

ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА

УДК 378.001.8:612.1/.8

DOI <https://doi.org/10.32782/health-2024.1.25>

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ТА МЕТОДІВ У НАВЧАННІ ФІЗІОЛОГІЇ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ РІЗНИХ КРАЇН СВІТУ

Запорожець Тетяна Миколаївна,
доктор медичних наук,
професор кафедри фізіології
Полтавського медичного університету
ORCID: 0000-0002-1832-7680

Коровіна Лідія Дмитрівна,
кандидат біологічних наук,
старший викладач кафедри біофізики
Полтавського медичного університету
ORCID: 0000-0003-4989-997X

Сухомлин Тетяна Анатоліївна,
кандидат медичних наук,
доцент кафедри фізіології
Полтавського медичного університету
ORCID: 0000-0003-4146-2909

Статтю присвячено аналізу підходів до навчання фізіології студентів медичних університетів різних країн світу; проаналізовано методи, які найбільш доцільно використовувати у викладанні фізіології в Україні для вдосконалення ефективності освітнього процесу. Проведено бібліографічний, інформаційний та семантичний пошук джерел щодо підходів та технологічних методів, які застосовуються під час навчання фізіології у медичних навчальних закладах. Опрацьовано матеріали у базах даних PubMed, SCOPUS, Web of Science та Google Scholar. Виконано систематичний аналіз оригінальних досліджень та оглядів, опублікованих із 2000 до 2023 р. Статті були відібрані та перевірені згідно з інструкціями PRISMA.

Сучасні методи викладання фізіології у медичній освіті включають такі основні види: лекції, практичні та лабораторні роботи, навчальні експерименти, кооперативне навчання, проблемно-орієнтоване навчання, навчання через спостереження, навчання на основі конкретних випадків (кейс-технології), перевернутий клас, командне навчання, навчання на основі моделювання, онлайн-навчання, опанування методів доказової медицини.

Широке впровадження методів навчання, які зменшують взаємодію викладачів та студентів, збільшують відносний час самостійного навчання або навчання у студентському колективі, має позитивні боки, але несе низьку ризиків. Зменшення тривалості керованого навчання, збільшення витрат часу на пошук вирішення навчальних завдань, збільшення ймовірності, що студент не отримує індивідуальної допомоги від викладача у складних питаннях, – ці та інші особливості інноваційних методів треба враховувати особливо уважно під час вивчення фундаментальних наукових дисциплін, які формують системне уявлення про біологічні процеси, але досвід та навички навчальної роботи у багатьох студентів ще недостатньо сформовані.

*Упровадження у медичну освіту проблемно-орієнтованого навчання викликало занепокоєння у медичному та науковому товаристві щодо ризику появи прогалів у фундаментальних знаннях фізіологічних процесів, що негативно впливає на здатність фахівця оцінювати нестандартні медичні ситуації. У відповідь на це Європейське фізіологічне товариство розробило навчальну програму з фізіології для студентів-медиків *Physiological Objectives for Medical Students*. Вона містить 10 розділів, які включають основні поняття фізіології, план вивчення систем організму та принципів їх регуляції.*

Аналіз досвіду використання різних методів навчання показує, що кожен із них має свої позитивні риси та недоліки. Більшість інноваційних методів орієнтовано на активізацію навчальної діяльності студентів, розвиток їхніх навичок командної роботи, формування аналітичних навичок, створення міждисциплінарних, системних знань. Але кожен із методів має також і недоліки, що унеможливує його застосування як єдиного рекомендованого. Змішане навчання з використанням високотехнологічних методів інформаційного забезпечення, засто-

суванням віртуальних та модельних експериментів із метою повноцінної заміни експериментів на тваринах, актуалізації знань є рекомендованим і необхідним у сучасному світі.

Ключові слова: аналіз методів навчання, інноваційні форми та методи, фізіологія, здобувачі освіти, вища медична освіта.

Tetiana Zaporozhets, Lidiia Korovina, Tetiana Sukhomlyn. Analysis of approaches and methods in teaching physiology to students of medical universities in different countries of the world

The article is dedicated to the analysis of approaches to teaching physiology of students of medical universities in different countries of the world, and the methods that are most appropriate to use in teaching physiology in Ukraine to improve the effectiveness of the educational process are analyzed. The authors conducted a bibliographic, informational and semantic search of sources regarding the approaches and technological methods used in the teaching of physiology in medical educational institutions. Materials from PubMed, SCOPUS, Web of Science and Google Scholar databases were processed. A systematic review of original studies and reviews published between 2000 and 2023 was performed. Articles were selected and screened according to PRISMA guidelines.

Modern methods of teaching physiology in medical education include the following main types: lectures, practical and laboratory work, educational experiments, cooperative learning, problem-oriented learning, learning through observation, learning based on specific cases (case technologies), flipped class, team learning, learning based on modeling, online learning, mastering the methods of evidence-based medicine.

The widespread implementation of teaching methods that reduce the interaction between teachers and students, increase the relative time of independent study or study in a student group, has positive aspects, but carries a number of risks. Reducing the duration of supervised learning, increasing the time spent on finding solutions to educational tasks, increasing the probability that a student does not receive individual help from a teacher in difficult questions – these and other features of innovative methods should be taken into account especially carefully during the study of fundamental scientific disciplines that form a systematic ideas about biological processes, but the experience and skills of educational work in many students are not yet sufficiently formed.

The introduction of problem-oriented learning into medical education caused concern in the medical and scientific community about the risk of gaps in the fundamental knowledge of physiological processes, which negatively affects the specialist's ability to assess non-standard medical situations. In response to this, the European Physiological Society developed a physiology curriculum for medical students "Physiological Objectives for Medical Students". It includes 10 chapters, which include the basic concepts of physiology, a plan for studying body systems and the principles of their regulation.

Analysis of the experience of using different teaching methods shows that each of them has its positive features and disadvantages. Most of the innovative methods are focused on the activation of students' educational activities, the development of their teamwork skills, the formation of analytical skills, and the creation of interdisciplinary, systemic knowledge. But each of the methods also has disadvantages, which makes it impossible to use it as the only recommended one. Blended learning with the use of high-tech methods of information support, with the use of virtual and model experiments and the expansion of their application in order to fully replace experiments on animals, actualization of knowledge is recommended and necessary in the modern world.

Key words: analysis of teaching methods, innovative forms and methods, physiology, students, higher medical education.

Вступ. Фізіологія є фундаментальним, ключовим предметом медичної освіти, що вивчає функції та механізми роботи організму в цілому, на рівні систем, окремих тканин, органів, клітин, аж до молекулярного рівня.

Основою для вивчення фізіології є знання анатомії та базові знання біохімії. Залежно від конкретної спеціальності, навчального закладу та країни вивчення цих предметів або передують вивченню фізіології, або відбувається одночасно. Вивчення фізіології також може бути по-різному розподілено в часі і розрізнятися за обсягом отриманих знань у межах її різних розділів.

Порівняння підходів до вивчення фізіології спонукає до вдосконалення організації професійної медичної освіти загалом та фундаментальних наук зокрема, що має суттєві відмінності у різних країнах. Різні підходи до вивчення зумовлені різницею в освітніх системах, організацією охорони

здоров'я, культурними та історичними особливостями, а також матеріально-технічною базою освітніх установ.

Медична освіта різниться за кількістю ступенів, які є необхідними для досягнення професійного рівня. У Північній Америці обов'язковою є домедична освіта, зазвичай чотири роки бакалаврату (pre-med), зі спеціальним вступним тестом до медичного коледжу MCAT, загальна тривалість навчання становить 11–15 років разом із резидентурою. У європейських університетах базове навчання відбувається у межах університетської програми на основі шкільної освіти, а загальна тривалість спеціальної освіти – 8–10 років. При цьому рівень навчання не поступається північноамериканським університетам, а вартість навчання у 6–12 разів менша завдяки державній підтримці вищої освіти.

Методи викладання та глибина вивчення фізіології мають істотні відмінності у різних країнах та навіть між різними навчальними закладами, тим більше між різними континентами.

Мета дослідження. Мета роботи – провести аналіз підходів та технологій у навчанні фізіології студентів медичних університетів різних країн світу та проаналізувати методи, які найбільш доцільно використовувати у викладанні фізіології в Україні для вдосконалення ефективності освітнього процесу

Методи дослідження. Авторами проведено бібліографічний, інформаційний та семантичний пошук джерел щодо підходів та технологічних методів, які застосовуються під час навчання фізіології у медичних навчальних закладах. Матеріали були опрацьовані у базах даних PubMed, SCOPUS, Web of Science та Google Scholar. Виконано систематичний аналіз оригінальних досліджень та оглядів, опублікованих із 2000 до 2023 р. Статті були відібрані та перевірені згідно з інструкціями PRISMA.

Результати дослідження. Фізіологію студенти вважають складним предметом. Ці складнощі значною мірою зумовлені тим, що для її засвоєння необхідні знання фізичних та хімічних принципів, а також розвинене логічне мислення та причинно-наслідкові міркування (application of causal reasoning). Недостатній розвиток потрібних знань та навичок у багатьох студентів ставить перед викладачами фізіології виклик і необхідність визначати слабкі місця студентів та застосовувати методи викладання, що дають змогу сформулювати чи розвинути необхідні пізнавальні навички [1].

Ми розглянули найбільш поширені у медичній освіті методи викладання фізіології та методи, що активно досліджуються у цій галузі в останні два десятиріччя.

Сучасні методи викладання фізіології у медичній освіті включають такі основні види: лекції, практичні та лабораторні роботи, навчання через спостереження, навчання на основі конкретних випадків (кейс-технології), перевернутий клас, командне навчання, навчання на основі моделювання, електронне навчання, опанування методів доказової медицини.

Традиційні дидактичні лекції є одним із найбільш поширених методів навчання. Однак студенти часто вважають їх найменш ефективним методом. Перевагою лекцій є гнучкість: можливість надання найновішої інформації, адаптивність подання інформації відповідно потреб та специфіці слухачів. Що цікаво, дослідження, яке

мало визначити зв'язок між відвідуваністю лекцій студентами та їх стилями навчання, показало відсутність такого зв'язку. Основна визначена причина вибору відвідування полягала в особистих уподобаннях студентів включно зі сприйняттям особистості лектора [2; 3].

Практичні та лабораторні роботи. Це різновиди навчання у малих групах. На практичному занятті викладач організовує аналіз питань обмеженого розділу дисципліни включно з виконанням студентом індивідуальних завдань із подальшим обговоренням результатів. Практичні заняття можуть проводитися із залученням студентів до активної діяльності різними способами: виконанням завдань у невеликих групах, організацією дискусій, тренуванням навичок обробки інформації, вирішенням творчих завдань, пошуком інформації, стратегіями кооперативного навчання, стимуляцією вирішення аналітичних завдань [4].

Лабораторні роботи включають різноманітні навчальні експерименти, які виконують студенти, у процесі чого оволодівають експериментальним та лабораторним обладнанням, набувають практичних навичок. Безпосередня робота з об'єктом вивчення сприяє запам'ятовуванню інформації, її систематизації, створенню активних логічно структурованих знань. Експерименти можуть бути імітаційними, коли замість реального об'єкта дослідження використовується його натурна або комп'ютерна модель. У медичному навчанні рекомендують, якщо це можливо з погляду безпеки та моралі, щоб студенти використовували в експериментах один одного як об'єкт дослідження [5]. Під час вивчення фізіології у лабораторних роботах активно застосовуються **експерименти над людиною** (студенти спостерігають один за одним), а також експерименти над амфібіями та нижчими ссавцями [5; 6].

Навчальні експерименти над тваринами використовують у медичних університетах Британії, Нідерландів, Кореї та в багатьох інших країнах [7–9]. Дискусії ведуться як щодо повного виключення таких експериментів з освітнього процесу з повною заміною їх на комп'ютерне моделювання класичних експериментів [10], так і щодо обмеження та гуманізації, жорсткої регламентації умов проведення таких експериментів [11; 12]. Зараз у США медичні школи відмовилися від використання тварин у навчальному процесі [13]. Комітети з етики існують в університетах Ірану з 2004 р., в університетах Туреччини з 2004–2006 рр. [14]. Створена Панафриканська мережа науки та етики лабораторних тварин

(PAN-LASE), завданням якої є впровадження етичних та наукових стандартів, у тому числі у навчальному процесі [15].

Якщо не розглядати виключно експериментальну роботу, то слід відзначити три основні типи навчання в малих групах: кооперативне навчання, проблемне чи проблемно-орієнтоване навчання та командне навчання.

Кооперативне навчання (Cooperative Learning) відрізняється від спільного навчання (collaborative learning) тим, що в першому випадку соціальна взаємодія є способом конструювання знань, результат залежить від внеску кожного з членів групи. У спільному навчанні, яке також відбувається в групі, значущість внеску окремих учасників значно менша. Кооперативне навчання в курсі фізіології сприяє розвитку навичок командної роботи. У межах кооперативного навчання можуть використовуватися проблемне навчання, навчання на основі випадків, активна гейміфікація, моделювання, електронне навчання та ін. [16].

Структура курсу може не змінюватися. Але, як і будь-який інший метод, без додаткових заходів кооперативне навчання не завжди сприяє підвищенню успішності [17]. Дослідження показують, що неодноразове звернення до відтворення інформації у процесі спілкування спочатку з колегами, а потім із викладачем сприяє консолідації та тривалому утриманню знань, кращому розумінню складних фізіологічних концепцій [18].

Дослідження з використанням методу UNCLE (нетрадиційні навчальні вправи) – підхід, який полегшує навчання через різні нестандартні завдання, як-от розв'язування головоломок, виконання творчих завдань, обговорення з колегами. Унаслідок командного обговорення завдань, поданих на робочих аркушах із запитаннями для критичного мислення та аналогіями, оцінки істотно підвищилися, а навички спілкування покращилися [19].

Одним із таких є **метод Jigsaw**, що відноситься до кооперативних методів навчання, коли після читання лекції студенти формують невеликі групи, кожна з яких глибоко вивчає окремий розділ теми. Потім члени кожної з груп пояснюють та обговорюють свою тему в інших групах. Надалі групи у початковому складі обговорюють розділи, вивчені в інших групах. Протягом усього часу викладачі спостерігають та надають необхідні пояснення. Останнім етапом є оцінювання отриманих знань. Метод подобається більшості студентів, сприяє їхній активізації, розвитку їхніх

комунікативних навичок [20–22]. Недоліками цього методу є його складність та значні витрати часу, тому його краще обмежено застосовувати у навчальному процесі [23].

Проблемно-орієнтоване навчання (Problem-based learning, PBL), інша назва – **навчання на основі запитів** (Inquiry-Based Learning, IBL), заохочує самостійне навчання; воно може бути ефективним засобом надання основних знань, що призводить до підвищення рівня навчання, розвиває критичне мислення. Структура курсу змінюється з подання проблеми студентам до вивчення базових знань. Особливо активно воно впроваджується у багатьох університетах та медичних школах США. Метод значно важче впроваджувати в країнах із мінімальними ресурсами, і у нього є свої обмеження. Є обґрунтовані сумніви, що метод забезпечує підвищення обсягу знань, оскільки активна роль у навчанні передається від викладача студенту. Рандомізоване контрольоване дослідження, проведене в Нідерландах, показало, що у програмі післядипломної медичної підготовки PBL порівняно з лекційним навчанням дає такий само приріст знань порівняно з лекційним навчанням, більший приріст ефективності, але зменшене задоволення курсом [24; 25]. Серйозним недоліком PBL є те, що студенти приступають до вирішення клінічних проблем без фундаментальної бази, що відзначають старшокурсники, які вивчали фізіологію з інтегрованими клінічними сценаріями. Результатом є значні прогалини у знанні базових фізіологічних концепцій [26]. Тим не менше PBL усе ширше запроваджується у професійній медичній освіті й у низці досліджень показує позитивний вплив не лише на формування навчальних навичок, а й на зростання змістовних знань, у тому числі з фізіології [27]. Лабораторні заняття, у які інтегрований клінічний випадок, орієнтований на PBL, не показали суттєвих відмінностей у підсумковій оцінці з предмету, але виявилось підвищення знання теоретичних концепцій [28]. Хоча результати багатьох досліджень ефективності PBL суперечливі, але впровадження цього методу поширюється [29].

Лекції, що ґрунтуються на завданнях (LBP). Дослідження, проведене в Університеті науки та технологій у Судані, показало, що LBP покращило розуміння студентами концепцій фізіології та підвищило їхню задоволеність вивченням фізіології [30]. Включення простих клінічних завдань у курс лекцій з ендокринної фізіології, коли лекція починається з короткого огляду спрощених випадків,

далі йде звичайна лекція, а завершується запитаннями з аналізом цих випадків, підвищило оцінки студентів, їхню зацікавленість у лекційних заняттях та відвідуваність (медична школа Тулейн, США) [31]. Інтеграція дидактичних лекцій із фізіології з постановкою завдань під час лекції та подальшими сеансами проблемного навчання у малих групах із тьютором добре сприймалася студентами за результатами дослідження у Маніпальському коледжі медичних наук (Непал) [32]. Аналогічні результати були отримані у Судані [30]. Аналіз поставлених завдань може відбуватися безпосередньо наприкінці лекції, що також сприяє підвищенню успішності [31].

Спрощеним варіантом проблемних лекцій можна вважати включення запитань із вибором відповідей у матеріал лекції з відповідями студентів через мобільні телефони безпосередньо у процесі лекції. В експерименті з включенням 10 питань, розподілених у лекції, переважна більшість студентів відзначала збільшення мотивації підготовки, уважності та активності [33]. Нарешті, комбінація дидактичних лекцій з ендокринної фізіології з аналізом конкретних випадків і подальшим оглядом пацієнтів у лікарні була визначена ефективною уже для студентів I курсу [34].

Навчання на основі конкретних випадків (case-based learning, CBL) актуалізує знання, має компетентнісний підхід та може бути задіяне в межах інших навчальних форм, у тому числі проблемно-орієнтованого навчання. Воно сприяє розвитку аналітичних навичок та мотивує студентів до самостійного навчання [35; 36]. З урахуванням високого навчального навантаження у студентів медичних навчальних закладів цей метод часто може мати суттєві переваги над проблемно-орієнтованим навчанням, оскільки навчальний час використовується ефективніше [37]. Використання CBL може бути модернізоване за рахунок його комбінації з методами моделювання, що дає змогу вводити елементи клінічного навчання студентам молодших курсів, підвищуючи їхню зацікавленість [38].

Навчання через спостереження без утручання в об'єкт спостереження є типовим для ранніх стадій розвитку дитини. У вищій медичній школі пряме спостереження є невід'ємним елементом професійного навчання, часто є складником інших методів, але зміст, що вкладають у це поняття, часто протилежний: супервізор (керівник) спостерігає за роботою особи, що навчається, та надає зворотний консультативний

зв'язок. Метод більше поширений у навчанні клінічній практиці [39].

Навчання на основі вікторин – це швидке, неформальне оцінювання знань студентів. У дослідженні з викладання барорефлекторної фізіології студентам-медикам порівнювалися стратегії навчання, засновані на вікторинах, та традиційні стратегії навчання під час лабораторних занять. Виявилось, що активне середовище досить ефективно сприяло навчанню навіть без застосування додаткових засобів спільного навчання, а індивідуальні завдання сприяли підвищенню успішності навчання [40].

Перевернуте навчання (flipped classroom, FC) передбачає самостійне вивчення нового матеріалу вдома. Аудиторні заняття присвячуються виконанню практичної або лабораторної роботи, виконанню завдань та консультаціям викладача. Цей метод може застосовуватися лише за наявності вільного доступу до дидактичних матеріалів. Проте дані щодо ефективності впливу цього методу на знання та навички дещо суперечливі – від негативних до позитивних, хоча сприйняття його студентами було переважно позитивним [41; 42]. У дослідженні Харбінського медичного університету студенти, що працювали за методом FC, отримуючи доступ до навчального матеріалу (відео, текст або презентація Power Point) до проведення аудиторного заняття, продемонстрували вищу успішність та кращу кореляцію поточних результатів з іспитовими оцінками, ніж студенти, які слухали звичайні лекції з фізіології, а потім отримували домашнє завдання, і вже не взаємодіяли з викладачем чи колегами [43]. Аналогічні результати були отримані під час порівняння успішності при вивченні різних тем або традиційним дидактичним, або перевернутим методом [44], так само як під час повного викладання курсу [45]. Дослідження довгострокового ефекту FC продемонстрували, що вивчення фізіології таким методом не тільки підвищило результати із цього предмету в експериментальній групі, а й вплинуло на подальшу результативність вивчення предметів, що ґрунтуються на отриманих знаннях [46].

Навчання на основі моделювання передбачає створення штучних моделей та дослідження їхніх властивостей. Моделювання біологічних систем належить до активних методів навчання. Найбільш придатними у медичній освіті є застосування віртуальних моделей та завдання зі створення моделей фізіологічних процесів [47–52].

Командне навчання (team-based learning, TBL) забезпечує структуру для перевернутого

класу з працею у командах по 5–7 студентів. Воно передбачає підготовку студентів поза класом, індивідуальне тестування з отриманням відгуків та застосування знань під час командної роботи над проблемами у процесі їх аналізу та вибору рішень. Метод активно впроваджується у вивченні фізіології у медичних школах США та Великобританії.

Командне навчання за підходом знаходиться між проблемно-орієнтованим та кооперативним. Курс має бути структурований для командної роботи. Але на відміну від проблемно-орієнтованого навчання студенти спочатку отримують необхідну інформацію включно з використанням лекцій (**підготовча фаза**), читають матеріал, проходять індивідуальну перевірку знання отриманої інформації (тестування). Одразу ж той самий тест може бути виконаний групою. Отримані оцінки враховуються. За необхідності викладач проводить корекцію знань, а потім команди вирішують прикладні завдання, складність яких послідовно збільшується (**фаза подання заявки**). Викладач постійно проводить контроль та обговорення відповідей. Остання **фаза оцінювання**, коли команди вирішують складні завдання, результат також ураховується у кінцевій оцінці.

Перетворення командної роботи на центральну частину курсу вимагає змін у способі оцінювання. Має бути як індивідуальна, так і групова відповідальність. Оцінена командна робота повинна становити значну частину оцінки курсу, наприклад від 20% до 40%. Окрім того, окремі студенти повинні відповідати за свою індивідуальну підготовку та за свій внесок у роботу колективу. Цей останній чинник вимагає оцінювання колегами наприкінці курсу, коли кожен член команди оцінює внесок інших членів команди. Підсумковий бал цього рейтингового процесу потім включається до розрахунку остаточної оцінки курсу для кожного студента [53–55].

Метод запозичений із бізнес-освіти, де стверджується, що TBL здатен доповнити або навіть замінити лекційний курс чи повністю програму. Студенти вивчають матеріал до заняття, а навчальний процес може проходити у великій аудиторії у присутності інструктора, що є експертом зі змісту [56]. В експерименті, де досліджувалися зміни за рахунок запровадження командного навчання мікробної фізіології у студентів старших курсів, було отримано підвищення успішності на випускному іспиті. Істотним був вплив формування метакогнітивних конструкцій на засвоєння важкого за обсягом матеріалу. Автори

відзначають позитивний вплив на розвиток наукового, дослідницького мислення [57]. Основна його перевага – розвиток ефективного зворотного зв'язку з колегами [58].

Багато досліджень указують на недоліки цього методу, серед яких – відсутність мотивації та погане вирішення клінічних проблем. Є дослідження, де студенти оцінюють цей метод як найменш ефективний, у тому числі порівняно з PBL, лекціями та самостійним навчанням. Не всі підтверджують його ефективність у розвитку критичного мислення, віддаючи перевагу PBL [59].

Організація навчального процесу може проводитися за **моделлю BOPPPS**, яка містить шість стадій заняття.

1. Bridging-in (Наведення мосту, об'єднання). На цій стадії викладач дає мотиваційне твердження, зосереджує увагу студентів на актуальності теми.

2. Objective (Мета): формулювання завдань та очікуваних результатів, необхідного рівня досягнень.

3. Pre-assessment (Попередня оцінка). Попередня оцінка рівня знань, інтересів студентів, визначення найкраще обізнаних, що можуть бути активними джерелами інформації, та виявлення слабких місць у системі знань, які вимагають негайної корекції.

4. Participatory Learning (Активне навчання): основний зміст заняття, у якому участь студентів максимально активна.

5. Post-assessment (Пост-оцінка). Визначення рівня досягнення очікуваних результатів навчання.

6. Summary (Висновок), який надає студентам можливість відобразити та інтегрувати навчання у процесі консолідації навчального циклу.

Ця модель активно використовується для організації різних типів занять, наскільки це можливо в умовах обмеженого часу аудиторних занять [60]. У професійному навчанні студентів-медиків вона показала свою ефективність, мотивацію студентів, підвищення та успішність, що підтвердив мета-аналіз [61].

Онлайн-навчання vs офлайн-навчання. У більшості країн світу медичні освітні заклади були змушені застосувати онлайн-навчання через карантинні заходи під час пандемії COVID-19. В Україні перехід від повністю аудиторного до онлайн-навчання у студентів-медиків молодших курсів відбувся у період карантинів через пандемію. В Україні після початку воєнних дій 24.02.22 лекційні заняття проводяться онлайн, а інші види

аудиторних занять у невеликих групах – офлайн, але періодично проводяться онлайн, якщо у навчальний час оголошуються повітряні тривоги.

Дуже відповідально до вивчення впливу онлайн-технологій на результативність навчання фізіології та інших медичних предметів віднесли китайські дослідники. Проведені дослідження показують, що використання онлайн-технологій у змішаних курсах, де студенти мали можливість вибрати між фізичною бібліотекою чи базою даних, визначати тривалість онлайн-навчання, позитивно впливає на результати сприйняття навчального процесу студентами. Однак успішність була вищою у студентів, орієнтованих на розуміння курсу, ніж у тих, хто ставив за мету просте відтворення знань [62; 63]. У постпандемічному світі онлайн-навчання зайняло не тільки нові ніші, що відкрилися під час пандемії, а й залишило за собою важливу роль підтримки та доповнення офлайн-навчання [63]. Змішане онлайн/офлайн-навчання у курсі фізіології підвищує навчальну ініціативу та результативність студентів [64; 65].

Вплив гібридної моделі NBORPPS, яку у Харбінському медичному університеті запровадили у 2018 р., був позитивним як на результативність навчання фізіології, так і на сприйняття студентами порівняно з навчанням за розширеною моделлю BORPPS. Розширена модель BORPPS включала в себе додаткову стадію Mentoring (наставництво) після підведення підсумків. NBORPPS на всіх стадіях, окрім наставницької, включала як онлайн, так і офлайн-компоненти [66].

Ефективність різних методів змінюється залежно від кваліфікації персоналу, технічної бази, доступних ресурсів та деяких інших чинників.

Інтенсивне впровадження інформаційних технологій призвело до активних дискусій щодо ефективності живих лекцій та лекцій, записаних на відео. Опитування показують, що студенти частіше схильються до перегляду лекцій, записаних на відео, але для вивчення базових медичних наук, навпаки, пріоритетними є очні лекції [67]. Дослідження щодо необхідності відвідування очних лекцій дають неоднозначні результати, що, імовірно, залежить від культурних особливостей, вихідного рівня мотивації студентів та інших чинників [68; 69].

Пандемія COVID-19 у 2020/2021 навчальному році змусила перейти до онлайн-викладання навіть у медичній освіті. Опитування показали, що

студенти були менше мотивовані слухати онлайн-курси, ніж аудиторні, ставлення було негативним як до теоретичних, так і до практичних онлайн-занять. Викладачі відзначали більші зусилля, необхідні для створення онлайн-курсів, і так само негативно оцінювали практичні онлайн-заняття [70]. Відволікання під час лекцій негативно впливало на результативність навчання. Цей ефект присутній як під час живих, так і під час онлайн-лекцій. При цьому відвідування живих лекцій корелювало з вищою успішністю, ніж перегляд відеолекцій; студенти з непослідовною стратегією, що чергували відвідування та перегляд відеолекцій, мали найнижчу результативність [71].

В умовах карантинних обмежень та вимушеного переходу на онлайн-навчання було проведено порівняння ефективності застосування онлайн-перевернутого класу (OFC) без особистої взаємодії викладача зі студентами з онлайн-навчанням у прямому етері. За підсумковими іспитовими балами середні показники були подібні, але позитивний вплив на вирішення складних завдань, що вимагають логічного аналізу, спостерігався лише у студентів із високими досягненнями, тоді як студенти з низькими досягненнями показали зниження цієї успішності [72]. Дослідження впливу відвідуваності на ефективність навчання показало, що результативність нетрадиційних методів навчання ще більш чутлива до відвідуваності [73].

Включення методів доказової медицини в освітній процес, перш за все, полягає у застосуванні методів навчання, які обґрунтовано сприяють успішності навчання. Одним із перших досліджень було показано, що завеликий обсяг інформації у лекції погіршує запам'ятовування матеріалу лекції, а це ставить завдання структурування навчального матеріалу та його підкріплення [74]. З іншого боку, клінічна медицина значною мірою відірвана від наукового підґрунтя, через що важливість базової медичної освіти та наукового способу мислення часто недооцінюється [75–77].

Упровадження у медичну освіту проблемно-орієнтованого навчання викликало занепокоєння у медичному та науковому товаристві щодо ризику появи прогалів у фундаментальних знаннях фізіологічних процесів, що негативно впливає на здатність фахівця оцінювати нестандартні медичні ситуації. У відповідь на це Європейське фізіологічне товариство розробило навчальну програму з фізіології для студентів-медиків *Physiological Objectives for Medical Students*.

Вона містить 10 розділів, які включають основні поняття фізіології, план вивчення систем організму та принципів їх регуляції [78].

Висновки. Аналіз досвіду використання різних методів навчання показує, що кожен із них має свої позитивні риси та недоліки. Більшість інноваційних методів орієнтовані на активізацію навчальної діяльності студентів, розвиток їхніх навичок командної роботи, формування аналітичних навичок, створення міжпредметних, системних знань. Але кожен із методів має також і недоліки, що унеможливує його застосування як єдиного рекомендованого.

Широке впровадження методів навчання, які зменшують взаємодію викладачів та студентів, передусім перевернутого навчання зі зменшенням обсягу лекцій, збільшує відносний час самостійного навчання або навчання у студентському колективі, має позитивні боки, але несе певні ризики. У медичній практиці безпосередня взаємодія лікаря та пацієнта (із вимогою розвинутих соціальних навичок) ускладнюється необхідним умінням самостійного прийняття рішення в умовах обмеженого часу, нестандартної ситуації та

неповноти інформації, що краще здійснюється за наявності потужних базових знань щодо механізмів функціонування тіла людини. Зменшення тривалості керованого навчання, збільшення витрат часу на пошук вирішення навчальних завдань, збільшення ймовірності, що студент не отримує індивідуальної допомоги від викладача у складних питаннях, – ці та інші особливості інноваційних методів треба враховувати особливо уважно під час вивчення фундаментальних наукових дисциплін, які формують системне уявлення про біологічні процеси, але досвід та навички навчальної роботи у багатьох студентів ще недостатньо сформовані. Командне навчання та метод Jigsaw слід використовувати найбільш обережно, оскільки вони менше відповідають завданням, які постають під час вивчення фізіології. Змішане навчання з використанням високотехнологічних методів інформаційного забезпечення, застосуванням віртуальних та модельних експериментів із метою повноцінної заміни експериментів на тваринах, актуалізації знань є рекомендованим і необхідним у сучасному світі.

REFERENCES

1. Michael, J. (2007). What makes physiology hard for students to learn? Results of a faculty survey. *Advances in Physiology Education*, 31(1), 34–40. <https://doi.org/10.1152/advan.00057.2006> [in English].
2. Mokahal, A.E., Ahmad, A., Habib, J.R., Nasrallah, A.A., Francis, G., & Zgheib, N.K. (2021). Do Medical Students' Learning Styles and Approaches Explain Their Views and Behavior Regarding Lecture Attendance? *Med Sci Educ*, 31(5), 1693–1702. doi:10.1007/s40670-021-01362-3. [in English].
3. Mattick, K., Crocker, G., Bligh, J. (2007). Medical student attendance at non-compulsory lectures. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*, 12(2), 201–210. doi: 10.1007/s10459-005-5492-1. [in English].
4. Allers, N.J., Vreken, N.J. (2005). Active learning in Physiology practical work. *South African Journal of Higher Education*, 19(5), 853–862. doi:10.4314/sajhe.v19i5.25531. [in English].
5. Hartman, F.A. (2000). The Teaching of Physiology in the Medical School. *Academic Medicine*, 75(10), p. 985. [in English].
6. Animals in Medical Education and Research. Retrieved from <https://www.aamc.org/what-we-do/mission-areas/medical-research/animals>. [in English].
7. Annual Statistics of Scientific Procedures on Living Animals, Great Britain, 2020 (2021, July 15). Retrieved from <https://www.gov.uk/government/statistics/statistics-of-scientific-procedures-on-living-animals-great-britain-2020/annual-statistics-of-scientific-procedures-on-living-animals-great-britain-2020>. [in English].
8. Universities of the Netherlands (UNL) and the Netherlands Federation of University Medical Centres (NFU). Ambition statement on innovation in higher education using fewer laboratory animals. 2022. 31 p. Retrieved from https://www.nfu.nl/sites/default/files/2022-10/Streefbeeld_proefdiervrije_innovatie_in_het_%28post%29academisch_onderwijs.pdf. [in English].
9. Ahn, N., Park, J. & Roh, S. (2023). Use of laboratory animals and issues regarding the procurement of animals for research in Korea. *Lab Anim Res*. 39, 10. <https://doi.org/10.1186/s42826-023-00161-8>. [in English].
10. Gericke, C., Kutzt-Boehnke, M. (2022 May 12) Animal experimentation in higher education and animal-free teaching methods. Doctors Against Animal Experiments. Retrieved from <https://www.aerzte-gegen-tierversuche.de/en/specific-infos/education-training/animal-experimentation-in-higher-education-and-animal-free-teaching-methods>. [in English].
11. Guide For The Care And Use Of Laboratory Animals (8th ed). (2011). The National Academies Press, Washington. 246 p. Retrieved from <https://grants.nih.gov/grants/olaw/guide-for-the-care-and-use-of-laboratory-animals.pdf>. [in English].
12. Benmouloud, A., Charallah, S., Seridi, N., Raache, R., Aouichat, S., &... Khammar, F. (2020) An overview of the welfare of animals used for scientific and educational purposes in Algeria. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 46 (4), 31–38. doi:10.23675/sjlas.v46i1.1043. [in English].
13. Mcvey, J.S. Last Remaining Medical School to Use Live Animals for Training Makes Switch to Human-Relevant Methods (2016, Jun 30). Retrieved from <https://www.pcrm.org/news/news-releases/last-remaining-medical-school-use-live-animals-training-makes-switch-human>. [in English].

14. Izmirli, S., Aldavood, S.J., Yasar, A., Phillips, C.J.C. (2010.) Introducing Ethical Evaluation of the Use of Animals in Experiments in the Near East. *Alternatives to Laboratory Animals*, 38(4), 331–336. doi:10.1177/026119291003800410. [in English].
15. Mohr, B.J., Souilem, O., Abdussamad, A.M., Benmouloud, A., Bugnon, P., & Lewis, D.I. (2023). Sustainable education and training in laboratory animal science and ethics in low- and middle-income countries in Africa – challenges, successes, and the way forward. *Lab Anim*, 57(2):136–148. doi: 10.1177/00236772221129976. [in English].
16. Rodriguez-Triviño, C.Y., Pérez-Mendoza, L., Rincón-Guio, C. (2022). Cooperative and Collaborative Learning: An Innovation in Teaching Medical Physiology. *Journal of Educational and Social Research*, 12(5). P. 43–53. doi:10.36941/jesr-2022-0121. [in English].
17. Essop, F.M., Beselaar, L. (2020). Student response to a cooperative learning element within a large physiology class setting: lessons learned. *Advances in Physiology Education*, 3. 269–275. doi: 10.1152/advan.00165.2019. [in English].
18. Vázquez-García M. (2020). Strategies for the Collaborative Teaching of Physiological Sciences. *Biomed J Sci & Tech Res | BJSTR* 32(2), 24822-24825. doi: 10.26717/BJSTR.2020.32.005222. [in English].
19. Soundariya, K., Velusami, D. (2023). UNCLE (Unconventional Learning Exercises): An Innovative approach towards active learning in Physiology for I MBBS students. *Global Journal of Health Sciences and Research*, 1. 27–30. doi:10.25259/GJHSR_16_2022. [in English].
20. Bhandari, B., Mehta, B., Mavai, M., Singh, Y.R., Singhal, A. (2017). Jigsaw Method : An Innovative Way of Cooperative Learning in Physiology. *Indian J Physiol Pharmacol*. 61(3), 315–321. [in English].
21. Gilkar, S.A., Lone, S., Lone, R.A. (2016). Introduction of active learning method in learning physiology by MBBS students Int. *J Appl Basic Med Res*, 6(3), 186–190. doi: 10.4103/2229-516X.186960. [in English].
22. Perkins, D.V., Saris, R.N. (2021). A «Jigsaw Classroom» technique for undergraduate statistics courses. *Teaching of Psychology*, 22, 111–113. [in English].
23. Soundariya, K., Senthilvelou, M., Teli, S.S., Deepika, V., Selvi, K.S., & Mangalavalli, M.S. (2021). Jigsaw technique as an active learning strategy in Physiology for I MBBS Student.s *Biomedicine*. 41(3), 654–659. doi: https://doi.org/10.51248/v41i3.291. [in English].
24. Smits, P.B., de Buissonjé, C.D., Verbeek, J.H., van Dijk, F.J., Metz, J.C., & ten Cate, O.J. (2003). Problem-Based Learning versus Lecture-Based Learning in Postgraduate Medical Education. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 29(4), 280–287. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/40967300>. [in English].
25. Tweedy, C. (2023). Problem-based learning for authentic assessment in a large class setting. *Physiology News*, 130, 15. <https://doi.org/10.36866/pn.130.15>. [in English].
26. Tufts, M.A., Higgins-Opitz, S.B. (2009). What makes the learning of physiology in a PBL medical curriculum challenging? Student perceptions. *AJP Advances in Physiology Education*, 33(3), 187–195. doi: 10.1152/advan.90214.2008. [in English].
27. DePaepe, J., Champion, T. (2012). The Efficacy of Inquiry-based Learning in Undergraduate Physiology. *Northwest Journal of Teacher Education*, 10(1). Article 5, 43–52. doi: 10.15760/nwjte.2012.10.1.5. [in English].
28. Sánchez, J., Navarro-Galve, B., Lesmes, M., Rubio, M., Gal, B. (2023). Integrated laboratory classes to learn physiology in a psychology degree: impact on student learning and experience. *Front Psychol*, 14, 1266338. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1266338. [in English].
29. Sweeney G. (1999). The challenge for basic science education in problem-based medical curricula. *Clin Invest Med*, 22(1). P. 15–22. PMID: 10079991. [in English].
30. Alaagib N.A., Musa O.A., Saeed A.M. (2019). Comparison of the effectiveness of lectures based on problems and traditional lectures in physiology teaching in Sudan. *BMC Med Educ*, 19(1), 365. doi: 10.1186/s12909-019-1799-0. [in English].
31. Walters M.R. (2001). Problem-based learning within endocrine physiology lectures. *Adv Physiol Educ*, 25(1–4), 225–227. doi: 10.1152/advances.2001.25.4.225. [in English].
32. Ghosh S., Dawka V. (2000). Combination of didactic lecture with problem-based learning sessions in physiology teaching in a developing medical college in Nepal. *Adv Physiol Educ*, 24(1), 8–12. doi: 10.1152/advances.2000.24.1.8. [in English].
33. Goyal M., Agarwal M., Goel A. (2023). Interactive Learning: Online Audience Response System and Multiple Choice Questions Improve Student Participation in Lectures. *Cureus*, 15(7), e42527. doi: 10.7759/cureus.42527. [in English].
34. Sathishkumar S., Thomas N., Tharion E., Neelakantan N., Vyas R. (2007). Attitude of medical students towards Early Clinical Exposure in learning endocrine physiology. *BMC Med Educ*, 7, 30. doi: 10.1186/1472-6920-7-30. [in English].
35. Gade S., Chari S. (2013). Case-based learning in endocrine physiology: an approach toward self-directed learning and the development of soft skills in medical students. *Adv Physiol Educ*, 37(4), 356–360. doi: 10.1152/advan.00076.2012. [in English].
36. Bennial A.S., Pattar M.Y., Taklikar R.H. (2016). Effectiveness of «case-based learning» in physiology. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 6(1), 65–67. doi: 10.5455/njppp.2015.5.1810201583. [in English].
37. Srinivasan M., Wilkes M., Stevenson F., Nguyen T., Slavin S. (2007). Comparing problem-based learning with case-based learning: effects of a major curricular shift at two institutions. *Acad Med*, 82(1), 74–82. doi: 10.1097/01.ACM.0000249963.93776.aa. [in English].
38. Sayma M., Williams H. (2016). A new method for teaching physical examination to junior medical students. *Advances in Medical Education and Practice*, 7, 91–97. doi:10.2147/AMEPS100509. [in English].

39. Russell G., Ng A. (2009). Taking time to watch: observation and learning in family practice. *Can Fam Physician*, 55(9), 948–950. PMID: 19752265; PMCID: PMC2743595. [in English].
40. Berg R.M.G., Plovsing R.R., Damgaard M. (2012). Teaching baroreflex physiology to medical students: a comparison of quiz-based and conventional teaching strategies in a laboratory exercise. *Adv Physiol Educ*, 36(2), 147–153. doi:10.1152/advan.00011.2012. [in English].
41. Chen F., Lui A.M., Martinelli S.M. (2017). A systematic review of the effectiveness of flipped classrooms in medical education. *Med Educ*, 51(6), 585–597. doi: 10.1111/medu13272 PMID: 28488303. [in English].
42. Lee Y.H., Kim K.J. (2018). Enhancement of student perceptions of learner-centeredness and community of inquiry in flipped classrooms. *BMC Med Educ*. 18(1), 242. doi: 10.1186/s12909-018-1347-3. [in English].
43. Lu C., Xu J., Cao Y., Zhang Y., Liu X.,&... Zhu H. (2023). Examining the effects of student-centered flipped classroom in physiology education. *BMC Med Educ*. 23, 233. doi:10.1186/s12909-023-04166-8. [in English].
44. Suryawanshi M.K., Raut S.E. (2021). Use of flipped classroom as teaching learning method in Physiology. *J Med Allied Sci*, 11(1), 40–44. doi: 10.5455/jmas.104322. Retrieved from <https://jmas.in/fulltext/154-1594998769.pdf?1704914413>. [in English].
45. Street S.E., Gilliland K.O., McNeil C., Royal K.D. (2015). The Flipped Classroom Improved Medical Student Performance and Satisfaction in a Pre-clinical Physiology Course. *Medical Science Educator*, 25(1), 35–43. doi:10.1007/s40670-014-0092-4. [in English].
46. Ji M., Luo Z., Feng D., Xiang Y., Xu J. (2022). Short- and Long-Term Influences of Flipped Classroom Teaching in Physiology Course on Medical Students' Learning Effectiveness. *Front Public Health*. 10:835810. doi: 10.3389/fpubh.2022.835810. [in English].
47. Mu P. (2022). Research on Physiology Teaching Model Based on Virtual Reality. *Curriculum and Teaching Methodology*. 5(11). 109–114. doi: 10.23977/curtm.2022.051117. [in English].
48. Kolkhorst F., Mason C., DiPasquale D., Patterson P., Buono M. (2001). An inquiry-based learning model for an exercise physiology course. *Advances in physiology education*. 25(1–4), 117–122. doi: 10.1152/advances.2001.25.2.45. [in English].
49. Pant J., Pant M., Patil P.M. (2020). Exploring Physiology Through Working Model Preparation by Undergraduate Students. *Advances in Medical Education and Practice*. 11, 171–176. doi: 10.2147/AMEP.S234171. [in English].
50. Pamplona A.V., Al-Saadi F.T., Al-Ghenaimi S.A. (2019). Anatomy and physiology model making project: Assessing students' perceptions, learning gains and academic outcomes. *Journal of Nursing Education and Practice*. 9(2), 53–60. doi: 10.5430/jnep.v9n2p53. [in English].
51. Nóbrega C., Pereira M.A., Coelho C.A., Brás I., Mega A.C.,&... Vala H. Virtual Physiology: A Tool for the 21st Century. Updates on Veterinary Anatomy and Physiology. 2021 doi:10.5772/intechopen.99671. Retrieved from <https://www.intechopen.com/chapters/79209>. [in English].
52. Dubrowski R., Dubrowski A. (2018). Why Should Implementation Science Matter in Simulation-based Health Professions Education? *Cureus*. 10(12). P.e3754. doi: 10.7759/cureus.3754. [in English].
53. Seidel C., Richards B. (2001). Application of Team Learning in a Medical Physiology Course. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges*. 76, 533–534. doi: 10.1097/00001888-200105000-00071. [in English].
54. Chong J.W., Lee J.C. (2022). Maximizing the benefits of team-based learning. *Adv Physiol Educ*. 46, 365. <https://doi.org/10.1152/advan.00071.2022>. [in English].
55. Magzoub A. (2023). Team-based learning. Could it be an effective strategy for teaching physiology to preclinical medical students? *Physiology News* 130, 30–32 <https://doi.org/10.36866/pn.130.30>. [in English].
56. Parmelee D., Michaelsen L.K., Cook S., Hudes P.D. (2012). Team-based learning: a practical guide: AMEE guide no 65. *Med Teach*. 34(5), e275–287. doi: 10.3109/0142159X.2012.651179. [in English].
57. McInerney M.J., Fink L.D. (2003). Team-based learning enhances long-term retention and critical thinking in an undergraduate microbial physiology course. *Microbiol Educ*. 4(1), 3–12. doi: 10.1128/jmbe.v4i1.68. [in English].
58. Lerchenfeldt S., Kamel-ElSayed S., Patino G., Loftus S., Thomas D.M. (2023). A Qualitative Analysis on the Effectiveness of Peer Feedback in Team-Based Learning. *Med Sci Educ*. 33(4), 893–902. doi: 10.1007/s40670-023-01813-z. [in English].
59. Gera M., Rathod U., Karra-Aly A., Aluckal E., Abraham A. (2023). Team Based Learning Vs Problem Based Learning in Medical Education: A Systematic Review. *Eastern Journal of Medical Sciences*. 8(1), 1–6. doi: 10.32677/ejms.v8i1.3795. [in English].
60. Zhang Z., Liu D., Luo X., Hu D., Wang Y.,& Xia L. (2023 March 29). The application of BOPPPS combined Case-Based Learning teaching mode in clinical practice of gastroenterology for eight-year medical program students. *Research square*. 2023. Preprint. doi: 10.21203/rs.3.rs-2714692/v1. Retrieved from <https://assets.researchsquare.com/files/rs-2714692/v1/fbaa4bd8-cbcb-4a50-a1b4-bd882de833ca.pdf?c=1692296546>. [in English].
61. Ma X., Zeng D., Wang J., Xu K., Li L. (2022). Effectiveness of bridge-in, objective, pre-assessment, participatory learning, post-assessment, and summary teaching strategy in Chinese medical education: A systematic review and meta-analysis. *Front Med, Sec Healthcare Professions Education*. 9–2022. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.975229>. [in English].
62. Han F., Ellis R.A. (2022). Explaining medical students' learning outcomes in blended course designs: combining self-reported and observational learning experiences. *Adv Physiol Educ*. 46, 56–64. <https://doi.org/10.1152/advan.00121.2021>. [in English].
63. Zhang X., Wen H., Li H., Huang Y., Lv C.,& Zhu H. (2023). Effectiveness of blended learning on improving medical student's learning initiative and performance in the physiology study. *Cogent Education*. 10(1). doi: 10.1080/2331186X.2023.2192150. [in English].

64. Popovic N., Popovic T., Dragovic I.R., Cmiljanic O. (2018). A Moodle-based blended learning solution for physiology education in Montenegro: a case study. *Adv Physiol Educ.* 42(1), 111–117. doi: 10.1152/advan.00155.2017. [in English].
65. Anderson L.C., Krichbaum K.E. (2017). Best practices for learning physiology: combining classroom and online methods. *Adv Physiol Educ.* 41, 383–389. doi: 10.1152/advan.00099.2016. [in English].
66. Liu X.-Y., Lu C., Zhu H., Wang X., Jia S., & Wang Y.-F. (2022). Assessment of the effectiveness of BOPPPS-based hybrid teaching model in physiology education. *BMC Medical Education* 22, 217(2022). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03269-y>. [in English].
67. Ashour O, Alkhatib A.M., Zureikat Q.A., Al-Shaikhli M., Ata B.B., & Al-Ani A. (2023). Investigating medical students' satisfaction towards video-based learning versus face-to-face lectures: a Jordanian tertiary teaching hospital experience. *Korean J Med Educ.* 35(1), 21–32. doi: 10.3946/kjme.2023.246. [in English].
68. Luder A. (2016). Lecture attendance by medical students – is it a compelling issue? *Harefuah.* 155(4), 223–225, 254–255. Hebrew PMID: 27323538. [in Hebrew].
69. El-Dwairi Q.A., Mustafeh I., Khatatbeh M., Malki M.I., Mustafa A.G. (2022). Medical education across three colleges of medicine: perspectives of medical students. *Heliyon.* 8(11): e11426. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11426. [in English].
70. Beronja B., Bubnjevic T., Tasic R., Gasic M., Kulic L., & Gazibara T. (2023). Comprehensive qualitative evaluation of the first ever full-time online course for medical students in one middle-income country. *Libyan J Med.* 18(1):2258665. doi: 10.1080/19932820.2023.2258665. [in English].
71. Zureick AH, Burk-Rafel J, Purkiss JA, Hortsch M (2018) The interrupted learner: How distractions during live and video lectures influence learning outcomes. *Anat Sci Educ.* 11(4), 366–376. doi: 10.1002/ase.1754. [in English].
72. Xu Y., Chen C., Ji M., Xiang Y., Han Y., &... Luo Z. (2023). An online flipped classroom approach improves the physiology score and subsequent course scores of the top-performing students. *Adv Physiol Educ.* 47(3), 538–547. doi: 10.1152/advan.00060.2022. [in English].
73. Gal B., Busturia I., Garrido C. (2011). To be or not to be: the importance of attendance in integrated physiology teaching using non-traditional approaches. *BMC Res Notes.* 4. 360(2011). <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-360>. [in English].
74. Weston W. (2018). Do we pay enough attention to science in medical education? *Can Med Educ J.* 9(3), e109-e114. doi:10.36834/cmej.43435. [in English].
75. Sweeney G. (1999). The challenge for basic science education in problem-based medical curricula. *Clin Invest Med.* 22(1), 15–22. PMID: 10079991.
76. Soicher R.N., Becker-Blease K.A., Bostwick K.C.P. (2020). Adapting implementation science for higher education research: the systematic study of implementing evidence-based practices in college classrooms. *Cogn Res Princ Implic.* 5(1):54. doi: 10.1186/s41235-020-00255-0. [in English].
77. John T.A. (2011). Driving forces of biomedical science education and research in state-of-the arts academic medical centres: the United States as example. *Afr J Med Med Sci.* 40(2), 109–118. PMID: 22195377. [in English].
78. Physiological Objectives for Medical Students. London, The Physiological Society, July 2020. 28 p. Retrieved from <https://static.physoc.org/app/uploads/2021/07/14093346/Medical-curriculum.pdf>. [in English].