**УДК 615.8:616.7(048.8)**
**DOI https://doi.org/10.32782/pub.health.2024.2.3**

**Бондарчук Валентина Іванівна,**
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри фізичної терапії, ерготерапії та фізичного виховання
Тернопільського національного медичного університету
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6906-2494
SCOPUS: 57426832500

**Попович Дарія Володимирівна,**
доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри фізичної терапії, ерготерапії та фізичного виховання
Тернопільського національного медичного університету
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5142-2057
SCOPUS: 56044870700

**Гевко Уляна Петрівна,**
кандидат медичних наук,
асистент кафедри фізичної терапії, ерготерапії та фізичного виховання
Тернопільського національного медичного університету
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5265-2842
SCOPUS: 57221292190

**Вайда Олена Валентинівна,**
кандидат медичних наук,
асистент кафедри фізичної терапії, ерготерапії та фізичного виховання
Тернопільського національного медичного університету
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2476-7850
SCOPUS: 57427383300

**Бугаєнко Тетяна Вікторівна,**
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри терапії та реабілітації
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
ORCID: https://orcid.org 0000-0003-3745-0593
SCOPUS: 57211339160

**Миндзів Катерина Володимирівна,**
асистент кафедри фізичної терапії, ерготерапії та фізичного виховання
Тернопільського національного медичного університету
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України
ORCID: https://orcid.org 0000-0003-1025-973X
SCOPUS: 57427383200

# ВАЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ В ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ ПАЦІЄНТІВ ІЗ ПОРУШЕННЯМ ДІЯЛЬНОСТІ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ: АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

***Анотація.*** *Актуальність новітніх технологій реабілітації сьогодні в Україні й інших країнах світу є надзвичайно високою з таких причин, як зростання кількості захворювань і травм; старіння населення; реабілітація*

*після COVID-19; підвищення попиту на персоналізовану медицину й сучасну реабілітацію; розвиток новітніх технологій; покращення якості життя.*

***Мета роботи –*** *проаналізувати світовий досвід необхідності застосування новітніх технологій реабілітації в процесі відновлення пацієнтів із порушенням діяльності опорно-рухового апарату.*

***Матеріали та методи дослідження.*** *За допомогою пошукових баз даних мережі Internet (PubMed, Google Schoolar, PEDro, Scopus, Web of Science) проаналізовано джерела наукової інформації та матеріалів щодо необхідності застосування новітніх технологій реабілітації в процесі відновлення пацієнтів ортопедичного профілю.*

***Результати дослідження та їх обговорення.*** *Новітні технології надзвичайно швидко розвинулися в реабілітаційному середовищі. Технології реабілітації допомагають покращити відновлення пацієнтів, запобігти занепаду й регресу, відстежувати зміни та допомагати підтримувати якість життя пацієнтів з порушенням діяльності опорно-рухового апарату. C. Winstein, P. Requejo описують новітні технології реабілітації, які мають велику можливість, щоб зробити реабілітацію більш ефективною, результативною й орієнтованою на пацієнта. D. Brennan, L. Tindall, D. Theodoros, J. Brown, M. Campbell, D. Christiana, D. Smith, J. Cason, A. Lee обґрунтували доцільність застосування телереабілітації, де детально описали, що телереабілітація охоплює цілий низку реабілітаційних та абілітаційних послуг, які включають оцінку, моніторинг, профілактику, втручання, нагляд, освіту, консультації та консультування. J. Webster, P. Young, J. Kiecker установили, що пацієнти з ампутацією мають індивідуальні потреби, які необхідно враховувати під час наданні послуг телереабілітації, а процес фізичної терапії для осіб з ампутацією повинен здійснюватися за участю мультидисциплінарної команди, тому телереабілітація також має базуватися на командному підході. S. Rutkowski, P. Kiper, L. Cacciante, J. Mazurek, A. Turolla вивчили й обґрунтували ефективність втручань на основі віртуальної реальності в напрямі реабілітації, установили, що використання спеціальної віртуальної реальності та ігрової віртуальної реальності може бути корисним для лікування верхньої кінцівки, але не для спритності рук і ходи при складних патологіях. Допоміжні технології в процесі реабілітації розроблені для того, щоб забезпечити максимальну самостійність і поліпшити якість життя людей з різними видами обмежень. Вони охоплюють широкий спектр пристроїв і систем, які адаптовані до конкретних потреб користувачів.*

***Висновки.*** *Сучасні технології дають значно підвищити ефективність і швидкість реабілітаційних процесів, забезпечуючи пацієнтам можливість повернутися до активного життя. Вони сприяють індивідуальному підходу до реабілітації, що враховує конкретні потреби кожного пацієнта, і роблять реабілітацію більш безпечною та комфортною.*

***Ключові слова:*** *фізична терапія, технології реабілітації, допоміжні засоби реабілітації, опорно-руховий апарат.*

**Bondarchuk V. I., Popovych D. V., Hevko U. P., Vayda O. V., Buhaienko T. V., Myndziv K. V. The importance of applying of the latest rehabilitation technologies in the process of recovery of patients with impaired of the musculoskeletal system: analytical review of scientific literature**

***Topicality****. The relevance of of the latest rehabilitation technologies today in Ukraine and other countries of the world is extremely high for the following reasons: growth number of diseases and injuries; population aging; rehabilitation after COVID-19; increasing demand for personalized medicine and modern rehabilitation; development of new technologies; improvement of the quality of life.*

*The purpose of the work is to analyse the world experience of the need to use the latest rehabilitation technologies in the process of recovery of patients with musculoskeletal disorders.*

***Research materials and methods.*** *Using Internet search databases (PubMed, Google Schoolar, PEDro, Scopus, Web of Science), the sources of scientific information and materials on the need to use the latest rehabilitation technologies in the process of rehabilitation of orthopaedic patients were analysed.*

***Research results and discussion.*** *The latest technologies have developed extremely rapidly in the rehabilitation environment. Rehabilitation technologies help improve patient recovery, prevent decline and regression, track changes, and help maintain the quality of life of patients with musculoskeletal disorders. C. Winstein, P. Requejo describe the latest rehabilitation technologies that have great potential to make rehabilitation more effective, efficient and patient-centred. D. Brennan, L. Tindall, D. Theodoros, J. Brown, M. Campbell, D. Christiana, D. Smith, J. Cason, A. Lee substantiated the feasibility of using TV rehabilitation, where they described in detail that TV rehabilitation covers a range of rehabilitation and habilitation services, including assessment, monitoring, prevention, intervention, supervision, education, consultation and counselling. J. Webster, P. Young, J. Kiecker found that patients with amputation have individual needs that need to be taken into account when providing tele-rehabilitation services, and the process of physical therapy for people with amputation should be carried out with the participation of a multidisciplinary team, so tele-rehabilitation should also be based on a team approach. S. Rutkowski, P. Kiper, L. Cacciante, J. Mazurek, A. Turolla studied and substantiated the effectiveness of virtual reality-based interventions in rehabilitation and found that the use of specialised virtual reality and gaming virtual reality can be useful for treating the upper limb, but not for hand dexterity and gait in complex pathologies. Assistive technologies in the rehabilitation process are designed to provide maximum independence and improve the quality of life for people with various types of disabilities. They cover a wide range of devices and systems that are adapted to the specific needs of users.*

***Conclusions.*** *Modern technologies can significantly increase the efficiency and speed of rehabilitation processes, providing patients with the opportunity to return to active life. They facilitate an individual approach to rehabilitation that takes into account the specific needs of each patient and make rehabilitation safer and more comfortable.*

***Key words:*** *physical therapy, rehabilitation technologies, rehabilitation assistive devices, musculoskeletal system.*

**Вступ.** Останніми роками в Україні кардинально змінився підхід до реабілітації пацієнтів ортопедичного профілю. Новітні технології реабілітації активно розвиваються, пропонуючи нові методи й інструменти для відновлення здоров'я пацієнтів після травм, операцій або захворювань. Технічні засоби реабілітації є важливою складовою технологій реабілітації. Вони включають різноманітні пристрої, апарати, інструменти й системи, які допомагають у процесі відновлення здоров'я та функціональних можливостей пацієнтів. Технічні засоби можуть бути як простими, так і високотехнологічними, вони відіграють надзвичайно важливу роль у сучасних реабілітаційних підходах. Таким чином, технічні засоби реабілітації є невід'ємною частиною новітніх технологій реабілітації, надаючи пацієнтам можливість швидкого відновлення [1; 2].

Актуальність новітніх технологій реабілітації сьогодні в Україні та інших країнах світу є надзвичайно високою з таких причин, як зростання кількості захворювань і травм; старіння населення; реабілітація після COVID-19; підвищення попиту на персоналізовану медицину та сучасну реабілітацію; розвиток новітніх технологій; покращення якості життя. Таким чином, технології реабілітації є надзвичайно важливими для медицини, фізичної терапії та суспільства в цілому, забезпечуючи ефективне й доступне відновлення здоров'я для широкого кола пацієнтів [2; 3; 4].

**Мета та завдання** – проаналізувати світовий досвід необхідності застосування новітніх технологій реабілітації в процесі відновлення пацієнтів з порушенням діяльності опорно-рухового апарату.

**Методи дослідження.** За допомогою пошукових баз даних мережі Internet (PubMed, Google Schoolar, PEDro, Scopus, Web of Science) проаналізовано джерела наукової інформації та матеріали щодо необхідності застосування новітніх технологій реабілітації в процесі відновлення пацієнтів ортопедичного профілю.

**Результати дослідження.** Застосування новітніх технологій і технічних засобів реабілітації в процесі відновлення пацієнтів ортопедичного профілю є життєво необхідним з огляду на складність і тривалість реабілітаційного процесу після травм, операцій або захворювань опорно-рухового апарату. Застосування технологій реабілітації та технічних засобів є необхідним для забезпечення ефективного, швидкого й безпечного відновлення пацієнтів ортопедичного профілю. Ці інструменти значно покращують результати відновлення, забезпечуючи пацієнтам можливість повернутися до нормального життя з мінімальними обмеженнями [3; 4].

Ми представили ключові принципи застосування технологій і технічних засобів реабілітації в процесі відновлення пацієнтів [3; 4].

Прискорення та оптимізація процесу відновлення: технології та технічні засоби реабілітації, такі як роботизовані тренажери, екзоскелети й біонічні протези, допомагають пацієнтам швидше відновлювати втрачені функції, забезпечують контрольовані та повторювані рухи, що сприяють правильному розвитку м'язової пам'яті й прискорюють процес реабілітації [2; 4].

Покращення точності та ефективності реабілітації: сучасні технічні засоби, такі як ортези, протези та спеціалізовані тренажери, дають змогу виконувати терапевтичні вправи з більшою точністю, що є критичним для відновлення правильних рухових моделей, наприклад, комп'ютеризовані ортези можуть адаптуватися до потреб пацієнта й забезпечувати точну підтримку кінцівок під час рухів [2; 4].

Мінімізація ускладнень і повторних травм: застосування новітніх технологій реабілітації дає змогу знизити ризик розвитку ускладнень, таких як контрактури або атрофія м'язів. Використання технічних засобів, які точно налаштовані на потреби пацієнта, допомагає уникнути неправильних навантажень на суглоби та м'язи, що зменшує ризик повторних травм [2; 4].

Індивідуальний підхід до реабілітації: завдяки сучасним технологіям можна створювати індивідуальні програми реабілітації, які враховують специфіку кожного пацієнта, наприклад, 3D-друк дає змогу виготовляти індивідуальні ортези та протези, що забезпечує оптимальну підтримку й комфорт для пацієнта [2; 4].

Психологічна підтримка та мотивація: використання інтерактивних технологій, таких як віртуальна реальність (VR), підвищує мотивацію пацієнтів до виконання терапевтичних вправ, а це сприяє покращенню психологічного стану пацієнтів, що є важливим фактором для успішного відновлення [2; 4].

Телереабілітація: завдяки телемедицині й дистанційним реабілітаційним системам пацієнти можуть продовжувати реабілітацію вдома, під наглядом фахівців, що особливо важливо для пацієнтів, які проживають у віддалених районах або мають обмежені можливості для пересування [5; 6].

Забезпечення комплексного підходу до лікування: сучасні технології дають змогу поєднувати

фізичну реабілітацію з іншими методами, такими як когнітивна терапія або біологічний зворотний зв'язок, що сприяє комплексному відновленню, враховуючи як фізичні, так і психологічні аспекти реабілітації [2; 5].

Підвищення якості життя: завдяки застосуванню новітніх технологій і технічних засобів реабілітації пацієнти можуть швидше повертатися до активного життя, відновлюючи втрачені функції та покращуючи якість свого життя, що особливо важливо для пацієнтів ортопедичного профілю, які часто стикаються з тривалими обмеженнями в руховій активності [2; 4].

Новітні технології надзвичайно швидко розвинулися в реабілітаційному середовищі. Спеціалісти з фізичної терапії, які працюють у мультидисциплінарній команді, часто беруть участь у процесі тестування, у нових розробках і модифікаціях і технологіях разом з інженерами й командами розробників. Технології реабілітації допомагають покращити відновлення пацієнтів, запобігти занепаду та регресу, відстежувати зміни й допомагати підтримувати якість життя пацієнтів з порушенням діяльності опорно-рухового апарату (ОРА) [2; 4; 5].

C. Winstein, P. Requejo (2015) описують новітні технології реабілітації, які мають велику можливість, щоб покращити реабілітацію та менеджмент зі складними травмами, щоб зробити реабілітацію більш ефективною, результативною й орієнтованою на пацієнта з метою зменшення бар'єрів у навколишньому середовищі, об'єднання людей й надання можливості підтримувати одне одного в режимі реального часу. Щоб інноваційні технології в процесі реабілітації були ефективними для людей зі складними травмами та захворюваннями, фахівці з реабілітації мають знати про новітні технологічні досягнення [4].

З розвитком комунікаційних технологій телереабілітація стала життєздатним варіантом надання реабілітаційних послуг. D. Brennan, L. Tindall, D. Theodoros, J. Brown, M. Campbell, D. Christiana, D. Smith, J. Cason, A. Lee [5] у 2010 році провели дослідження щодо застосування телереабілітації. У праці описано, що телереабілітація – це надання реабілітаційних послуг за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій. Телереабілітація охоплює низку реабілітаційних та абілітаційних послуг, які включають оцінку, моніторинг, профілактику, втручання, нагляд, освіту, консультації та консультування. Телереабілітація може сприяти покращенню здоров'я людей з м'язово-скелетними порушеннями. Вона здатна підвищити залученість пацієнтів ортопедичного профілю та забезпечити ефективні можливості для їх навчання. Дослідження M.P. Baroni, M.E. Jacob, W.R. Rios і співавторів у 2023 році M.A. Cottrell, O.A. Galea, S.P. O'Leary та співавторів у 2017 році виявили, що телереабілітація є подібною до очної терапії в плані зменшення болю, покращення функцій і підвищенні якості життя [6; 7].

У науковій праці J. Webster, P. Young, J. Kiecker «Telerehabilitation for amputee care» [8] описано, що пацієнти з ампутацією мають індивідуальні потреби, які необхідно враховувати під час надання послуг телереабілітації. Процес фізичної терапії для осіб з ампутацією повинен здійснюватися за участі мультидисциплінарної команди, тому телереабілітація також має базуватися на командному підході. Використання протезів може ускладнити надання послуг телереабілітації. Особливі заходи безпеки можуть знадобитися під час віртуального тренування ходьби, особливо якщо пацієнт уперше використовує протез або має проблеми з рівновагою та координацією.

Терапія VR використовує імерсивні комп'ютерні середовища, які імітують реальні життєві сценарії через зорові та слухові канали з метою реабілітації. S. Rutkowski, P. Kiper, L. Cacciante, J. Mazurek, A. Turolla у 2020 році [9] проаналізували ефективність втручань на основі VR у напрямі реабілітації, а також дослідили, чи відрізняються результати втручань на основі віртуальної реальності з точки зору функції верхніх або нижніх кінцівок, ходи й рівноваги залежно від використовуваної системи VR. Автори дійшли висновку, що використання спеціальної VR та ігрової віртуальної реальності може бути корисним для лікування верхньої кінцівки, але не для спритності рук і ходи при складних патологіях. Також J. Hao, Z. Chen, A. Remis, Z. He (2023) [10] установили позитивні зміни VR для людей з ампутаціями. Зміни були щодо покращення рівноваги й ходи. Дослідження VR сьогодні мало досліджені, тому вивчення VR потребує подальшого вивчення. Варто відмітити як переваги, так і недоліки VR. До переваг належить ефективність у відновлені пацієнтів; розвиток моторики; заохочення незалежності пацієнта; підвищення мотивації пацієнтів; можливість адаптувати терапевтичні сесії до індивідуальних потреб; до недоліків – упровадження системи; відсутність інформації про можливість застосування; фактори, пов'язані з пацієнтом; потенційна морська хвороба [11; 12].

Допоміжні технології (далі – ДТ) – це допоміжні засоби й пов'язані з ними системи та

послуги для людей, розроблені з метою підтримання або поліпшення функціонування й, отже, сприяння добробуту. ДТ – це інструменти, пристрої, програмне забезпечення або системи, що допомагають людям з обмеженими можливостями виконувати завдання, які їм важко або неможливо виконати самостійно. Ці технології спрямовані на покращення незалежності, мобільності, комунікації та загальної якості життя. У публікаціях і на он-лай платформах наявна інформація щодо ДТ, приклади допоміжних технологій представлено нижче [12; 13].

1. Допоміжні технології для мобільності (інвалідні візки: як ручні, так і електричні моделі, що забезпечують мобільність; робототехніка й екзоскелети, що передбачають використання механічних пристроїв, які допомагають або доповнюють рухи людини).

2. Комунікація (альтернативні й допоміжні комунікативні пристрої: пристрої або програми, які допомагають людям з порушеннями мовлення спілкуватися; екранні читачі (програми, що озвучують текст на екрані для людей з вадами зору)).

3. Орієнтація та навігація (GPS-системи для людей з порушеннями зору: допомагають орієнтуватися в просторі; електронні тростини: спеціальні пристрої, що використовують ультразвук для виявлення перешкод на шляху).

4. Навчання (програмне забезпечення для навчання: додатки й інструменти, що адаптують навчальні матеріали для людей з різними типами інвалідності; засоби для розпізнавання мови: програми, які конвертують мовлення в текст, що може бути корисним для людей з порушеннями моторики).

5. Щоденні активності (роботизовані системи: пристрої, що допомагають у виконанні повсякденних завдань, наприклад, приготуванні їжі або догляді за собою; пристрої для автоматизації домашніх завдань: наприклад, розумні будинки, що дають змогу керувати освітленням, температурою та іншими системами за допомогою голосових команд або додатків).

6. Підтримка слуху (слухові апарати: пристрої, що покращують слух для людей з утратою слуху; кохлеарні імплантати: електронні пристрої, які стимулюють слуховий нерв і дають змогу відновити слух).

Допоміжні технології розроблені для того, щоб забезпечити максимальну самостійність і поліпшити якість життя людей з різними видами обмежень. Вони охоплюють широкий спектр пристроїв і систем, які адаптовані до конкретних потреб користувачів.

**Перспективи подальших досліджень** спрямовані на подальше вивчення важливості застосування новітніх технологій реабілітації в процесі відновлення пацієнтів неврологічного профілю.

**Висновки.** Застосування новітніх технологій реабілітації в процесі відновлення пацієнтів з порушенням діяльності опорно-рухового апарату є важливим. Сучасні технології дають змогу значно підвищити ефективність і швидкість реабілітаційних процесів, забезпечуючи пацієнтам можливість повернутися до активного життя. Вони сприяють індивідуальному підходу до реабілітації, що враховує конкретні потреби кожного пацієнта, і роблять реабілітацію більш безпечною та комфортною. Крім того, новітні технології знижують ризик ускладнень і повторних травм, покращують мотивацію пацієнтів і дають можливість надавати якісні послуги навіть дистанційно. Усе це в комплексі підвищує якість життя пацієнтів і значно покращує результати відновлення.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Assistive technology in resource-limited environments: a scoping review / R. Matter et al. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2017. Vol. 12 (2). P. 105–114.

2. World trends in the use of interactive technologies in education. International collective monograph. Intellebence Transportation System And Smart City Institute (ITSSCI). Lima, Peru, 2023. 543 p.

3. Попадюха Ю.А. Особливості використання сучасних і перспективних реабілітаційних технологій та засобів для відновлення опорно-рухового апарату спортсмена. *Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія 15 «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури / фізична культура і спорт :* збірник наукових праць. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2011. Вип. 11. С. 203–207.

4. Winstein C., Requejo P. Innovative technologies for rehabilitation and health promotion: what is the evidence? *Physical therapy*. 2015. Vol. 95 (3). P. 294–298.

5. A blueprint for telerehabilitation guidelines / D. Brennan et al. *International journal of telerehabilitation*. 2010. Vol. 2 (2). P. 31.

6. The state of the art in telerehabilitation for musculoskeletal conditions / M.P. Baroni et al. *Archives of Physiotherapy*. 2023. Vol. 13 (1). P. 1.

7. Real-time telerehabilitation for the treatment of musculoskeletal conditions is effective and comparable to standard practice: a systematic review and meta-analysis / M.A. Cottrell et al. *Clinical rehabilitation*. 2017. Vol. 5. P. 625–638.

8. Webster J., Young P., Kiecker J. Telerehabilitation for amputee care. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2021. Vol. 32 (2). P. 253–262.

9. Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis / S. Rutkowski et al. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2020. Vol. 52 (11). P. 1–6.

10. Virtual Reality-Based Rehabilitation to Restore Motor Function in People With Amputation: A Systematic Literature Review / J. Hao et al. *Am J Phys Med Rehabil*. 2023. Vol. 102 (5). P. 468–674. URL: https://www.doi.org/10.1097/PHM.0000000000002150.

11. Brepohl P.C., Leite H. Virtual reality applied to physiotherapy: a review of current knowledge. *Virtual Reality*. 2023. Vol. 27 (1). P. 71–95.

12. Howard M.C., Van Zandt E.C. A meta-analysis of the virtual reality problem: Unequal effects of virtual reality sickness across individual differences. *Virtual Reality.* 2021. Vol. 25 (4). P. 1221–1246.

13. Особливості застосування технічних засобів реабілітації у навчальному процесі здобувачів вищої освіти спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія» / Д.В. Попович та інші. *Медична освіта.* 2023. № 2. С. 57–62. URL: http://dx.doi.org/10.11603/m.2414-5998.2023.2.13841.

14. Всесвітня організація охорони здоров'я. Навчання з модулів допоміжних засобів. 2020. URL: https://www.gate-tap.org/all-modules.

**REFERENCES:**

1. Matter, R., Harniss, M., Oderud, T., Borg, J., & Eide, A.H. (2017). Assistive technology in resource-limited environments: a scoping review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology,* 12 (2), 105–114 [in English].

2. World trends in the use of interactive technologies in education (2023). International collective monograph. Intellebence Transportation System And Smart City Institute (ITSSCI). Lima, Peru. 543 p. [in English].

3. Popadiukha, Yu.A. (2011). Osoblyvosti vykorystannia suchasnykh i perspektyvnykh reabilitatsiinykh tekhnolohii ta zasobiv dlia vidnovlennia oporno-rukhovoho aparatu sportsmena [Features of the use of modern and promising rehabilitation technologies and means for the restoration of the musculoskeletal system of the athlete]. *Naukovyi chasopys NPU im. M.P. Drahomanova, Seriia 15 Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury / fizychna kultura i sport : zb. naukovykh prats – Scientific Journal of the Drahomanov National Pedagogical University, Series 15 Scientific and Pedagogical Problems of Physical Culture / Physical Culture and Sports : a collection of scientific papers,* 11, 203–207 [in Ukrainian].

4. Winstein, C., & Requejo, P. (2015). Innovative technologies for rehabilitation and health promotion: what is the evidence? *Physical therapy,* 95 (3), 294–298 [in English].

5. Brennan, D., Tindall, L., Theodoros, D., Brown, J., Campbell, M., Christiana, D., Smith, D., Cason, J., & Lee, A. (2010). A blueprint for telerehabilitation guidelines. *International journal of telerehabilitation*, 2 (2), 31 [in English].

6. Baroni, M.P., Jacob, M.F., Rios, W.R., Fandim, J.V., Fernandes, L.G., Chaves, P.I., Fioratti, I., & Saragiotto, B.T. (2023). The state of the art in telerehabilitation for musculoskeletal conditions. *Archives of Physiotherapy*, 13 (1), 1 [in English].

7. Cottrell, M.A., Galea, O.A., O'Leary, S.P., Hill, A.J., & Russell, T.G. (2017). Real-time telerehabilitation for the treatment of musculoskeletal conditions is effective and comparable to standard practice: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 5, 625–638 [in English].

8. Webster, J., Young, P., & Kiecker, J. (2021). Telerehabilitation for amputee care. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 32 (2), 253–262 [in English].

9. Rutkowski, S., Kiper, P., Cacciante, L., Mazurek, J., & Turolla, A. (2020). Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 52 (11), 1–6 [in English].

10. Hao, J., Chen, Z., Remis, A., & He, Z. (2023). Virtual Reality–Based Rehabilitation to Restore Motor Function in People With Amputation: A Systematic Literature Review. *Am J Phys Med Rehabil*, 102 (5), 468–674. https://www.doi.org/10.1097/PHM.0000000000002150 [in English].

11. Brepohl, P.C., & Leite, H. (2023). Virtual reality applied to physiotherapy: a review of current knowledge. *Virtual Reality*, 27 (1), 71–95 [in English].

12. Howard, M.C., & Van Zandt, E.C. (2021). A meta-analysis of the virtual reality problem: Unequal effects of virtual reality sickness across individual differences. *Virtual Reality*, 25(4), 1221–1246 [in English].

13. Popovych, D.V., Bondarchuk, V.I., Myndziv, K.V., & Hevko, U.P. (2023). Osoblyvosti zastosuvannia tekhnichnykh zasobiv reabilitatsii u navchalnomu protsesi zdobuvachiv vyshchoi osvity spetsialnosti 227 «Fizychna terapiia, erhoterapiia» [Features of the use of technical means of rehabilitation in the educational process of higher education students majoring in 227 «Physical Therapy, Occupational Therapy»]. *Medychna osvita – Medical education,* 2, 57–62. http://dx.doi.org/10.11603/m.2414-5998.2023.2.13841 [in Ukrainian].

14. Vsesvitnia orhanizatsiia okhorony zdorovia. Navchannia z moduliv dopomizhnykh zasobiv [World Health Organization. Training on assistive technology modules.]. Retrieved from: https://www.gate-tap.org/all-modules [in Ukrainian].