

ЦИФРОВІ ІННОВАЦІЇ В РЕАБІЛІТАЦІЙНІЙ МЕДИЦИНІ: ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД

Впровадження цифрових технологій у реабілітацію в охороні здоров'я докорінно змінює догляд за пацієнтами. В цьому огляді окреслюється мінливий ландшафт застосування цифрових інновацій в реабілітації пацієнтів, зосереджуючись на навичках, необхідних медичним працівникам та їхньому впливі на результати лікування пацієнтів. Підкреслюється роль цифрових технологій та їхній вплив на методи реабілітації, розглядається застосування окремих цифрових технологій на практиці, акцентується увага на важливості міжпрофесійної співпраці між медичними працівниками. Приведені окремі приклади впливу використання цифрових технологій на результати лікування пацієнтів, на медичних працівників, установи та політиків.

Ключові слова: Цифрова трансформація, охорона здоров'я, штучний інтелект, віртуальна реальність, телемедицина.

Зміна парадигми щодо застосування цифрових інновацій впливає на різні аспекти охорони здоров'я, починаючи з діагностики пацієнтів, планування та терапевтичного лікування та продовжуючи проведенням дистанційного моніторингу, управління даними, міждисциплінарною співпрацею медичних працівників. Подібні інновації виходять за межі медичних закладів, пропонуючи пацієнтам віддалений доступ до реабілітаційних процедур. Одночасно вона озброює медичних працівників новими знаннями та інструментами, необхідними для надання адресної та більш ефективної медичної допомоги. Використання цифрових інновацій в реабілітаційній медицині являє собою суттєвий зсув у переосмисленні надання медичної допомоги, що призводить до покращення результатів лікування пацієнтів за рахунок більш орієнтованого на пацієнта підходу до реабілітації [1].

Цифрові технології в охороні здоров'я пройшли певний еволюційний етап, починаючи з електронних медичних карток, застосування яких стало відправною точкою цифровізації даних в системі охорони здоров'я. Еволюційним продовженням стала телемедицина, яка появившись наприкінці 20-го століття, створила умови для дистанційного консультування, дозволяючи також проводити певні медичні процедури за допомогою цифрових методів. Поширення Інтернету стало наступним кроком в обміні медичною інформацією, застосуванні мобільних медичних додатків та наданні телемедичних послуг. У цей час в охороні здоров'я появився новий термін «цифрова медицина», який охоплював носимі медичні пристрої, штучний інтелект (ШІ), електронні медичні карти (ЕМК), телемедицину [2;3;4;5]

Поєднання на початку 21-го століття переносних медичних пристроїв з можливостями моніторингу в режимі реального часу, аналітикою даних та мобільними додатками з великими даними дозволило інтегрувати технології віртуальної та доповненої реальності в систему охорони здоров'я, зокрема в реабілітацію. Завдяки додаткам для смартфонів люди отримали змогу контролювати своє здоров'я, тоді як штучний інтелект (ШІ) почав більше застосовуватися в медичній діагностиці та догляді за пацієнтами [5]. Досягнення телемедицини, застосування портативних пристроїв, датчиків, віртуальної та доповненої реальності разом з електронними медичними картками увійшли в систему охорони здоров'я, включаючи реабілітацію, ставши її невід'ємною частиною.

Використання цифрових технологій у реабілітації призвело до суттєвих змін в догляді за пацієнтами та результатах. Дистанційні реабілітаційні послуги стали важливою складовою медичної допомоги, дозволяючи медикам на основі отриманих даних своєчасно вносити корективи в процес реабілітації у режимі реального часу. Особливого значення набули реабілітаційні вправи, які завдяки використанню технологій віртуальної та доповненої реальності стали для пацієнтів цікавими та мотивуючими, що, безумовно, позитивно впливало на кінцеві результати реабілітації. Створення подібного середовища цілісного догляду за пацієнтом поставило його в центр реабілітації, охопивши широкий спектр медичних працівників, техніків, фахівців з обробки даних та експертів з цифрової охорони здоров'я.

Подібні зміни принесли численні переваги, включаючи покращення результатів лікування пацієнтів, підвищення доступності медичної допомоги, посилення залучення пацієнтів та індивідуальний підхід до терапії, що базується на даних та сприяє більш орієнтованому на пацієнта наданню реабілітаційних послуг [2].

Перш за все це стосується застосування в процесі реабілітації телемедицини, завдяки якій пацієнтам надається можливість отримувати реабілітаційну допомогу на далекій від медичного закладу відстані в звичній домашній обстановці, що позитивно впливає на процес реабілітації та його прискорення [3]. Крім того, телемедицина створює величезні обсяги даних про пацієнтів, що вимагає креативних стратегій управління реабілітацією на основі даних.

Хоча телемедицина в реабілітації пропонує багато переваг, вона також має певні недоліки. Це, зокрема, стосується безпеки та конфіденційності даних пацієнтів; необхідності додаткового навчання медичних працівників застосуванню нових технологій та їх адаптації до нових способів надання допомоги інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Розвиток цифрових навичок є важливим компонентом управління інноваціями, оскільки їх наявність гарантує готовність медичного персоналу до використання технологічних інновацій.

У контексті реабілітації важливого значення набули портативні носимі пристрої, які люди можуть носити на своєму тілі для моніторингу, відстеження та підтримки процесу реабілітації [4]. Фітнес-трекери, смарт-годинники та спеціалізовані пристрої, створені для конкретних цілей охорони здоров'я, є прикладами носимих технологій у реабілітації. Вони використовуються для відстеження рухів пацієнтів, моніторингу життєво важливих показників та збору даних у режимі реального часу щодо їхньої фізичної активності та показників здоров'я.

Ці інструменти надають корисну інформацію, яку можна використовувати для оцінки та організації реабілітаційних програм. Вони забезпечують безперервний моніторинг пацієнтів поза клінічними умовами, дозволяючи медичним працівникам адаптувати програми лікування на основі реальних даних. Носимі пристрої також мотивують пацієнтів до активної участі в реабілітації, надаючи інформацію та зворотний зв'язок щодо їхнього одужання. Крім того, вони мають здатність виробляти дані в режимі реального часу щодо рухів пацієнтів та різних параметрів здоров'я, ефективно впроваджуючи принципи, засновані на даних, у реабілітацію.

Окрім переваг, пов'язаних з даними, носимі пристрої слугують невід'ємними компонентами в контексті підвищення залученості пацієнтів, роблячи реабілітаційні вправи за своєю суттю більш захопливими та мотиваційно зарядженими. Цей акцент на управлінні та підвищенні залученості пацієнтів є ключовим та інноваційним аспектом реабілітації пацієнтів.

Віртуальна реальність (VR), як інноваційна реабілітаційна технологія, являє собою комп'ютерно-генероване середовище, яке служить потужним терапевтичним інструментом, який суттєво посилює процес одужання [6]. У цьому контексті віртуальна реальність використовується за допомогою різних гаджетів, що безперешкодно переносять пацієнтів у ретельно створені віртуальні простори, спеціально розроблені для терапевтичних цілей. Ці віртуальні середовища вміло відтворюють реальні сценарії та дії, тим самим знаходячи широке застосування в реабілітації. Застосування VR включає вправи, тренування рівноваги, когнітивне лікування та навіть нюанси лікування болю.

Переваги віртуальної реальності у сфері реабілітації проявляються у формі переконливого та захопливого підходу для пацієнтів, що дозволяє їм активно брати участь у своєму реабілітаційному процесі. Вона чудово покращує дотримання призначених планів лікування, роблячи вправи по суті приємними та мотивуючими. Більше того, віртуальна реальність ефективно створює безпечне середовище, де пацієнти можуть виконувати безліч завдань та долати різноманітні труднощі, перебуваючи під пильним наглядом медичних працівників.

Основною проблемою у застосуванні технології віртуальної реальності є вартість обладнання та програмного забезпечення, забезпечення універсальної доступності для всіх пацієнтів та його налаштування відповідно до потреб окремих пацієнтів. Залишається відкрити питання щодо набуття відповідних навичок з боку медичного персоналу, що також пов'язано з вартістю та часом. Попри це, прогнози показують на готовність технологій віртуальної реальності до розвитку, які забезпечуючи інтеграцію тактильної стимуляції та біометричного моніторингу покращують терапевтичні результати. За окремими даними обсяг світового ринку віртуальної реальності в охороні здоров'я у 2021 році оцінювався в 459,0 млн доларів США і, за прогнозами, зростатиме з 628,0 млн. доларів США у 2022 році до 6,20 млрд. доларів США до 2029 року, з середньорічним приростом на рівні 38,7% [7].

Крім того, інтеграція технологій віртуальної реальності у реабілітацію робить суттєвий внесок в сферу управління інноваціями в системі охорони здоров'я, що дозволяє більш ретельно вивчати наслідки реабілітації, вносячи відповідні корективи в управління реабілітаційними інноваціями та використання отриманих результатів в процесі розробки стратегій управління інноваціями в сфері медицини [8].

У сфері цифрової реабілітації медичні працівники мають володіти набором навичок, що охоплює технічну майстерність та м'які навички, наявність яких здатна забезпечити пацієнтам найкращий догляд [9]. Технічна сфера вимагає таких компетенцій, як вільне володіння цифровими пристроями, вміння керування портативними пристроями, володіння інструментами віртуальної та доповненої реальності, знайомство з електронними медичними картами та вміння аналізувати дані. М'які навички є однаково незамінними, включаючи ефективну комунікацію, емпатію, адаптивність, непохитну відданість пацієнтоорієнтованій допомозі та здатність безперешкодно співпрацювати між дисциплінами для цілісного благополуччя пацієнтів.

Когнітивні здібності включають вирішення проблем та критичне мислення, що дозволяє медичним працівникам визначати потреби пацієнтів, приймати рішення на основі даних та розробляти індивідуальні стратегії реабілітації [9]. Крім того, необхідна відданість постійному навчанню та прийняттю етичних рішень, особливо коли йдеться про конфіденційність даних пацієнтів та дозвіл на їх використання під час використання цифрових технологій. Ці можливості дозволяють медичним працівникам орієнтуватися в постійно мінливому ландшафті цифрової реабілітації, надаючи індивідуалізований догляд та покращуючи результати лікування пацієнтів. Чітке усвідомлення особливості змін, які привносять цифрові технології в процес реабілітації має суттєве значення для медичних працівників, які, щоб ефективно впроваджувати ці цифрові інструменти у практику, повинні набувати та адаптуватися до нових навичок та методів навчання.

Зміни, що відбуваються в сфері реабілітації, зокрема із застосуванням цифрових технологій також потребують ретельного розгляду етичних питань та конфіденційності даних пацієнтів. Необхідно чітко інформувати пацієнтів щодо використання та права власності на дані, суворі заходи безпеки даних та дотримання законодавства щодо конфіденційності даних. Дотримання етичних цінностей та безпеки даних, має вирішальне значення для реалізації повного потенціалу цифрових технологій у медичній реабілітації.

Узагальнюючи викладене, слід відзначити суттєві зміни в медичній реабілітації, які відбуваються завдяки цифровим інноваціям, ключова роль в яких належить телемедицині, носимим пристроям та віртуальній реальності, а також змінам у взаємодії пацієнтів та медичного персоналу. Ці трансформаційні зміни у сфері реабілітації поширюються далеко за межі безпосередньо медичної сфери, пронизуючи процес управління інноваціями, який відображає суттєві зміни, які впливатимуть на усі складові системи управління охороною здоров'я.

Перш за все це стосується безпосереднього медичного персоналу, який під впливом цифрових інновацій зіткнувся з постійно зростаючим набором вимог до навичок. Його здатність використовувати цифрові технології та сприяти міждисциплінарній співпраці стає визначальним чинником успішної реабілітаційної практики. Очевидним є те, що роль медичного персоналу визначається переходом від традиційної клінічної допомоги до технологічно обґрунтованої, пацієнтоорієнтованої охорони здоров'я.

Впровадження інноваційних технологій в медичну практику вказує на зміни, що відбуваються у самих медичних закладах, які завдяки цим технологіям мають можливість надавати більш ефективну, засновану на даних та персоналізовану реабілітаційну допомогу. Такий перехід до більш технологічно оснащеної реабілітації призводить не лише до покращення результатів лікування пацієнтів, а й сприяє зниженню операційних витрат та підвищенню загальної ефективності закладів охорони здоров'я.

Оскільки цифрові технології стрімко проникають в систему реабілітації пацієнтів, паралельно з цим процесом, скоріш за все навіть з випередженням, має трансформуватися і політика щодо забезпечення конфіденційності даних пацієнтів, гармонізації нормативно-правової бази з технологічним прогресом, етичними вимогами, які мають вирішальне значення для сприяння створенню інноваційного та безпечного середовища в системі охорони здоров'я.

Викладене вище є предметом для більш широкого обговорення щодо управління інноваціями в сфері охорони здоров'я загалом, міждисциплінарної та міжгалузевої співпраці, реабілітації на основі даних, залучення до цих процесів пацієнтів та розвитку цифрових навичок медичного персоналу, у тому числі управлінського.

Крім того, тенденції, що мають місце в цифровій медицині, підкреслюють важливість і необхідність подальшого вивчення інноваційних практик, що покращують результати лікування пацієнтів та якість наданої медичної допомоги, спрямувавши отримані результати на вироблення відповідної стратегії розвитку реабілітації пацієнтів та цифрової трансформації системи охорони здоров'я.

У більш широкому контексті управління інноваціями, цифрова трансформація в охороні здоров'я та реабілітації є символом системного підходу до інновацій, які проникають і пронизують усі сфери і галузі національної економіки, що стосуються охорони здоров'я, переосмислюючи існуючі підходи до формування інноваційної політики у цілому.

References

1. Chaban O.H.(2014). Shliakhy stvorennia efektyvnoi systemy medychnoi rehabilitatsii [Ways of creating an effective system of medical rehabilitation]. *Zbirnyk naukovykh prats. Aktualni problemy navchannia ta vykhovannia liudei z osoblyvymy potrebamy - Collection of scientific works. Current problems of training and education of people with special needs*. № 11(13). Retrieved from: <https://ap.uu.edu.ua/article/33> [in Ukrainian].
2. Bakaliuk T.G., Vitsentovich M.V., Stelmakh G.O., Blazheev D.O. (2024). Telerehabilitatsiini tekhnolohii v rehabilitatsii ditei iz rukhovymy porushenniamy. [Telerehabilitation technologies in the rehabilitation of children with motor disorders]. *Visnyk sotsialnoi hihieny ta orhanizatsii okhorony zdorovia Ukrainy-nBulletin of social hygiene and health care organizations of Ukraine*. No 1 (99)89. Retrieved from: DOI 10.11603/1681-2786.2024.1.14630 [in Ukrainian].
3. Dostupnist rehabilitatsii cherez telemedytsynu. Perevahy vykorystannia telemedytsyny dlia rehabilitatsii [Accessibility of rehabilitation through telemedicine. Advantages of using telemedicine for rehabilitation]. *WPTD2020-infographic3-A4-Final*. Retrieved from: https://uapt.org.ua/wp-content/uploads/2020/09/WPTD2020-infographic3_ukr-1.pdf [in Ukrainian].

4. Portatyvni prystroi v medytsyni ta efektyvne prohramne zabezpechennia [Portable devices in medicine and effective software]. *Bloh PNN – Blog PNN*. Retrieved from: <https://pnn.com.ua/ua/blog/detail/portable-devices-in-medicine-and-efficient-software> [in Ukrainian].
5. Korotka V.O., Mokrynskyi V.A. (2024). Tekhnolohii shtuchnoho intelektu v suchasni medytsyni: vprovadzhennia ta problematyka [Artificial intelligence technologies in modern medicine: implementation and problems]. *Tsyfrova medytsyna - Digital medicine*. Retrieved from: DOI: 10.32471/umj.1680-3051.163.257497 [in Ukrainian].
6. Lobur Mykhailo, Oleksiy Dzhys Oleksiy. (2024). Intehratsiia virtualnoi realnosti ta tekhnolohii vidstezhennia rukhu dlia pokrashchennia fizychnoi reabilitatsii: ohliad opysu [Integration of virtual reality and motion tracking technologies to improve physical rehabilitation: a descriptive review]. *CDS*. Issue 6, Number 1. 28-36pp. Retrieved from: <https://doi.org/10.23939/cds2024.01.028> [in Ukrainian].
7. Virtualna i dopovnena realnist u medytsyni: yak tsi tekhnolohii dopomahaiut patsiientam [Virtual and Augmented Reality in Medicine: How These Technologies Help Patients]. Sait CASES - CASES Website. Retrieved from: https://cases.media/article/virtualna-i-dopovnena-realnist-u-medicini-yak-ci-tekhnologiyi-dopomagayut-paciyentam?srltid=AfmBOoqqe9ZjilkIvKAfWIifTRA0cpmOysP9AovF3lsOJdSh24r_YFIP [in Ukrainian].
8. Mykhalko Ya. (2023). Virtualna realnist v medytsyni – aktualne sohodennia ta zakhopliuuchi perspektyvy [Virtual reality in medicine – current situation and exciting prospects]. *Uzhhorodskyi natsionalnyi universytet-Uzhhorod National University*. Retrieved from: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/news/virtreal.htm> [in Ukrainian].
9. Brych Valeria & Khodakovska Nadiya (2021). Hotovnist fakhivtsiv iz reabilitatsii do vykorystannia suchasnykh informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii dlia zabezpechennia bezperervnoi reabilitatsiinoi dopomohy patsiientam iz travmamy [Readiness of rehabilitation specialists to use modern information and communication technologies to provide continuous rehabilitation to patients with injuries]. *Ukrainskyi medychnyi chasopys - Ukrainian Medical Journal*. III-IV.№2(142). Retrieved from: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/34759> [in Ukrainian].

DOI 10.34132.mspc2025.01.08.03

Roman Grytsko
Orysia Grytsko
Solomiya Pekanets

DIGITAL INNOVATIONS IN REHABILITATION MEDICINE: AN OVERVIEW

The introduction of digital technologies into rehabilitation in healthcare is fundamentally changing patient care. This review outlines the changing landscape of digital innovations in patient rehabilitation, focusing on the skills needed by healthcare professionals and their impact on patient outcomes. It highlights the role of digital technologies and their impact on rehabilitation practices, examines the application of selected digital technologies in practice, and emphasizes the importance of interprofessional collaboration between healthcare professionals. It provides specific examples of the impact of digital technologies on patient outcomes, healthcare professionals, institutions, and policymakers.

Keywords: Digital transformation, healthcare, artificial intelligence, virtual reality, telemedicine,

Відомості про автора / Information about the Author

Роман Грицко, доктор наук з державного управління, доцент, Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького, Львів, Україна, e-mail: grytskoroman@gmail.com , ORCID: 0000-0001-7086-8399

Roman Grytsko, Doctor of Science in Public Administration, Ass.prof., Lviv National Medical University named after Danylo Halytskyi, Lviv, Ukraine e-mail: grytskoroman@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7086-8399

Орися Грицко, магістр публічного управління та адміністрування, магістр управління проектами, бакалавр медицини, головна медична сестра КМП «1-а міська поліклініка м. Львова», e-mail: orusjagr@gmail.com

Orysia Grytsko, Master of Public Administration and Administration, Master of Project Management, Bachelor of Medicine, Main Nurse «1st City Polyclinic of Lviv», mail: orusjagr@gmail.com

Соломія Пеканець, магістр публічного управління та адміністрування, лікар стоматолог, приватний підприємець, e-mail: soljagr@gmail.com

Solomiya Pekanets, Master of Public Administration and Administration, Dentist Doctor, Private Entrepreneur, soljagr@gmail.com

© Р. Грицко, О. Грицко, С. Пеканець
29.05.2025.

Стаття отримана редакцією

