до цих стандартів. Проте, наразі ці питання на стадії розробки, і викладачам слід «іти в ногу» зі своїми студентами, пояснюючи їм важливість академічної доброчесності та акцентуючи увагу не лише на перевагах, але й на критичному підході до продуктів генерування сучасних ШІ (високий процент «галюцинацій» ряду нейромереж, досить поверхневі відповіді на спеціалізовані питання, неможливість застосування ШІ в ургентних випадках біля ліжка хворого за обмеженого доступу до інтернету тощо).



Викладання медичних дисциплін, і пропедевтики внутрішніх хвороб зокрема, можна зробити цікавим та ефективним, використовуючи сучасні педагогічні методики та технології. Основні напрямки наступні: 1. створення симуляцій: генеративні ресурси ШІ здатні швидко створювати короткі відеофрагменти для моделювання зовнішнього вигляду патологій та різних клінічних ситуацій. Це дозволяє студентам відпрацьовувати навички діагностики та лікування дистанційно, в безпечному середовищі, і не залежати від профілю пацієнтів у клініках, на базі яких розташовуються кафедри. 2. ШІ - ресурси типу популярних ChatGPT чи Copilot дають змогу швидко проаналізувати та порівняти навчальні програми різних закладів, переймаючи досвід колег з інших країн, забезпечити генерування великої кількості варіантів тестів і клінічних задач для полегшення контролю знань студентів. 3. Гейміфікація вважається ефективним засобом активізації мотивації до навчання. Інструменти ШІ допоможуть створити тематичні ребуси чи кросворди, онлайн-квести та ігри, генерувати власні ресурси доповненої реальності (AR) та віртуальної реальності для створення інтерактивних навчальних середовищ, де студенти можуть практикувати свої навички. 4. Велика прихильність сучасних студентів до соцмереж і месенджерів спонукає до створення освітніх чат-ботів, наприклад, на основі Microsoft Copilot. 5. Оскільки сучасне покоління вважають візуалами, для них важливими є якісні, цікаві та сучасні зображення. Завдяки великій кількості інформації, доступної в Інтернеті, у цього покоління може бути короткий термін уваги, тому важливо створювати стимулюючий та змістовний контент для утримання їхньої зацікавленості якнайдовше. Так, особливої популярності за кордоном, зокрема, у східних країнах набувають підручники-збірки мемів чи мнемонічних зображень, тематичні розмальовки, віммельбухи, або "книги-віммельвальди" - книги, що містять багато деталей і завдань для розв'язання, прихованих серед різноманітних ілюстрацій. Створення їх потребує як медичних знань, так і навичок малювання, тому залучення художників без медичної освіти є сумнівно ефективним. Проте, сучасні ресурси типу Midjourney добре справляються із подібними завданнями. 6. Онлайн-засоби наразі роблять можливим автоматизований переклад з понад сотні мов як текстових, так і відеоматеріалів, дозволяючи швидко знайомитися із новітніми розробками фахівців з усієї планети. 7. Засоби для перевірки на плагіат є незамінними при перевірці творчих завдань студента.

Таким чином, підвищення інформаційної грамотності викладачів та використання ШІ в навчанні пропедевтики внутрішніх хвороб може значно покращити якість освіти. Викладач матиме змогу розпізнавати та запобігати академічній не доброчесності, зробити процес



викладання базових діагностичних підходів та семіотики ряду захворювань більш інтерактивним та персоналізованим, а також допомогти студентам ефективніше засвоювати матеріал і готуватися до реальної клінічної практики.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДО НАВЧАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Михайлюк М.М.

Міжнародний Європейський Університет, м. Київ

mykhailiukmykhailo@ieu.edu.ua

Студентські роки – це час максимального розвитку здібностей молодшої особистості для здобуття фаху та освоєння професійних навичок. Студентство – це один із найважливіших періодів, що закарбовується на все життя.

Проте нині, в умовах повномасштабної війни, більшість студентів не розуміє навіть вчитися, якщо навколо тривають обстріли та руйнації, гинуть люди, втрачаються рідні та близькі, що призводить до високого психологічного напруження та тривожності. Це своєю чергою призводить до нездатності повноцінно вчитися, сприймати та запам'ятовувати нову інформацію, аналізувати та відтворювати її. Більшість студентів усвідомлює, що майбутнє в таких умовах стає невизначеним, невідомим та примарним [1].

Війна торкнулася всіх сфер життя сучасної людини, в тому числі й освітньої. Метою будь-якого ЗВО під час воєнного стану є не лише якісна та професійна підготовка, а також розкриття здібностей та потенціалу майбутнього фахівця.

Нині вплив стресогенних факторів на діяльність студентів лише збільшується, що призводить до порушення емоційного, когнітивного, поведінкового та мотиваційного компонентів діяльності, а відтак – до зниження психологічної стійкості в цілому [2].

Метою нашого дослідження є вивчення особливостей адаптації студентів під час навчання в умовах воєнного стану.

Рівень адаптації та відсутність тривожності є важливими факторами, що впливають на успішне засвоєння знань, задоволеність обраним фахом, психологічний комфорт під час навчання, доброзичливу комунікацію з однолітками та викладачами, що загалом відображається на функціонуванні освіти в цілому. Багатогранність адаптивної поведінки дає



можливість пристосуватися до факторів зовнішнього середовища та напрацювати нові поведінкові моделі для проходження викликів та реалій сьогодення, зумовлених навчанням під час війни.

Адаптація – це процес вироблення певного режиму функціонування особистості, тобто бачення її в конкретних умовах місця і часу в такому стані, коли всі духовні й фізичні сили спрямовані й витрачаються тільки на виконання основних завдань – на навчання та виховання. [3]

Власне термін «адаптація» насамперед виник в царині фізіології. Під цим терміном розуміють сукупність різноманітних фізіологічних та нейрогуморальних реакцій організму, які лежать в основі пристосування до швидкозмінюваних факторів довкілля. Згодом термін почав використовуватися в інших галузях науки, зокрема в психології, педагогіці, соціології, набуваючи різних відтінків та значень. Згодом науковці та дослідники стали вирізняти соціальну, соціально-психологічну, соціально-професійну педагогічну, психологічну та зрештою психофізіологічну різновиди адаптації.

З початком повномасштабного вторгнення українська освіта стала фактично паралізована. З відновленням активного функціонування ЗВО постала проблема пристосування студентів до якісно змінених реалій сьогодення. Так, зокрема, адаптаційний період студентів до навчання став складнішим та тривалішим, що особливо стало помітно серед студентів 1-го курсу. Якщо раніше фізіологічна адаптація вчорашнього школяра до моделі знань у ЗВО тривала близько двох тижнів, а психологічна – близько двох місяців, то наразі час адаптації значно подовжився. Більшість викладачів переконані, що значна частина студентів психологічно адаптується та починає зацікавлено вчитися і відтворювати засвоєні знання через 6-8 і більше місяців.

Отже, психолого-педагогічна адаптація студентів до навчання у ЗВО в умовах воєнного стану є складним та багатогранним процесом, який залежить від зовнішніх факторів та індивідуальних особливостей людини.

Головним фактором, що дозволяє студентству пристосовуватися до навчання в умовах невизначеності є психолого-педагогічний аспект, який передбачає якісну та доброзичливу комунікацію студента з викладачем. Власне позиція студента, що викладач є наставником, тьютором, куратором, навіть старшим товаришем, значно допомагає студенту покращити його адаптивність та швидше пристосуватися до навчання в ЗВО.



Індивідуальні психофізіологічні особливості адаптації студентів у психолого-педагогічному аспекті залежать від ставлення до омріяної майбутньої професії, рівня мотивації, доброзичливої комунікації, інституту наставництва, наявності психологічної допомоги, командної роботи та зрештою від упровадження інтерактивних та інноваційних методів навчання.

Список використаних джерел

1. Михайлюк М. М., Шабанова Є. О., Бондаренко Ю. С. Стан психологічної стійкості у студентів закладів вищої освіти в умовах воєнного стану // European scientific congress. Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Madrid, Spain. 2023. Pp.367-372.
2. Йопа Т. В., Остапов А. В. Адаптація студентів-першокурсників до умов навчання в закладах вищої освіти. Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка. 2021. № 2 (340), ч. 2. С. 16-27.
3. Жигайло Н., Шолубка Т. Формування психологічної стійкості студентів ЗВО під час війни // Вісник Львівського університету. 2022. Вип. 14. С. 3-14.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «МЕДИЧНА БІОЛОГІЯ» СТУДЕНТАМ ВИЩИХ ОСВІТНІХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

Михайлюк М.М., Шабанова Є.О.

Міжнародний Європейський Університет, м. Київ

mykhailiukmykhailo@ieu.edu.ua, yelizavetashabanova@ieu.edu.ua

У медичних закладах освіти особлива роль відводиться вивченню фундаментальних та медико-профілактичних дисциплін, що складають основу 1-3 курсу. Опанування базовими знаннями з цих предметів створює підґрунтя для подальшого вивчення дисциплін професійно-клінічного блоку.

Попри стресові реалії сьогодення, студентам медичних університетів, доводиться опрацьовувати велику кількість складного теоретичного матеріалу з фундаментальних дисциплін. Специфічність та складність таких дисциплін як «Медична біологія», «Медична та біологічна фізика», «Анатомія людини», «Латинська мова та медична термінологія» вражають своєю інформативністю, великим обсягом інформації, складністю розуміння, латинізацією більшості термінів.

Вивчення природничих та фундаментальних дисциплін формує у студентів-медиків здатність до аналізу та синтезу отриманої інформації, логічного, критичного та власне



«евристичного» (творчого) мислення, здатність до індукції та дедукції, розуміння цілісності та дискретності живої природи, яка вивчається на молекулярному, клітинному, тканинному, органному та системному рівнях організації живої природи.

«Медична біологія» закладає фундамент для подальшого засвоєння студентами знань та вмінь із профільних теоретичних і клінічних професійно-практичних дисциплін (біологічної та біоорганічної хімії, гістології, цитології та ембріології, фізіології, мікробіології, медичної генетики, клінічної імунології, інфекційних хвороб, епідеміології).

Вивчення медичної біології формує у студентів цілісну уяву про загальні закономірності розвитку живої природи; про сутність життя, його форми, індивідуальний та історичний розвиток органічного світу; про форми біотичних зв'язків у природі, життєві цикли паразитів та паразитарні хвороби людини; про місце людини в біосфері; забезпечує фундаментальну біологічну підготовку та набуття практичних навичок для подальшої професійної діяльності лікаря загальної практики.

Кращому засвоєнню навчального матеріалу сприяє використання інтерактивних технологій колективно-групового навчання (мозковий штурм, case-метод); технологій ситуативного моделювання (симуляція або імітація); технологій опрацювання дискусійних питань (визначення позиції, її відстоювання, дебати), метод групових дискусій, конкретних ситуацій (кейсів), імітаційний метод (метод рольової гри), метод конференції ідей (малі, робочі або творчі групи), алгоритмічний метод, тьюторіал та ряд інших.

На нашу думку, лише за умови належного рівня комунікативно-педагогічної культури викладача та студента можливий якісний та повноцінний діалог, що зрештою передбачає освітній процес в ЗВО.

Важливим фактором, що спонукає студентів до навчання є мотивація. Найвищий рівень мотивації сприяє кращому запам'ятовуванню та більш зацікавленому вивченню предмета. Відповідно кожне заняття має починатися переконливими даними викладача про актуальність та важливість навчального матеріалу, його подальшого використання у професійних ситуаціях та в майбутній діяльності лікаря.

Дуже важливе структурування дисципліни на окремі інформаційні блоки, кожен з яких має головні та додаткові елементи. Методичні вказівки до занять обов'язково повинні містити структурно-логічні схеми (графічне відображення основних змістовних елементів теми, термінів, понятійного апарату, логічних зв'язків тощо). Така схема дозволяє загалом побачити структуру заняття та усвідомити її базисні елементи.



Організаційна складова практичного заняття зазвичай традиційна і передбачає наявність трьох основних компонентів: підготовчого, основного та заключного. Підготовчий етап охоплює організаційні заходи, створення позитивної пізнавальної мотивації, обов'язковий контроль теоретичної та практичної підготовки за темою заняття. Обов'язковою є перевірка виконання самостійної роботи (теми які не увійшли до аудиторних занять відповідно до робочої програми навчальної дисципліни).

Важливу роль відіграє основний етап, оскільки він формує систему професійних навичок та вмінь. На цьому етапі вирішуються ситуативні задачі, тестові завдання, проводиться усне опитування, студенти працюють з мікроскопом та замальовують в альбом мікропрепарати тощо. Заключний етап практичного заняття передбачає контроль умінь і навичок шляхом перевірки завдань. Обов'язковим є вирішення тестів з бази Крок-1. Крім того, проводиться оцінювання успішності студентів та визначаються завдання для самостійної підготовки до наступної теми.

Отже, для підвищення ефективності навчального процесу та якості професійної підготовки майбутнього лікаря, необхідна правильна організація та структура проведення практичного заняття. Використання інтерактивних методів та форм, вироблення у студентів мотивації та зацікавленості до вивчення предмета, забезпечення наочними матеріалами (мікро- та макропрепаратами), обов'язковим усним та тестовим контролем знань буде сприяти формуванню високопрофесійного конкурентоспроможного фахівця, здатного долати нові виклики та реалії сьогодення.

АКТУАЛІЗАЦІЯ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ В ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МЕДИЧНОГО ПСИХОЛОГА

Олар О.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

olena.olar@bsmu.edu.ua

При підготовці спеціалістів за напрямком «Медична психологія» в Україні природничі дисципліни й зокрема дисципліна «Медична та біологічна фізика» належать до обов'язкових компонент освітньої програми. Згідно Стандарту знання, набуті в курсі медичної та біологічної фізики, стають підґрунтям для вивчення і розуміння результатів впливу на людину природних і штучних фізичних чинників, процесів життєдіяльності в організмі людини, а також забезпечують фахові компетенції, які полягають у можливості оцінювання результатів функціональних методів діагностики, лабораторних та інструментальних досліджень та ін.



Дисципліни природничого циклу забезпечуючи горизонтальну і вертикальну інтеграцію навчального процесу здобувача професійної освіти закладають основи між- та трансдисциплінарності, як елементу професійної компетенції майбутнього фахівця, зокрема в галузі медичної психології.

Знання і термінологія, з якою майбутні медичні психологи знайомляться при вивченні фізики, неодмінно увійдуть у професійний словник майбутнього медичного психолога. Розуміння такої термінології з фізичного погляду дозволяє усвідомлено застосувати її в практичній медичній психології.

Практичні психологи часто використовують термінологію, яка позначає фізичні властивості речовини і характерна до галузі матеріалознавства для опису рис індивідуальності і їх зміни за умови стресів, причому їх зміст практично ідентичний у таких, здавалося б, різних галузях знань.

Ряд психічних розладів пов'язані з неправильним або порушеним сприйняттям зовнішнього подразника й трактуються як симптоми психічних захворювань. Розуміння основних психофізичних закономірностей, того як зовнішні чинники впливають на настрій, емоції, сон і т.ін. може допомогти медичному психологу визначити причину нестійкого психоемоційного стану.

Також сьогодні широко представлені теорії квантової фізики в нейронауках і психології та зароджується перспективний напрямок квантової психології.

Отже, важливість опанування медичної та біологічної фізики при здобутті фаху медичного психолога тільки зростатиме, а інтеграція здобутих знань у спеціальні дисципліни гарантуватиме компетентність майбутнього фахівця.

ВИКОРИСТАННЯ ЗНАНЬ З МЕДИЧНОЇ ФІЗИКИ ПРИ НАВЧАННІ ЛІКАРІВ НА ПІСЛЯДИПЛОМНОМУ ЕТАПІ

Полянська О.С., Полянський І.Ю., Гулага О.І., Москалюк І.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

okspolyan@ukr.net, ipolyanskiy@ukr.net, ipolyanska@ukr.net, opolyanska@ukr.net

Медична фізика займається вивченням фізичних процесів, які відбуваються в організмі людини на різних рівнях його функціонування від молекулярного до клітинного та на рівні різних систем організму. Метою медичної фізики є створення на базі нових знань про природу людського організму нових фізичних методів діагностики та лікування пацієнтів з різною



патологією, обслуговування певних апаратів у практичній клінічній роботі, вивчення впливу навколишнього середовища на людський організм та розробка методів захисту людини. Медична фізика має багато напрямків, спрямованих на дослідження питань комп'ютерного моделювання патології серцево-судинної системи, гемодинаміки, радіації, білкових молекул, біоінформації, комп'ютерної фізики біосистем, біофізики злочасних утворень, фізичних основ медичних діагностик, комп'ютерної томографії, молекулярного механізму електрозварювання людських тканин, взаємодії ДНК із іншими біомолекулами, що дуже важливо для медицини сьогодення.

Надзвичайно важливим є впровадження в медицину лазерних і ультразвукових технологій, методик медичної візуалізації, волоконно-оптичної ендоскопії, впровадження нових комп'ютерних технологій, розвиток та удосконалення методів електро- і магнітографії, томографії.

Одним з найвідоміших методів обстежень пацієнта є електрокардіографія (ЕКГ), який заснований на реєстрації й аналізі електричних імпульсів, що виникають при роботі серця. Кожна клітина серцевого м'яза створює електричне поле, яке має характеристики, подібні у загальних рисах до електричного поля інших типів м'язових клітин, а зміна електричного поля серця відбуваються при деполяризації та реполяризації мембрани клітин серця. За допомогою ЕКГ можна діагностувати більшість хвороб серця, оскільки на підставі отриманих даних можна судити не тільки про електричну активність серця, а і про структуру міокарда.

Ехокардіографія (ЕхоКГ) дає можливість візуалізувати структури серця та великих судин за допомогою ультразвукового методу, використовуючи явище відбиття пучка ультразвукових хвиль із частотою 1,5-10 МГц від структур серця. Цей метод обстеження є основним діагностичним дослідженням в кардіологічній практиці, бо він надає ключову діагностичну інформацію при патології серця.

Електронно-променева комп'ютерна томографія (КТ) в кардіології використовують для оцінки ступеня кальцифікації коронарних артерій і для оцінки роботи серця. За допомогою КТ можна візуалізувати структуру та функцію серця та великих судин, а також виявляти ознаки ішемії та запалення міокарда.

Магнітно-резонансна томографія (МРТ) базується на скануванні тканин з отриманням пошарових зображень патологічної ділянки, зокрема, детальних зображень серця, клапанів та судин. При цьому відбувається вивчення процесу розщеплення ядер водню під впливом створюваного апаратом електромагнітного поля. МРТ серця дає можливість оцінити структуру міокарда, перикарда, кінетику серцевих структур, патологічні зміни, зокрема набряк, ішемію, постінфарктні рубці та аневризму лівого шлуночка. До переваг методики



відносять можливість отримання максимально чітких пошарових знімків у різних проекціях, у тому числі будується тривимірна модель досліджуваної ділянки.

Позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) це метод радіоізотопної медичної візуалізації та діагностики, заснований на застосуванні препаратів, мічених ізотопами, які і є випромінювачами позитронів. ПЕТ дає можливість за допомогою спеціального детекторного обладнання відстежувати розподіл в організмі біологічно активних сполук, мічених радіоізотопами, які випромінюють позитрони та дає можливість вивчати процеси метаболізму, транспорт речовин, експресію генів.

На сучасному етапі можливе використання нанороботів, розмір яких близький до мікроскопічного, які розвивають велику швидкість у рідкому середовищі за допомогою електромагнітного поля, для створення певної концентрації лікарських речовин в уражених тканинах. Також нанороботи певної форми можуть впливати на пухлину, віруси, бактерії, знищуючи їх. Знаходячись у судинному руслі, вони можуть впливати на атеросклеротичні бляшки, змінені клапани з нормалізацією пошкоджених тканин. Ці досягнення в медицині теж мають відношення до медичної фізики.

Висновок. Таким чином, методика проведення занять на післядипломному етапі навчання для лікарів слухачів з використанням знань з медичної фізики про застосування сучасних інструментальних методів діагностики, таких як: ЕхоКГ, КТ, МРТ, ПЕТ та нових технологій для лікування різних захворювань, є надзвичайно сучасною й актуальною.

Список використаних джерел

1. Сікорський П., Колодій І. Кібернетичні вимоги до освітнього процесу у вищих навчальних закладах. Вища освіта України. 2022. №1-2. 04. С.29. https://wou.npu.edu.ua/images/arhiv/2022/01_2022/2022_1-2_04_ukr.pdf DOI 10.31392/NPU-VOU.2022.1-2(84-85).04

ІНТЕГРАЦІЯ МЕДИЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ З ФАХОВИМИ ДИСЦИПЛІНАМИ У СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ СТОМАТОЛОГІЇ

Прохоренко І.А.

НМУ імені О.О. Богомольця, м. Київ

Відчутний прогрес у стоматології, який спостерігається в останні роки, значною мірою зумовлений технологічними новаціями та науковими здобутками в галузі матеріалознавства, біофізики, фізіології та посиленням уваги стоматологів до явищ та процесів, що мають своїм



підґрунтям процеси, дослідження яких вимагає глибших знань з базових фундаментальних природничих дисциплін. Хоча рутинна щоденна робота в стоматологічних клініках наразі все ще полягає в простому відновленні первинних та вторинних дефектів, цілком очевидно стає спрямованість стоматологічної теорії і практики на дослідження глибших причинно-наслідкових зв'язків та на профілактику, як основну мету наукових досліджень у стоматологічній галузі. Варто зазначити наявний потенціал для оптимізації у напрямках глибшого розуміння біомеханіки елементів та тканин зубощелепної системи та у розвитку цифрових технологій у стоматологічній практиці. Справді, значна частка стоматологічних ускладнень пов'язана з недостатнім знанням біомеханіки опорно-рухового та зубо-щелепного апарату та відсутністю глибокого розуміння сутності багатофункціональних взаємозв'язків між елементами зубощелепної системи в нормі та при патології. Це є причиною багатьох проблем реконструктивної стоматології, діагностики та профілактики стоматологічних захворювань. Актуальність таких досліджень в Україні істотно посилюється через збільшення кількості пацієнтів, травмованих у війні, яку розв'язала РФ на нашій території.

Мета дослідження. Дослідити можливості інтеграції знань з фізико-математичних та інформатичних дисциплін у професійній підготовці майбутніх магістрів стоматології.

Методи дослідження. Для виконання поставлених завдань було використано теоретичні, емпіричні методи наукових досліджень, а саме: метод системного аналізу, порівняння та узагальнення; бібліосемантичний метод для вивчення наукової літератури; соціологічний – для виявлення актуальних проблем і суперечностей у системі фахової підготовки магістрів стоматології, пов'язаних з тематикою дослідження.

Виклад основного матеріалу. Проаналізувавши Стандарт за спеціальністю 221 «Стоматологія», освітньо-професійні програми та навчальні плани провідних медичних закладів вищої освіти, нами було з'ясовано, що питання інтеграції знань механіки та біомеханіки в професійній підготовці магістрів стоматології є своєчасними й актуальними та потребують системного комплексного підходу до їхнього вивчення. Розв'язання проблеми потребує посилення міждисциплінарних зв'язків навчальної дисципліни «Медична і біологічна фізика з основами медичної інформатики» та фахових дисциплін, в яких широко застосовують знання про особливості розподілу деформацій та напружень у біологічних системах, закономірності розподілу та зміни фізіологічного і механічного станів при силових навантаженнях на щелепу пацієнта: «Ортопедична стоматологія», «Щелепо-лицьова хірургія», «Гнатологія», «Терапевтична стоматологія», «Ортодонтія».



Очевидною стала потреба розроблення вибіркового дисциплін, які могли б стати базовими для системної інтеграції знань. На кафедрі медичної і біологічної фізики НМУ ім. О.О.Богомольця в рамках освітньо-професійної програми спеціальності 221 «Стоматологія» (другий (магістерський) рівень вищої освіти) нами розроблені такі вибіркові навчальні дисципліни: «Фізичні основи діагностичної та лікувальної апаратури в стоматології», «Медичні інформаційні системи», «Біомеханіка зубо-щелепного апарату. Фізичні основи гнатології». Перші дві навчальні дисципліни пропонуємо здобувачам вищої медичної освіти у другому семестрі першого року навчання, третю – у четвертому семестрі, тобто на другому році навчання. Цілком прогнозовано, що особливу зацікавленість у студентів викликала вибіркова дисципліна «Біомеханіка зубо-щелепного апарату. Фізичні основи гнатології». На засадах реалізації вільного вибору цю дисципліну обрали понад 25% студентів. Інтерес обумовлений тим, що дисципліна орієнтована на формування системи знань про функціональні взаємозв'язки елементів та тканин зубощелепної системи, що є важливою складовою професійної компетентності сучасного лікаря-стоматолога. Гнатологія вивчає властивості м'язових та кісткових тканин зубощелепної системи та опорно-рухового апарату, базуючись на ідеях та методах класичної механіки, ураховуючи механічні рухи, деформаційну поведінку тіла на всіх етапах функціонування зубощелепної системи включно з періодами розвитку, старіння, виникнення порушень та патологіях, що зумовлені природними процесами та помилками при ортодонтичному втручанні.

Актуальним, наразі, є також розроблення навчальної дисципліни, яка була б націлена на формування цифрової компетентності майбутнього магістра стоматології. Частково ця проблема вирішується завдяки дисципліні «Медичні інформаційні системи». Проте, на сьогодні цифрові технології є однією з детермінант трансформаційних змін у професійній діяльності лікаря-стоматолога. Сучасна стоматологія постійно розширює арсенал цифрового обладнання у різних сферах та різних етапах медичних втручань: при діагностиці, плануванні, лікуванні, профілактиці, опрацюванні результатів тощо.

Висновок. Вибіркові навчальні дисципліни є дієвим інструментом інтеграції знань з фундаментальних природничих та фахових дисциплін у системі підготовки магістрів стоматології.



ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Слипанюк О.В.¹, Микитюк О.Ю.²

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

² Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

olga.slipanyuk@pnu.edu.ua, mikitiuk.oksana@bsmu.edu.ua

Питання використання цифрових технологій у навчальному процесі є одним із актуальних завдань сьогодення, а в умовах воєнного стану невід'ємною частиною освітнього процесу. Запровадження нових технологічних засобів навчання, таких як мобільні пристрої, смарт-дошки, планшети, ноутбуки, симуляції, динамічні візуалізації та віртуальні лабораторії, змінило освіту в закладах освіти всіх рівнів.

Традиційні форми роботи під час викладання навчальних дисциплін, зокрема і медико-біологічних, у закладах освіти не завжди можуть забезпечити безпосереднє навчальне середовище, швидке оцінювання та більше залучення здобувачів освіти до пізнавальної діяльності. Цю порожнечу здатні заповнити цифрові засоби навчання та технології. Адаптивність і ненав'язливість сучасних цифрових технологій роблять навчання більш привабливим для сучасного здобувача освіти. Зокрема, системи відповідей студентів, такі як смартфони та клікерні пристрої, забезпечують швидку та просту техніку для викладача, щоб швидко визначити, рівень знань студентів перед вивченням матеріалу, рівень засвоєння представленого на занятті матеріалу і чи потрібні додаткові пояснення [1].

Інтеграція технологій в освіту забезпечує здобувачам освіти цікавий досвід навчання, дозволяючи їм залишатися більш зацікавленими в навчальному предметі, не відволікаючись. Саме використання проєкторів, комп'ютерів та іншого передового технічного обладнання на заняттях робить навчання ефективним та захоплюючим для студентів. Цифрові технології допомагають розвивати компетентності, які вимагатимуть від здобувачів освіти професійної діяльності, наприклад розв'язання ситуаційних проблем, створення певної структури аналізу та розуміння процесів, а також готуються до більш непередбачуваного та мінливого майбутнього, у якому технології відіграватимуть вирішальну роль. Набуті студентами якості та здібності матимуть важливе значення для



їхнього професійного успіху. Освітні ресурси та цифрові інструменти допомагають покращити атмосферу в групі та зробити процес викладання та навчання більш привабливим [2].

При викладанні дисциплін медико-біологічного циклу, викладачі можуть використовувати технології для створення більш динамічного та захоплюючого навчального середовища. Зокрема, оцифрування підручників, додавання покликання за допомогою QR-кодів для вивчення та оцінювання засвоєного матеріалу, дозволяє досягти більш ефективного використання робочого часу під час лабораторних, лекційних чи практичних занять. Також завдяки вмілому використанню технологічних засобів, різних дистанційних платформ ефективним у навчальному процесі є застосування такої педагогічної технології, як перевернутий клас, коли здобувачі освіти можуть переглядати попередньо записані лекції як домашнє завдання та приходити на заняття, підготовленими до більш детальнішого обговорення теми та інформації, розглядаючи окремі ситуаційні задачі [3].

Проте, нові цифрові інструменти під час викладання вимагають управління та навчання. Викладачі повинні бути продуктивними як під час занять в аудиторіях, так і онлайн, використовуючи різноманітні екрани та технологічні платформи. Інтернет та інші цифрові технології, за словами лекторів, значно розширили кількість знань і здібностей, які вони повинні мати, і більше половини вважають, що їх навантаження зросло в результаті.

Список використаних джерел

1. Vakaliuk, T. A., Spirin, O. M., Lobanchykova, N. M., Martseva, L. A., Novitska, I. V., & Kontsedailo, V. V. (2021, March). Features of distance learning of cloud technologies for the organization educational process in quarantine. In *Journal of physics: Conference series* (Vol. 1840, No. 1, p. 012051).
2. Cavas, B., Cavas, P., Karaoglan, B., & Kislal, T. (2009). A Study on Science Teachers' Attitudes Toward Information and Communications Technologies in Education. *Online Submission*, 8(2).
3. Vakaliuk, T. A., et al. "Features of distance learning of cloud technologies for the organization educational process in quarantine." *Journal of physics: Conference series*. Vol. 1840. No. 1. IOP Publishing, 2021.



ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ

Стучинська Н.В., Матвієнко М.М.

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

matv008@gmail.com

nvstuchynska@gmail.com

Сучасний медичний світ стає все більш залежним від інформаційних технологій. Вони пронизують усі аспекти діяльності галузі охорони здоров'я, стають рутинним інструментом повсякденної медичної практики, діагностики, лікування та профілактики. Лікарі, фармацевти, а також працівники середньої ланки потребують сформованих навичок та умінь працювати з такими технологіями, аналізувати великі обсяги даних, використовувати програмне забезпечення для оптимізації медичних процесів. У зв'язку з цим набуття цифрової компетентності є необхідною складовою навчального процесу студентів-медиків. Використання інформаційних технологій під час навчання стає ключовим елементом, який допомагає студентам засвоювати складні концепції, розвивати критичне мислення та вміння працювати з сучасними медичними інструментами.

Мета дослідження полягає в аналізі можливостей для формування цифрової компетентності студентів медичних університетів, як одного з ключових аспектів розвитку їхньої професійної майстерності для майбутньої медичної практики.

Методологія дослідження включає теоретичні та емпіричні підходи. Перші передбачають аналіз різноманітних інформаційних джерел, класифікацію та систематизацію інформації про можливості використання цифрових технологій у медичній практиці та освіті. Також проводиться моделювання процесу навчання вибіркокових дисциплін з використанням цифрових засобів. Емпіричні методи включають анкетування, тестування, спостереження за навчальним процесом, роботу у фокус-групах. Оцінка отриманих результатів та формулювання висновків здійснюється з використанням статистичних методів обробки даних.

Результати дослідження. Можна стверджувати, що проблема використання цифрових технологій у фаховій підготовці майбутніх лікарів є актуальною і потребує комплексного підходу. Використання інформаційних технологій у формуванні цифрової компетентності майбутніх лікарів зумовлено такими основними чинниками:

1. Зміни в медичній сфері за останні роки завдяки науковим відкриттям, що вимагають використання цифрових інструментів для надання якісної медичної допомоги.



2. Підготовка майбутніх лікарів до роботи в цифровому середовищі, що вимагає від них уміння користуватися сучасними медичними інформаційними системами.
3. Зростання обсягів медичної інформації, яка вимагає від лікарів навичок ефективного її аналізу та інтерпретації.
4. Необхідність удосконалення медичної освіти, що має враховувати сучасні вимоги та надавати студентам доступ до сучасних інструментів цифрових технологій.

Оптимальним форматом для системного вивчення цифрових технологій можуть стати курси за вибором, які спрямовані на систематизацію знань студентів та їх адаптацію до сучасних потреб медицини. На кафедрі медичної і біологічної фізики розроблено вибірккові навчальні дисципліни, що спрямовані на формування цифрової компетентності, з урахуванням специфіки різних спеціальностей: «Інформаційні технології та основи наукових досліджень (222, «Медицина»), «Цифрові технології в охороні здоров'я» (228, «Педіатрія») , «Цифрові технології в терапії та реабілітації» (227, «Терапія та реабілітація», перший (бакалаврський) рівень вищої освіти), Інформаційні технології у психології та медицині (225, «Медична психологія»), «Інформатизація в охороні здоров'я. Інформаційні технології в громадському здоров'ї» (229, «Громадське здоров'я»). Практично для усіх медичних спеціальностей розроблена дисципліна «Медичні інформаційні системи» (221, «Стоматологія»; 222, «Медицина»; 228, «Педіатрія»; 224, «Технології медичної діагностики та лікування» тощо), яка має доволі добре апробовану, дидактично обґрунтовану методологічну базу, оскільки впродовж декількох років вивчалася майбутніми магістрами фармації. Особливої уваги заслуговують теми та навчальні дисципліни, що пов'язані з використання технологій штучного інтелекту, зважаючи на безпрецедентний інтерес спровокований Chat GPT. Ми докладаємо зусиль для апробації таких тем та впровадження навчальних дисциплін як вибірккових, так і сертифікатних програм.

Висновки

Аналіз, проведений у рамках нашого дослідження, дав змогу визначити можливості використання сучасних цифрових технологій для підготовки майбутніх медичних фахівців; спрогнозувати вплив цих технологій на формування цифрової компетентності як складника фахової компетентності майбутніх фахівців галузі охорони здоров'я; окреслити чинники, що зумовлюють потребу змін у навчальних програмах та планах, пов'язаних з використанням цифрових технологій у медицині та освіті.



РОЗВИТОК ПРОФЕСІЙНОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ ЛІКАРЯ ПРИ ВИКОНАННІ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ МЕДИЧНА І БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА

Федів В.І.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

fediv.volodymyr@bsmu.edu.ua

Орієнтація сучасної системи освіти України на активізацію творчого потенціалу та здобуття професійних компетентностей студентів-медиків вимагає пошуку нових та адаптації відомих підходів в медичній освітній галузі. Важливим результатом всіх ланок освітнього процесу (зокрема, процесів професійного самовизначення, персоналізації і самоорганізації і т.п.) студентів-медиків є формування їх професійної ідентичності та готовності до професійної діяльності. Розвиток професійної ідентичності та готовності до професійної взаємодії у закладі вищої освіти формуються у процесі здобуття знань, практико-орієнтованої діяльності, використанні активних методів роботи для освоєння професії [1].

На формування професійної ідентичності впливають наступні чинники: 1) зростання мотивації до самопізнання; 2) усвідомлення власних потреб, можливостей, професійних інтересів і цінностей; 3) створення позитивних образів і перспектив професійного і особистісного майбутнього; 4) постановка цілей для підтримки і розвитку образу Я; 5) надання індивіду максимального зворотного зв'язку в його особистісних проявах, професійній поведінці [2].

Тому зміст навчальної дисципліни в освітньому просторі визначається в аспекті розкриття мотивів вибору професії, формування професійної самосвідомості та професійно важливих якостей у процесі її вивчення. Дисципліна “Медична та біологічна фізика” є важливою ланкою становлення професійної ідентичності майбутніх лікарів.

Однією з основних особливостей становлення професійної ідентичності майбутніх лікарів є розвиток індивідуального стилю навчально-професійної діяльності через безпосереднє виконання індивідуальної роботи в позааудиторний час.

Виконання індивідуальної роботи студентами-медиками в позааудиторний час передбачає створення умов для розкриття їх індивідуальних творчих здібностей, а також вони мають можливість осмислити та прийняти цінності й норми майбутньої професії, реалізувати знання в реальній ситуації.



Індивідуальна робота студентів-медиків при вивченні дисципліни “Медична та біологічна фізика” передбачає форми, які дозволяють реалізувати принцип кумулятивності освітньої діяльності (а саме можливість використання результатів робіт наступними здобувачами освіти). Даний принцип також важливий для розвитку відомих та впровадження нових підходів у викладанні дисципліни викладачами.

У структурі професійної ідентичності виокремлюють такі компоненти: когнітивний, емоційний, мотиваційний та поведінковий. Дані компоненти отримують розвиток в таких формах індивідуальної роботи, які пропонуються на кафедрі біологічної фізики та медичної інформатики:

- ознайомлення з матеріалами науково-популярної газети кафедри “Медична фізика, техніка та інформатика” з наступним поглибленням знань із тематики матеріалу, який викликав зацікавленість і як результат створення короткого відео-пояснення;
- лекторська робота з поширення наукових знань в рамках наукового гуртка зі створенням відео-матеріалу або оформлення у вигляді публікації в науково-популярній газеті, або наукової публікації на конференції;
- створення коротких відео-пояснень (до 5 хв) за матеріалами занять дисципліни з акцентом на майбутню професійну діяльність;
- створення коротких відео (до 5 хв) щодо виконання практичних робіт з отриманням експериментальних даних прямих вимірювань, що забезпечує можливість самостійної обробки даних студентами, які переглянули відео;
- участь у предметній науковій олімпіаді;
- реалізацію творчих наукових проєктів у лабораторії кафедри, і як результат відео-доповідь, наукова публікація.

Крім того розміщення результатів індивідуальних робіт на сайті та Youtube-каналі кафедри забезпечує принцип кумулятивності освітньої діяльності при вивченні дисципліни “Медична і біологічна фізика”.

Отже, індивідуальна робота в рамках дисципліни “Медична і біологічна фізика” є важливою складовою освітнього процесу, яка забезпечує формування професійної ідентичності у студента-медика і є важливою невід’ємною складовою освіти лікаря.

Список використаних джерел

1. Долінська Ю.Г. Особистісне зростання практичного психолога в процесі його професійної підготовки. Психологія. 1998. №1. С. 357-364.
2. Андрушко Я. С. Професійна ідентичність особистості як психологічний феномен / Я. С. Андрушко // Актуальні проблеми соціології, психології, педагогіки. - 2013. - Вип. 19. - С. 104-110



FORMATION AND DEVELOPMENT OF TOLERANCE AS A STUDENT'S PROFESSIONAL COMPETENCE

Filipets N.D., Gerush O.V., Filipets O.O.

Bukovinian State Medical University, Chernivtsi

filipet.natalja@bsmu.edu.ua , o.gerush@gmail.com , o.filipets@gmail.com

The educational process in modern conditions of higher education requires permanent improvement of academic results. Simultaneously, the effectiveness of the process of knowledge acquiring depends on the relationship between the teacher and the student, their desire for joint social and emotional development. It is extremely important to create a space where educational, social and emotional goals are united, where there is no bias, but there is harmony between difference, equality and justice among all stakeholders of the educational process [1]. The holistic theory of learning is based on this process, when all parts of the system - systems of systems, interact and connect to each other [2]. The holistic concept of education is a mechanism for the formation of a complete personality, a medical specialist, who in his/her practical activity will focus on the treatment of "a person as a whole", and not only a specific disease. Therefore, holistic medicine, as a positional approach to health care, emphasizes the uniqueness of each patient, the reciprocity of the doctor-patient relationship, the responsibility of each person for his own health and the responsibility of society for health promotion [3]. Simultaneously, the ability to perceive a person through the prism of individuality is formed only during education and training in the spirit of tolerance.

The purpose of the work is to focus attention on the significance of the formation of a medical student in the modern educational environment, whose integral characteristic and component of academic and professional culture is tolerance.

Methodology. The work uses a descriptive method that forms the development of tolerance as a student's professional competence.

Tolerance is the ability and desire to show respect and equal treatment to different people, nations, beliefs and generations, to be aware of diversity at the personal and social levels [4]. One can improve the tolerant attitude skills and apply them in educational activities, for example, by learning from the experience of teachers from other countries who have been working in a diversified society for decades. Thus, in the USA there is a special practice on the standards of social justice of teaching tolerance (Teaching Tolerance's Social Justice Standards), which helps to build a strong community within the educational audience and fight prejudice [5]. This is a special training for teachers, which consists of several stages. Step 1 – Define the timeline. Each critical conversation has its own context



and meaning, but almost all of them are about identity and injustice. Defining a few key terms can help teachers and students think and talk more clearly about important topics. Step 2 – Define own identity. By taking a close look at one's identity and how it has shaped his/her experiences and influenced our assumptions, one can help themselves recognize unconscious biases before tackling critical topics in class. Step 3 – Assess comfort level with different topics of conversation. To assess comfort, they should ask themselves: which topics are the most and least comfortable to discuss, which topics affect me and my students the most, which topics do I know best or worst, and which topics do I have the most and least experience with. Step 4 – Determine what is holding back. This stage deals with those topics that are least comfortable to discuss with students. Help with mastering them can be presented in these options, where there is a subject of concern and a strategy for solving the problem.

In communication on professional topics tolerance is also of great importance. Questions should be formulated correctly, in particular, open-ended questions should be asked that not only reveal the student's own opinion, but also initiate a fruitful discussion. It should be remembered that different people need different support in learning, so a teacher who adapts his requirements to the individual needs of the student will have more support from the audience and will be able to become a unifying link in the learning process. Simultaneously, the practice of working in small groups is very useful, which helps students achieve goals through cooperation, deepen knowledge and skills, and establish intergroup relations.

Therefore, teaching tolerance, as well as the tolerant attitude of the teacher towards the student, is a necessary component of the educational process, because it involves the acceptance of differences, the formation of values, respect for the beliefs of others, the development of critical judgment and ethical reasoning, the ability to treat "a person as a whole", the ability to avoid conflicts.

References

1. Langrafe T.F., Barakat S.R., Stocker F., Boaventura J.M.G. A stakeholder theory approach to creating value in higher education institutions. *Bottom Line*. 2020;33(4):297-313. doi:10.1108/BL-03-2020-0021.
2. Johnson A. Holistic Learning Theory: More than a Philosophy. *Journal of Contemplative and Holistic Education*. 2023;1(2, article 3). doi: <https://doi.org/10.25035/jche.01.02.03>.
3. Gordon JS. Holistic medicine: advances and shortcomings. *West J Med*. 1982 Jun;136(6):546-51.
4. Sakallı Ö, Tlili A, Altınay F, Karaatmaca C, Altınay Z, Dağlı G. The Role of Tolerance Education in Diversity Management: A Cultural Historical Activity Theory Perspective. *SAGE Open*. 2021;(4): 215824402110608. URL: <https://doi.org/10.1177/21582440211060831>.
5. Teaching Tolerance. Let's Talk: A Guide to Facilitating Critical Conversations With Students. Montgomery: The Southern Poverty Law Center, 2019. URL: <https://www.learningforjustice.org/sites/default/files/2019-12/TT-Lets-Talk-December-2019.pdf>.



СУЧАСНІ АСПЕКТИ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ ЛІКАРІВ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Хайрнасов Р.Н., Хайрнасова А.В.

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

ruslan.khairnasov@gmail.com, dockhairnasova@gmail.com

Сфера медичної освіти в Україні зазнала значних трансформацій за останні роки. Перш за все, на це вплинув COVID-19 з його обмеженнями на особисту присутність на заняттях та лекціях. Тому, дистанційна освіта відіграє в цьому ключову роль. Ці зміни ще більше прискорилися через глобальні конфлікти, такі як війна в Україні, що вимагало новаторських підходів для забезпечення безперервного професійного розвитку медичних працівників.

Війна створює серйозні виклики для дистанційної освіти, особливо для медичних працівників, які знаходяться на фронті. По-перше, це технологічні бар'єри. У зонах конфлікту інфраструктура може бути сильно пошкоджена, що призводить до нестабільного інтернет-з'єднання та енергопостачання. Це ускладнює доступ до онлайн-освітніх ресурсів і живих віртуальних занять [9]. По-друге, це психологічний стрес. Психологічний вплив війни на медичних працівників не можна недооцінювати. Високий рівень стресу та психічні проблеми можуть впливати на здатність лікарів ефективно займатися навчанням [4]. Постійні переживання ускладнюють процес засвоєння матеріалу. І наостанок, практичне навчання. Медична освіта сильно залежить від практичного навчання. Імітація клінічного досвіду через віртуальні платформи залишається єдиним можливим механізмом, особливо за відсутності відповідних технологічних інструментів і ресурсів [5].

Можливості дистанційної медичної освіти під час війни. Попри ці виклики, дистанційна освіта також пропонує кілька можливостей, які можна використовувати під час війни. Онлайн-освіта є гнучкою та доступною, вона надає можливість навчатися з будь-якого місця, що є важливим для лікарів, які можуть бути переміщені або працювати в різних місцях через конфлікт [8]. Розвиток таких передових технологій, як віртуальна реальність (VR) і доповнена реальність (AR), має потенціал для покращення практичного навчання. Ці технології можуть імітувати клінічні сценарії, дозволяючи лікарям практикувати та вдосконалювати свої навички у віртуальному середовищі [2]. Дистанційна освіта сприяє глобальній співпраці з міжнародними експертами. Це може призвести до обміну знаннями та ознайомлення з найкращими світовими практиками, що особливо корисно в регіонах,



охоплених війною, де місцеві ресурси можуть бути обмежені [6]. Впровадження телемедичних платформ дозволило лікарям продовжувати навчання під час дистанційного надання медичної допомоги пацієнтам. Ці платформи також сприяли створенню мереж наставництва та підтримки колег [3]. До того ж університети та медичні установи розробили віртуальні навчальні програми, які включають інтерактивні вебінари, онлайн-курси та віртуальні клінічні симуляції. Ці програми мають на меті подолати розрив у практичному навчанні та забезпечити лікарям змогу продовжувати свій професійний розвиток [1]. Враховуючи психологічний вплив війни, було впроваджено ініціативи для надання психологічної підтримки медичним працівникам. Онлайн-консультації та майстер-класи з управління стресом були інтегровані в програми дистанційної освіти [7].

Отже, війна тільки підкреслила критичну потребу в адаптивних та стійких освітніх системах.

Список використаних джерел

1. Ahmed, H., Allaf, M., Elghazaly, H. COVID-19 and medical education. *The Lancet Infectious Diseases*, 2020. 20 (7), 777-778 с.
2. De Ponti, R., Marazzato, J., Maresca, A. M., Rovera, F., Carcano, G., Ferrario, M. M. Pre-graduation medical training including virtual reality during COVID-19 pandemic: A report on students' perception. *BMC Medical Education*, 2020. 20(1), 1-7 с.
3. Keshvardoost, S., Bahaadinbeigy, K., Fatehi, F. (2020). Role of telehealth in the management of COVID-19: Lessons learned from previous SARS, MERS, and Ebola outbreaks. *Telemedicine and e-Health*, 26(7), 850-854 с.
4. Lai, J., Ma, S., Wang, Y., Cai, Z., Hu, J., Wei, N., Hu, S. (2020). Factors associated with mental health outcomes among health care workers exposed to coronavirus disease 2019. *JAMA network open*, 3(3), e203976-e203976.
5. Rose, S. Medical student education in the time of COVID-19. *JAMA*, 323(21), 2020. 2131-2132 с.
6. Schwamm, L. H., Estrada, J., Erskine, A., Licurse, A. Virtual care: new models of caring for our patients and workforce. *The Lancet Digital Health*, 2(6), 2020. 282-285 с.
7. Shanafelt, T., Ripp, J., Trockel, M. (2020). Understanding and addressing sources of anxiety among health care professionals during the COVID-19 pandemic. *JAMA*, 323(21), 2133-2134 с.
8. Swanwick, T., Forrest, K., O'Brien, B. C. *Understanding Medical Education: Evidence, Theory, and Practice*, 2021.
9. Vara, J., Littlejohns, P., Wilson, E. The impact of armed conflict on medical education: A study in Syria. *Conflict and Health*, 2020. 14(1), 1-8 с.



НЕОБХІДНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ДО ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ МЕДИЦИНИ ТА ФАРМАЦІЇ

Чалий К.О. , Кривенко І.П.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

kirchal@univ.kiev.ua

Модернізація навчальних програм у медичній освіті для підвищення готовності до цифрових трансформацій набуває особливо важливу роль у контексті вдосконалення якості та осучаснення підготовки медичних фахівців. Інтенсивні зміни у сфері інформатизації медицини вимагають від медичних фахівців швидкої адаптації та набуття компетенцій щодо активного використання сучасних цифрових інструментів і технологій. Цільове осучаснення навчальних програм дозволить врахувати ці тенденції та підготувати студентів-медиків та медичних працівників, які проходять курси післядипломної підготовки, до ефективного використання медичних інформаційних технологій у своїй практиці та сприятиме запобіганню виникнення недостатності цифрових компетентностей.

Із широкомасштабним введенням медичних інформаційних систем зростає значення кібербезпеки в медичних установах і, відповідно, медичні фахівці повинні розуміти загрози та вміти захищати медичну інформацію. Стрімкий розвиток та поширення телемедицини підвищує важливість навчання медичних фахівців безпечно та ефективно використовувати цифрові платформи для консультацій, віддаленого моніторингу та обміну медичною інформацією. Знання про інновації та нові цифрові технології в медицині дозволяє медичним фахівцям бути фахово підготовленими до реалізації сучасних підходів у діагностиці, лікуванні та догляді за пацієнтами. Медичні фахівці повинні бути готові до використання різноманітних цифрових інструментів та платформ. Модернізація навчальних програм у медичній освіті відповідає викликам сучасної медицини, забезпечуючи студентам та медичним фахівцям необхідні навички та знання для успішної практики в епоху цифрових трансформацій.

Події глобального та історичного масштабу, такі як пандемія COVID-19 та російська агресія проти України, підкреслюють важливість та необхідність високого рівня готовності медичних фахівців до ефективного використання інформаційних технологій для подолання викликів у галузі громадського здоров'я.

Актуальність модернізації навчальних програм для підвищення готовності до цифрових трансформацій та запобігання недостатності цифрових компетентностей серед



студентів-медиків та медичних працівників, пов'язана із нагальною необхідністю їх якісної підготовки до викликів сучасної медицини, де інформаційні технології відіграють ключову роль у підвищенні якості медичних послуг, забезпеченні безпеки пацієнтів та покращенні результатів лікування.

Навчальні дисципліни з питань медичних інформаційних технологій відіграють дедалі важливішу роль у сучасній медичній освіті, оскільки це безпосередньо пов'язано із загальними процесами цифрових трансформацій у суспільстві, які диктують нові вимоги до підготовки кваліфікованих фахівців та відповідної актуалізації парадигми медичної освіти. Впровадження інформаційних технологій у медичну практику призвело до певної зміни уявлень про надання медичних послуг. Сучасні лікарі повинні вільно володіти навичками роботи з електронними медичними записами, телемедичними системами та іншими інформаційними технологіями. Використання медичних інформаційних технологій дозволяє покращити якість та доступність медичної допомоги для пацієнтів. Електронні системи медичних записів спрощують обмін інформацією, а телемедичні платформи забезпечують можливість дистанційного консультування.

Зростання кількості цифрових даних у медицині вимагає високого рівня кібербезпеки та правильного керування даними. Важливо навчати медичних фахівців заходам щодо забезпечення конфіденційності медичних даних, їх коректного зберігання та використання. Інформаційні технології вже допомагають оптимізувати робочі процеси у медичних установах, а впровадження електронних систем управління лікарнями, розподіл ресурсів та інші аспекти автоматизації сприяють ефективнішому функціонуванню багатокомпонентної системи надання медичних послуг. Сучасні медичні технології надають нові можливості у діагностиці, лікуванні та наукових дослідженнях. Медичні фахівці, які володіють навичками в галузі медичних інформаційних технологій, будуть краще підготовлені до впровадження інновацій та цифрових трансформацій у галузі медицини. З розвитком телемедицини та глобального доступу до медичної інформації, навички в галузі медичних інформаційних технологій стають невід'ємною частиною медичної освіти.

Медична система постійно прогресує та змінюється, і медичні інформаційні технології допомагають медичним фахівцям адаптуватися до нових вимог та стандартів у сфері охорони здоров'я. Враховуючи загальносвітові тенденції зростання ролі цифрових трансформацій у медицині, навчання медичних фахівців медичним інформаційним технологіям визнається як критично важлива складова сучасної медичної освіти в Україні.



К. Чалий та І. Кривенко вдячні за підтримку у підготовці даної тези доповіді проєкту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID) «Підтримка реформи охорони здоров'я» у межах виконання грантової програми з розвитку цифрових компетентностей працівників охорони здоров'я та здобувачів медичної та фармацевтичної освіти.

ІНТЕРАКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ЛІКАРІВ-ІНТЕРНІВ

Швець Н.І. , Бенца Т.М. , Пастухова О.А.

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

bentsa_t@i.ua

Приєднання закладів вищої освіти до Європейського простору вищої освіти сприяє розвитку компетентнісного підходу у навчанні, тобто комплексному розвитку світогляду, навчанню роботи з інформацією та опануванням лікарями-інтернами компетентностей, умінь і навичок, які допомагають їм бути успішними, конкурентоздатними та цінними на ринку праці. Саме тому необхідна зміна підходів до викладання, зокрема імплементація в навчальний процес інтерактивних технологій навчання.

На відміну від активних методів, інтерактивні орієнтовані на ширшу взаємодію лікарів-інтернів не лише з викладачем, а й одного з одним, на домінування активності інтернів у процесі навчання. Роль викладача на інтерактивних заняттях зводиться до скеровування діяльності інтернів усвідомлено та самостійно досягати цілей заняття, оскільки, маючи чіткі орієнтири й усвідомлюючи, чого вони можуть навчитись, яких навичок набути, які ставлення розвинути, вони будуть послідовно й системно опановувати нові знання та навички.

У навчальному процесі лікарів-інтернів можуть використовуватись різні інтерактивні методи, наприклад метод «мозкового штурму» та дискусії, підготовка до іспиту «Крок-3», рольова гра, робота в групах із теоретичним матеріалом, метод клінічних завдань.

Метод «мозкового штурму» – це ефективний метод колективного обговорення, пошук рішення, при якому відбувається вільне висловлювання думок усіх учасників. Таким чином за декілька хвилин можна отримати велику кількість ідей, які служитимуть основою для вирішення проблеми. Цей метод можна використовувати як при очній, так і при дистанційній формах навчання.



Метою тестового іспиту «Крок-3» є встановлення відповідності рівня професійної компетентності інтерна мінімально необхідному рівню згідно з вимогами. Професійна компетентність визначається як уміння застосовувати знання й розуміння фундаментальних біомедичних наук та основних медичних дисциплін, які є важливими для забезпечення лікарської допомоги хворому. Підготовка до іспиту «Крок-3» полягає у поділі лікарів-інтернів на групи, які обговорюють тести з бази «Крок-3» та дають обґрунтовану відповідь.

Наступний інтерактивний метод – рольова гра, під час якої інтерни відтворюють різні ситуації в ролях лікаря та пацієнта і дають зворотний зв'язок один одному. Йдеться не лише про опанування технік комунікації та підготовку до різних ситуацій під час роботи з пацієнтами, але й про формування пацієнторієнтованого ставлення, розвиток емпатії, співчуття, бажання допомогти й бути корисним.

Метою застосування методу роботи в групах з теоретичним матеріалом є засвоєння знань із певної теми, розвиток аналітичних здатностей, формування навичок презентації, лаконічного та послідовного подання інформації, вдосконалення навичок командної роботи. При цьому інтерни самостійно засвоюють теоретичний матеріал і презентують його один одному. Для організації обговорення в групах викладач чітко формулює завдання, формує невеликі (для більш тісної комунікації) групи, пропонує групам обрати спостерігачів, які потім будуть розповідати про те, як відбувалося обговорення та які рішення були ухвалені. Таким чином відбувається навчання як на рівні запам'ятовування, так і на рівні розуміння матеріалу. Участь в обговоренні дає можливість розвивати комунікативні навички, досягати результатів навчання у сфері пізнання не лише на рівні запам'ятовування і відтворення, а й на інших рівнях спілкування. Сучасні технології дозволяють вільно проводити онлайн-трансляції будь-яких презентацій, тому цей напрям навчання інтернів буде зручним як при дистанційних формах занять, так і очних.

Метод клінічних завдань, або аналіз історій і ситуацій полягає у докладному розгляді реальної або вигаданої історії пацієнта, в якій описаний клінічний випадок із питаннями, на які необхідно дати відповідь. Цей напрям роботи з інтернами застосовується для відпрацювання навичок швидкого аналізу, синтезу та класифікації отриманої інформації, формування критичного мислення, вміння приймати рішення самостійно та у складі мультидисциплінарної команди, розвитку комунікації (активне слухання, участь у дискусії тощо) і розуміння важливості відповідальності й уваги до деталей у клінічній практиці.



Таким чином, впровадження інтерактивних методів у навчальний процес сприяє кращому засвоєнню лікарями-інтернами теоретичного матеріалу, здобуттю практичних навичок, формуванню критичного мислення, розуміння причинно-наслідкового зв'язку та довгострокових наслідків різних рішень, підвищенню відповідальності та уваги до деталей у своїй роботі.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ GEMINI ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ У ФАХОВОМУ КОЛЕДЖІ

Шинкура Л. М., Шинкура В.М.

*заклад фахової передвищої освіти фахового коледжу Буковинського державного медичного
університету, м. Чернівці*

shinkura.l.m@bsmu.edu.ua, shinkura.v@bsmu.edu.ua

Зробити урок з математики цікавим для студентів може бути складно, оскільки не всі студенти люблять цей предмет. Необхідно використовувати різноманітні методи навчання, щоб охопити і зацікавити всіх студентів у групі. Існує багато онлайн-ресурсів, програм та ігор, які можна використовувати для покращення викладання математики.

Наприклад, Gemini, розроблений Google DeepMind - штучний інтелект, що містить різні додатки, може розуміти текст, код, аудіо, зображення і відео. З ним можна працювати на різних пристроях – планшеті, комп'ютері, мобільному телефоні. Щоб скористатися вебдодатком Gemini на сторінці gemini.google.com, необхідно ввійти за допомогою облікового запису Google. Додатки Gemini – це доступ до штучного інтелекту від Google. Вони допомагають навчатися, планувати, писати тексти й багато іншого. Google випустила Gemini в 3 версіях, що відрізняються розмірами та функціоналом: Nano, Pro, Ultra. Gemini Nano – найменша модель. Вона добре вирішує завдання, що вимагають допомоги ШІ, безпосередньо на пристрої, без підключення до зовнішнього сервера. Це можуть бути наступні завдання : обробка тексту, відповіді у чаті. Крім зручності, ця модель ШІ гарантує користувачам збереження конфіденційності даних, історія може приховуватись, або видалятися. Gemini Pro – модель-універсал середнього розміру, може виконувати ширший спектр завдань. Її головне призначення – обробка даних у корпоративних центрах Google. Gemini Ultra – найбільша та найпотужніша модель, призначена для вирішення надскладних завдань. Доступ до Ultra поки



мають лише обрані експерти з безпеки, тестувальники та ключові бізнес-партнери корпорації. Їй першій вдалося випередити людину в стандартному тесті за допомогою якого вимірюють здібності штучного інтелекту - MMLU (Massive Multitask Language Understanding), отримавши 90%. Цей тест складається з набору завдань з 57 тематичних розділів, які включають математику, фізику, географію, історію, право, економіку, медицину, етику, а також складні питання, присвячені логічним помилкам, моральним проблемам повсякденності тощо. Тим, хто захоче скористатися найпотужнішою версією Gemini Ultra, доведеться платити. Платна версія називатиметься Bard Advanced [1]. Звичайно, що Gemini може мати такі ж недоліки, як і інші моделі штучного інтелекту. Серед них: ризик створення неправдивої інформації, доступ до навчальних матеріалів низької якості. Розробники розуміють, що їхня модель може «галюцинувати», помилятися, але попри деякі недоліки, розробка такого штучного інтелекту є дуже важливим етапом у розвитку всіх галузей людської діяльності, і навчання зокрема.

Gemini можна використовувати як для студентів, так і для викладача - для планування і прогнозування навчання, для створення завдань і підготовки уроків. Теми, які можна обговорювати можуть бути різні, в тому числі і з математики.

Використання Gemini є корисним тому, що він пропонує різні математичні ігри, які допоможуть вам зробити навчання цікавим та захоплюючим. Ці ігри можуть допомогти вам покращити свої обчислювальні навички, вирішення проблем та просторове мислення. Gemini має вбудований калькулятор, який можна використовувати для виконання математичних обчислень. Це може бути корисно для перевірки відповідей на завдання або для вирішення складних проблем. Gemini пропонує колекцію відеоуроків з математики, які охоплюють широкий спектр тем. Ці відеоуроки можуть бути корисні для розуміння нових концепцій або для отримання додаткових пояснень складних тем. Викладачу потрібно тільки правильно зорієнтувати своїх студентів, щоб вони могли, раціонально використовуючи свій час, покращити знання з математики.

При вивченні різних розділів математики, дуже корисно звертатись до історії і пропонувати студентам підготувати доповіді на ту чи іншу тему, пов'язану з певним розділом. І знову ж таки Gemini має бібліотеку статей з математики, які можуть допомогти у такій підготовці на різні теми. Ці статті написані зрозумілою мовою та часто містять приклади та ілюстрації.

Як допомога для викладача Gemini пропонує практичні тести з математики, які допоможуть підготуватися до заняття.



Для студентів можна запропонувати використати картки знань. Gemini має картки знань з математики, що допоможуть студентам запам'ятати важливі формули та визначення [2].

Gemini може бути цінним інструментом для студентів для підготовки до уроків з математики. За допомогою різноманітних функцій можна практикувати свої навички, готуватися до тестів.

Наприкінці, можна зазначити, що у сучасному світі необхідно використовувати всі можливості для викладання і навчання. Зробити це легко, цікаво і просто можна за допомогою штучного інтелекту. Крім Gemini, це також може бути Chat GPT, Midjourney, DALL-E, OpenAI та багато інших, що стрімко розвиваються і впроваджуються у наше життя.

Список використаних джерел

1. С.Васильченко Що таке Gemini, як працює та кому буде корисний новий ШІ від Google URL: <https://happymonday.ua/shho-take-gemini-vid-google> (дата звернення: 09.05.2024)
2. Систематизація знань з математики за допомогою цифрових ментальних карт
3. URL: <https://umity.in.ua/card/?id=598234> (дата звернення: 13.05.2024)

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ 2 КУРСУ ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ МЕДИЧНОГО ЗВО ДО ЗДАЧІ НМТ З МАТЕМАТИКИ

Шинкура В. М., Шинкура Л.М.

*заклад фахової передвищої освіти фахового коледжу Буковинського державного медичного
університету, м.Чернівці*

shinkura.v@bsmu.edu.ua, shinkura.l.m@bsmu.edu.ua

Студенти 2 курсу на основі базової загальної середньої освіти мають скласти Національний мультипредметний тест (НМТ) з чотирьох дисциплін, однією з обов'язкових є математика. Блок математики складається з 22 запитань, з яких 15 – це тести з однією правильною відповіддю, 3 – завдання на відповідність і 4 – завдання з відкритою відповіддю. Саме у завданнях з відкритою відповіддю у кожному варіанті присутнє останнє запитання – лінійне рівняння або нерівність з параметром. Лінійне рівняння з параметрами - це рівняння, яке містить змінну та один або декілька параметрів.

Для студентів, яким викладається математика рівня стандарт, такі завдання є незрозумілими, тому приклади таких рівнянь та нерівностей розв'язуються на консультаціях.



Особливістю розв'язування таких завдань є дослідження процесу залежно від параметрів, що потребує міцних предметних знань з математики, сформованості у студентів інтелектуальних умінь аналізу, синтезу, узагальнення тощо.

Розв'язання лінійного рівняння з параметрами полягає у знаходженні значень змінної x , які при підстановці в рівняння роблять його правильним для будь-яких допустимих значень параметра.

Розглянемо як приклад, пояснення розв'язку наступного завдання: Визначте найбільше ціле значення параметра a , за якого корінь рівняння є від'ємним числом.

$$a^2x - a = x \cdot (a^2 - a) - 10$$

По перших, визначимо якого типу є це рівняння. Воно, на перший погляд здається квадратичним, але ні, якщо змінна x є у степені 1, то це є лінійне рівняння.

Перетворимо рівняння, розкривши дужки: $a^2x - a = a^2x - ax - 10$, далі розділяємо: $a^2x - a^2x + ax = a - 10$, скоротивши, отримаємо: $ax = a - 10$. Поділимо на параметр a :

$$x = \frac{a - 10}{a}$$

Потрібно знайти найбільше ціле значення параметра, при якому корінь x буде від'ємним, тобто розв'язати нерівність: $\frac{a-10}{a} < 0$.

Тепер необхідно проаналізувати цю дробову раціональну нерівність. Це можна зробити двома способами: 1) через систему нерівностей; 2) методом інтервалів. Розв'яжемо другим методом. Знайдемо нулі чисельника і знаменника. Чисельник дорівнює 0 якщо $a=10$, знаменник $a \neq 0$. Тому розглянемо три інтервали $(-\infty; 0)$, $(0; 10)$ і $(10; +\infty)$ і визначимо знак нерівності на них, взявши будь які значення із цих інтервалів і порахувавши яким буде знак змінної. Виявляється, що лише на інтервалі для параметра $(0; 10)$ значення змінної буде від'ємним. А так як точка 10 не входить в інтервал, то найбільшим цілим числом з цього інтервалу буде число 9.

Як правило, після пояснення декількох прикладів рівнянь або нерівностей з параметром, студенти вже і самі починають орієнтуватись у алгоритмі розв'язку подібних завдань.



ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ МЕДИЧНОЇ ПСИХОЛОГІЇ

Юрценюк О.С., Ротар Є.С.

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

yurtsenyuk.olga@bsmu.edu.ua, lizarotar5.med@bsmu.edu.ua

Реалії сьогодення та аналіз світового досвіду вказують на актуальність потреби населення України в медико-психологічній допомозі й відповідно стає очевидним необхідність підготовки дипломованих фахівців – лікарів-психологів для практичної охорони здоров'я, які могли б здійснювати психопрофілактичні, психогігієнічні, психодіагностичні, консультативні, психокорекційні та психотерапевтичні заходи у профільних клініках.

Медична психологія визначається як спеціальна психологічна дисципліна, предметом якої є вивчення психологічних/психічних розладів при різноманітних соматичних розладах/хворобах, їх етіології, аналізу умов виникнення і розвитку, класифікації, діагностики та психологічного втручання (інтервенції) з метою відновлення та збереження психічного і соматичного здоров'я.

Для опанування матеріалу медичної психології в тій чи іншій клініці необхідні певні методологічні підходи. Для підготовки кваліфікованих спеціалістів створено галузеві навчальні програми з клінічних дисциплін, які вивчають майбутні лікарі-психологи. У навчальних програмах передбачено особливості психології хворих на різні соматичні й психосоматичні захворювання залежно від структури особистості, причин та умов виникнення і розвитку психічних/психологічних відхилень та розладів. Показано динаміку їх проявів, вплив психологічних феноменів і психічних розладів на перебіг соматичного і психосоматичного захворювання. Розкрито внутрішню картину хвороби та її залежність від соціального стану хворого, його менталітету. Вказано можливі види психокорекційної роботи в процесі лікування хворого, методи психогігієни і психопрофілактики. На основі галузевих навчальних програм з кожної клінічної дисципліни розроблено робочі навчальні програми, в яких висвітлено всі вище названі питання і шляхи їх вирішення.

У лекціях і на практичних заняттях, необхідно наголошувати на особливостях психіки і психології при тих чи інших соматичних захворюваннях. У методичних розробках для викладачів і методичних вказівках для студентів повинні бути конкретні рекомендації щодо вміння сформулювати психологічний діагноз, реєстр-синдром, що є передумовою застосування психокорекції, психотерапії та методів реабілітації.



Одним із суттєвих шляхів якісної підготовки лікарів-психологів є створення навчальних посібників з клінічних дисциплін. Основним у навчальному процесі є роботи майбутніх лікарів-психологів із хворими, дослідження у них психічного/психологічного стану з наступним опануванням методів надання медико-психологічної допомоги.

На курсі психіатрії та медичної психології підготовлено і видано навчальні посібники «Основи психотерапії», «Дитяча психотерапія», «Медична психологія (тести)», «Практикум з психотерапії», «Синдроми психічних поведінкових розладів», «Акушерство та гінекологія з основами медичної психології», «Алгоритм із догляду за хворими у психіатричному стаціонарі» та інші.

Важливим компонентом в підготовці лікарів-психологів є виробнича практика, яка проводиться на клінічних базах, де студенти мають можливість відпрацювати та удосконалити свої практичні навички.

З 2004 року при Буковинському державному медичному університеті функціонує «Медико-психологічний центр». Центр є навчальною та консультативною базою кафедри нервових хвороб, психіатрії та медичної психології ім. С.М. Савенка. Основними завданнями центру є: викладання студентам та лікарям-інтернам медико-психологічних та окремих психологічних дисциплін; організація та забезпечення виробничої практики студентів з медико-психологічних дисциплін та стажування лікарів-інтернів; проведення організаційно-методичної роботи та підвищення кваліфікації лікарів, медичних сестер, психологів, педагогів та соціальних працівників з питань надання медико-психологічної допомоги населенню; забезпечення комплексної консультативної медико-психологічної допомоги населенню; вдосконалення медико-психологічної допомоги шляхом розробки психокорекційних, психотерапевтичних, тренінгових та реабілітаційних програм.

Такий підхід підготовки фахівців за спеціальністю «Медична психологія» на профільних клінічних кафедрах сприяє глибокому опануванню знаннями, практичними навичками та вміннями з клінічної медицини та медичної психології з метою забезпечення збереження психічного здоров'я населення, що зумовлено високою потребою системи охорони здоров'я і суспільства в цілому.



МІЖПРЕДМЕТНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ БІОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ І ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ТА СУДОВОЇ ХІМІЇ СТУДЕНТАМ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ БДМУ

Яремій І.М.

Буковинський державний медичний університет, Чернівці

yaremii.iryana@bsmu.edu.ua

«Біологічна хімія» вивчається студентами-фармацевтами, спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація», які навчаються на другому (магістерському) рівні на третьому році навчання (5-6-й семестри), а «Токсикологічна та судова хімія» – на четвертому році навчання (8-й семестр).

Із багатьма поняттями і термінами, які використовуються в обох навчальних дисциплінах студенти вперше знайомляться в курсі біологічної хімії, що певною мірою забезпечує в подальшому успішне засвоєння окремих тем курсу «Токсикологічної та судової хімії». Наприклад, про причини розвитку гіпоксії при отруєнні чадним газом (утворення карбоксигемоглобіну) та при отруєнні нітратами й іншими сполуками-окисниками (метгемоглобінемія); механізм блокування цитохромоксидази дихального ланцюга за дії ціанідів та СО. Для засвоєння навчального матеріалу «Токсикологічної та судової хімії» необхідне розуміння механізму незворотнього інгібування ацетилхолінестерази за дії пестицидів, інсектицидів та інших фосфорорганічних отрут, зокрема їх препаратів і нервово-паралітичних отрут, а також механізм неконкурентного інгібування ферментів за дії катіонів важких металів; механізми ампліфікації генів, що кодують металотіонеїни; механізм блокування мультиензимних комплексів, що забезпечують окисне декарбоксілювання кетокислот шляхом блокування арсенатами такого їх компонента, як ліпоева кислота.

Вивчаючи порфіринурії увага студентів ацентується зокрема на тому, що отруєння солями плюмбуму, етанолом, пестицидами, певними лікарськими засобами може провокувати загострення та клінічні прояви порфіринурій. Ці знання знадобляться студентам при вивченні ними на 4-му курсі теми «Токсикологічна характеристика металів: застосування, властивості, токсичний вплив, клінічна картина гострих отруєнь, метаболізм, розподіл в організмі та екскреція. Мікро та макроелементи».

У модулі №2 із біологічної хімії студенти знайомляться з механізмами дії антиметаболітів обміну нуклеотидів, протипухлинних засобів, які діють як конкурентні інгібітори певних ферментів, зокрема задіяних у синтезі піримідинових нуклеотидів (метотрексат – конкурентний інгібітор дигідрофолатредуктази, а 5-флуорурацил – тимідилатсинтази). Ці знання використовуються при вивченні в курсі «Токсикологічної та судової хімії», зокрема в розділі «Синтетичні лікарські засоби», де розглядається токсикологічна характеристика похідних урацилу. При вивченні модулю №2 із «Токсикологічної та судової хімії» розглядаючи алкалоїди та їх синтетичні аналоги пригадують із біохімії про вплив теофіліну та кофеїну на активність фосфодіестрази цАМФ та метаболічні процеси в організмі людини.



У модулі №2 із біологічної хімії вивчаються основні типи реакцій, які забезпечують 1-шу та 2-гу фази знешкодження ксенобіотиків і метаболізму лікарських засобів. При цьому, особливу увагу приділяється системі мікосомального окислення, ролі цитохрому Р-450 та препаратом, які є індукторами чи інгібіторами цитохрому Р-450, а також ферментам класу трансфераз, які забезпечують глюкуронову, сульфатну та глутатіонову кон'югацію, реакції ацетилювання та метилювання під час детоксикації ксенобіотиків та в процесі метаболізму ліків. Увага студентів акцентується також на тому, що у процесі метаболізму ліків може відбуватися як втрата їх фармакологічної активності, так і її посилення чи навіть, зміна фармакологічної спрямованості. При цьому наводяться приклади препаратів (наприклад, перетворення кодеїну на морфін, метаболізм сульфаніламідів, саліцилатів, барбітуратів тощо). Ці знання необхідні для засвоєння розділу «Синтетичні лікарські засоби» у курсі «Токсикологічної та судової хімії». У курсі «Біологічної хімії» розглядаються механізм спиртового бродіння, особливості метаболізму етилового спирту, біохімічні зміни, які виникають при гострому чи хронічному отруєнні етанолом, а також біохімічний аспект обґрунтування використання високих доз етилового спирту при отруєнні метиловим; біохімічні механізми дії препаратів, які викликають відразу до алкоголю і використовуються в лікуванні хронічного алкоголізму. Ця інформація також є надзвичайно важливою для успішного засвоєння курсу «Токсикологічної та судової хімії».

Отже, компетенції набуті студентами-фармацевтами під час вивчення «Біологічної хімії» безперечно мають значення для опанування компетенцій курсу «Токсикологічної та судової хімії», а викладання навчального матеріалу обох дисциплін необхідно здійснювати в постійному інтегративному зв'язку задля поглиблення знань і вмінь студентів-фармацевтів, розвитку їх професійного мислення й ерудиції, формування необхідних базових і професійних (фахових) компетенцій майбутніх фахівців фармацевтичної галузі.