

DOI 10.11603/1681-2786.2024.1.14630  
УДК 616-053.2:614.2:004.77

Т. Г. БАКАЛЮК, М. В. ВІЦЕНТОВИЧ, Г. О. СТЕЛЬМАХ, Д. О. БЛАЖЕЄВ

## ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ ІЗ РУХОВИМИ ПОРУШЕННЯМИ

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України,  
м. Тернопіль, Україна

**Мета:** систематичний огляд наукової літератури щодо застосування телереабілітаційних технологій у реабілітації дітей із руховими порушеннями.

**Матеріали і методи.** Проведено аналіз літературних джерел із бази PubMed, які стосуються застосування телереабілітаційних технологій у педіатричній практиці, зокрема при проведенні реабілітації дітей із руховими порушеннями.

**Результати.** Застосування телереабілітаційних технологій дає можливість полегшити лікування дітей та підлітків із патологією нервової системи, що забезпечує безпеку цих осіб, покращує охоплення та забезпечує дотримання реабілітаційних програм. Широке впровадження дистанційного втручання також забезпечує дітям і підліткам у віддалених районах кращий доступ до реабілітаційних послуг. Сучасні дослідження показують, що використання віртуальної реальності, відеоігор, мобільних додатків як доповнення до традиційної реабілітації неврологічних пацієнтів є перспективним.

Телереабілітація передбачає використання сучасних телекомунікаційних технологій для надання послуг незалежно від географічних, соціальних, культурних і часових бар'єрів.

**Висновки.** Технології телереабілітації є безпечним способом проведення телереабілітації у дітей із руховими порушеннями. Крім того, інноваційна техніка, яка розвивається, також заохочує інтерес пацієнтів до програм телереабілітації. Це також може бути привабливим і прийнятним способом реабілітації спеціально для дітей. У майбутньому це може стати альтернативою фізичній терапії для тих, хто навряд чи отримає щоденний доступ до особистих сеансів фізичної терапії через безліч причин чи обставин.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** телемедицина в педіатрії; технології телереабілітації; рухові порушення, віртуальна реальність.

Міністерство охорони здоров'я розглядає телемедицину як один із ключових і пріоритетних напрямів цифрової трансформації та розробки новаторських цифрових інструментів для пацієнтів та медичних працівників. Впровадження телемедицини в Україні включає широке співробітництво урядових, професійних, громадських, донорських та комерційних організацій, які разом формують загальне бачення щодо напрямів розвитку телемедицини.

Потреба у послугах реабілітації в Україні наразі надзвичайно висока. Окрім розвитку реабілітаційних відділень, формування міждисциплінарних реабілітаційних команд, розширення послуг реабілітації та цифровізації процесів, на рівні держави активно заохочується застосування телереабілітації. Відповідну постанову щодо змін у функціонуванні телемедицини в Україні ухвалив уряд.

Телереабілітація – це спосіб надання реабілітаційної допомоги із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій, які здійснюються віддалено за допомогою спеціального обладнання, зокрема комп'ютера, веб-камери, компактних

тренажерів та іншого фізіотерапевтичного обладнання. Для телереабілітації вже доступні та реалізовані декілька інструментів, однак деякі технології стикаються з обмеженнями у проведенні домашньої реабілітації. Проте штучний інтелект і комп'ютерне навчання могли б стати вагомим внеском у переплануванні реабілітації та вирішенні майбутніх викликів системи охорони здоров'я, зокрема сектора реабілітації.

Реабілітація дітей представляє особливі клінічні виклики, яких немає в дорослому світі, але також унікальні можливості використання інноваційних технологій для їх вирішення.

Телереабілітація пропонує додаткові можливості для покращення практики догляду, орієнтованої на сім'ю [9], оскільки вона забезпечує зручні та гнучкі способи партнерства з сім'ями, поважуючи індивідуальний склад сім'ї, характеристики й обмеження (наприклад, географічні, тимчасові та фінансові). Крім того, це дозволяє в режимі реального часу отримувати знання й обмінюватися інформацією про дитину в її контексті і підтримує прийняття сімейних рішень та психосоціальне бла-

гополуччя батьків, таке як зниження тривожності, стресу й депресії. Телемедицина була визнана важливим доповненням до комплексної координації медичної допомоги та надання послуг [19].

Телереабілітація, швидше за все, не замінить традиційну особисту клінічну допомогу для всіх груп пацієнтів, але її слід розглядати як важливе доповнення або додаткову модель догляду. Результати дослідження R. Vican et al. свідчать про те, що впровадження телереабілітації є здійсненним, може бути запропоновано широкій різноманітності пацієнтів і сімей, і загалом приймається ерготерапевтами та фізіотерапевтами як ефективна модель догляду за педіатричними пацієнтами [15].

Інноваційні технології значно зросли в реабілітаційному середовищі. Фахівці з реабілітації часто беруть участь у тестуванні, розробці та модифікації нових існуючих технологій разом з інженерами та групами розробників. Ці інновації можуть покращити реабілітацію, запобігти занепаду та регресу, відстежувати зміни і підтримувати здоровий спосіб життя. Кінцевою метою інноваційних технологій є покращення якості життя людей зі складними травмами та порушеннями [7].

**Мета роботи:** систематичний огляд наукової літератури щодо застосування телереабілітаційних технологій у реабілітації дітей із руховими порушеннями.

**Матеріали і методи.** Проведено аналіз літературних джерел із бази PubMed, які стосуються застосування телереабілітаційних технологій у педіатричній практиці, зокрема при проведенні реабілітації дітей із руховими порушеннями.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Ефективність застосування дистанційної реабілітації може відрізнитися залежно від педіатричної спеціальності, закладу та переваг пацієнта [25]. Дослідження показали, що телереабілітація може бути ефективною для педіатричної реабілітації, первинної медичної допомоги та лікування психічного здоров'я [25]. Також доведено, що телереабілітація є здійсненною та ефективною при лікуванні дітей із церебральним паралічем [3] та розладом аутистичного спектра [11].

Телереабілітація заповнює недоліки недостатніх можливостей для спостереження через великі відстані або високі витрати [17, 20], і пацієнти можуть оцінити власні бар'єри та розробити відповідні плани навчання, проводячи програми реабілітації вдома. Ці переваги дають можливість полегшити лікування дітей та підлітків із патологією нервової системи, що забезпечує безпеку цих осіб, покращує охоплення та забезпечує дотримання реабілітаційних програм.

Зі стрімким розвитком інтернет-технологій Всесвітня організація охорони здоров'я визнала потенціал мобільних технологій для зміни характеру

медичних послуг [14]. Це не тільки можливість віддаленого клінічного моніторингу, але і проведення сеансів фізичної терапії в ігровій формі.

Майбутнє реабілітації рухається до включення віртуальної реальності в проведення фізичної терапії. З розвитком телереабілітаційних технологій використання планшетів у процесі реабілітації стає все більш поширеним. Це є ідеальним варіантом завдяки портативності та можливості взаємодії з цими пристроями. Крім того, з поширенням смартфонів та планшетів, діти зможуть виконувати реабілітаційні вправи в дистанційному режимі [2].

Web-програми телереабілітації забезпечують велику зручність для дітей і підлітків із руховими порушеннями, які потребують тривалого відновлювального періоду, і дозволяють їм займатися вдома для реабілітаційного навчання. Дослідження Z. Wang et al. показують, що застосування Web-програм телереабілітації покращила моторику, рівень фізичної активності, силу нижніх кінцівок та якість життя дітей та підлітків із черепно-мозковою травмою [23].

Дослідження T. Johansen et al. розглядали відеоігри як втручання в різні порушення, зокрема: рівновагу, рухливість, когнітивні функції та функції верхніх кінцівок. Терапія відеоіграми є новою сферою нейрореабілітації, й останні дослідження показали, що ефективність ігор для неврологічної реабілітації верхніх кінцівок є багатообіцяючою. Систематичний огляд і мета-аналіз свідчать про позитивний вплив тренувань за допомогою комерційних відеоігор із керуванням рухом на функції кінцівок у молодих людей різного віку з церебральним паралічем [1].

Поява ігрових технологій, таких як відеоігри та віртуальна реальність (virtual reality (VR)), надає широкий спектр можливостей для інтенсивного та приємного проведення реабілітації дітей із неврологічними розладами [4].

M. R. Golomb et al. [8] провели експериментальне дослідження дітей із діагнозом паретичного церебрального паралічу (ЦП) і виявили, що використання терапевтичних стратегій за допомогою комп'ютерних ігор може привести до значного посилення активності геміплегії верхніх кінцівок. Крім того, C. Preston та H. N. Ehrsson [13] підкреслили, що VR є корисною технікою для збільшення рухових завдань верхніх кінцівок, і її можна використовувати в обох умовах, як вдома, так і в навчальних закладах. Програми віртуальної реальності продемонстрували здатність змінювати вправність рук серед дітей із діагнозом геміплегічного ЦП [21].

Ефективна нейрореабілітація відповідає моделі сенсомоторного та когнітивного навчання, основними принципами якої є залучення, а також орієнтація на завдання та інтенсивну практику. Викори-

стання новітніх ігрових технологій, розроблених, щоб бути веселими та приємними, дозволило б дітям виконувати інтенсивне та тривале повторення рухів тіла, щоб отримати високі бали в грі. Незважаючи на те, що мотивація може бути збільшена в технологічно підтримуваний нейрореабілітації без гейміфікації завдань (наприклад, за допомогою використання сценаріїв у протоколах віртуальної реальності [24]), ігри здаються найбільш простим і привабливим рішенням для дітей, щоб підвищити їхню активну участь у реабілітації.

Існують докази використання активних відеоігор у віртуальній реальності для сприяння активним рухам, покращенню рівноваги та збільшенню витрат енергії у дітей із церебральним паралічем [22].

Із зростанням популярності рухових або «активних» систем відеоігор (наприклад, Wii® від Nintendo та Kinect® від Microsoft) і ці системи отримали широкий доступ до недорогої терапії домашньої віртуальної реальності. На відміну від дорогої робототехніки, віртуальних середовищ із зануренням і технологічно складних аксесуарів, розміщених у кількох спеціалізованих реабілітаційних закладах, відеоігри на сьогодні більш широко використовуються в телереабілітації.

D. K. Ravi et al. [16], у своєму огляді використання відеоігор у дітей та підлітків із ДЦП, повідомили про помірні докази покращення рівноваги та загального моторного розвитку, хоча й досі обмежені результати щодо інших рухових навичок. Ці результати були підтверджені мета-аналізом, який повідомив, що відеоігри відіграють позитивну роль у покращенні балансу дітей із ЦП, незважаючи на те, що автори заявляли про обережність щодо методологічних дефектів (наприклад, різниця у вимірюванні, неоднорідність контрольних груп, втручання в поєднанні з іншими методами лікування тощо) [26].

Постійний прогрес у технології віртуальної реальності разом із супутнім зниженням вартості системи підтримав розробку більш корисних і доступних систем VR, які можуть унікальним чином націлюватися на широкий спектр проблем фізичної, психологічної та когнітивної реабілітації та дослідницьких питань. VR пропонує потенціал для проведення систематичного тестування, навчання та лікування людей, які дозволяють точно контролювати складні динамічні тривимірні презентації стимулів, у межах яких можлива складна взаємодія, відстеження поведінки та запис продуктивності [18].

Розроблена реабілітаційна програма з використанням недорогої віртуальної реальності може покращити постуральний контроль у дітей із церебральним паралічем – спастичною геміплегією. Програма телереабілітації з використанням VR була розроблена для подолання бар'єрів у доступі до фізіотерапевтичних послуг для дітей із церебральним паралічем у місцях із низькими ресурса-

ми, у віддалених районах і в умовах обмеженої мобільності [12].

Ігрова технологія виявилася корисною в роботизованій терапії для мотивації дітей під час навчання, як щодо рухових, так і когнітивних функцій. Лише кілька досліджень представляли високоякісні рандомізовані контрольовані дослідження. Найбільш використовуваними ігровими інструментами є комерційні консолі з іграми, не розроблені спеціально для нейрореабілітації. Це може бути пов'язано з тим, що комерційні пристрої є більш надійними та привабливішими, ніж прототипи, розроблені для досліджень [5].

Однак слід зазначити, що обладдйливі докази походять від ігор, спеціально розроблених для моніторингу та реабілітації, які застосовуються для лікування неврологічних захворювань у домашніх умовах: ці пристрої спеціально створені, щоб уникнути перешкод у повсякденній діяльності пацієнтів та щоб отримати явні переваги як для пацієнтів, так і для опікунів [6].

B. Lai et al. [10] проаналізували позитивні ефекти фізичної активності у вільний час у дітей і дорослих з ЦП, повідомляючи про покращення здоров'я, фізичної форми та фізичних функцій, досягнутих за допомогою втручання, включаючи фізичні вправи, активні відеоігри, розважальні заходи, коучинг з поведінки та тренування рухових навичок, із технологіями телемедицини та ресурсами спільноти.

Сучасні дослідження показують, що використання віртуальної реальності як доповнення до традиційної реабілітації неврологічних пацієнтів є перспективним. Консолі та планшети є комерційно доступними, безпечними у використанні, що робить їх можливим варіантом доповнення до реабілітації неврологічних захворювань. Різноманітність ігор, доступних для різних систем, робить віртуальну реальність ідеальною для великої кількості неврологічних захворювань, оскільки вона не лише обслуговує певні частини тіла, але й залучає в свою аудиторію як дітей, так і людей похилого віку.

#### Висновки

1. Телереабілітація передбачає використання сучасних телекомунікаційних технологій для надання послуг незалежно від географічних, соціальних, культурних і часових бар'єрів.

2. Технології телереабілітації є безпечним способом проведення телереабілітації у дітей із руховими порушеннями. Крім того, інноваційна техніка, яка розвивається, також заохочує інтерес пацієнтів до програм телереабілітації. Це також може бути привабливим і приємним способом реабілітації спеціально для дітей. У майбутньому це може стати альтернативою фізичній терапії для тих, хто навряд чи отримає щоденний доступ до особистих сеансів фізичної терапії через різні причини чи обставини.

3. Використання технологій телереабілітації фізичними терапевтами є не лише доцільним, але й ефективним у проведенні реабілітації та розширенні доступу пацієнтів до телереабілітації.

**Перспективи подальших досліджень.** Дослідження застосування Rehabilitation Gaming System у програмі телереабілітації у дітей із руховими порушеннями.

#### Список літератури

1. *Effectiveness of training with motion-controlled commercial video games on hand and arm function in young people with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis* / T. Johansen, V. Strøm, J. Simic, P. O. Rike // *Journal of rehabilitation medicine*. – 2019. – Vol. 3. DOI 10.2340/16501977-2633.
2. *Experiences and effects of telerehabilitation services for physiotherapy outpatients in a resource-constrained public health set-up in the backdrop of the COVID-19 pandemic: A proposal* / H. Ebrahim, P. Pillay-Jayaraman, Y. Leibovitz [et al.] // *S. Afr. J. Physiother.* – 2021. – Vol. 77 (1). DOI 10.4102/sajp.v77i1.1528.
3. *Feasibility of pediatric game-based neurorehabilitation using telehealth technologies: A case report* / G. Reifenberg, G. Gabrosek, K. Tanner [et al.] // *The American Journal of Occupational Therapy*. – 2017. – Vol. 71 (3). DOI 10.5014/ajot.2017.024976.
4. *Gaming Technology for Pediatric Neurorehabilitation: A Systematic Review* / M. Iosa, C. M. Verrelli, A. E. Gentile [et al.] // *Front. Pediatr.* – 2022. – Vol. 28. DOI 10.3389/fped.2022.775356.
5. *Gerber C. N. Preparing a neuropediatric upper limb exergame rehabilitation system for home-use: a feasibility study* / C. N. Gerber, B. Kunz, H. J. van Hedel // *J. Neuroeng Rehabil.* – 2016. – Vol. 13. – P. 33. DOI 10.1186/s12984-016-0141-x.
6. *Grossman S. N. Rapid implementation of virtual neurology in response to the COVID-19 pandemic* / S. N. Grossman, S. C. Han, L. J. Balcer // *Neurology*. – 2020. – Vol. 94. – P. 1077–1087. DOI 10.1212/WNL.0000000000009677.
7. *How New Technology Is Improving Physical Therapy* / J. G. Owens, M. R. Rauzi, A. Kittelson [et al.] // *Curr. Rev. Musculoskelet Med.* – 2020. – Vol. 13 (2). – P. 200–211. DOI 10.1007/s12178-020-09610-6.
8. *In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy* / M. R. Golomb, B. C. McDonald, S. J. Warden [et al.] // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 2010. – Vol. 91. – P. 1–8. DOI 10.1016/j.apmr.2009.08.153.
9. *King G. Family-oriented services in pediatric rehabilitation: a scoping review and framework to promote parent and family wellness* / G. King, L. Williams, S. Hahn Goldberg // *Child Care Health Dev.* – 2017. – Vol. 43 (3). – P. 334–347. DOI 10.1111/cch.12435.
10. *Leisure-time physical activity interventions for children and adults with cerebral palsy: a scoping review* / B. Lai, E. Lee, Y. Kim [et al.] // *Dev. Med. Child. Neurol.* – 2021. – Vol. 63. – P. 162–171. DOI 10.1111/dmcn.14751.
11. *Occupation-based coaching by means of telehealth for families of young children with Autism Spectrum Disorder* / L. M. Little, E. Pope, A. Wallisch, W. Dunn // *American Journal of Occupational Therapy*. – 2018. – Vol. 72 (2). DOI 10.5014/ajot.2018.024786.
12. *Postural control telerehabilitation with a low-cost virtual reality protocol for children with cerebral palsy: Protocol for a clinical trial* / V. Gatica-Rojas, R. Cartes-Velásquez, A. Soto-Poblete, L. E. C. Lizama // *PLoS ONE*. – 2023. – Vol. 18 (8). DOI 10.1371/journal.pone.0268163.
13. *Preston C. Illusory changes in body size modulate body satisfaction in a way that is related to non-clinical eating disorder psychopathology* / C. Preston, H. H. Ehrsson // *PLoS One*. – 2014. – Vol. 9. DOI 10.1371/journal.pone.0085773.
14. *Rabinowitz A. R. Introduction to topical issue on mHealth for brain injury rehabilitation* / A. R. Rabinowitz, S. B. Juengst // *J. Head Trauma Rehabil.* – 2022. – Vol. 37 (3). – P. 131–134. DOI 10.1097/HTR.0000000000000794.00001199-202205000-00001.
15. *Rapid Implementation of Telerehabilitation for Pediatric Patients During COVID-19* / R. Bican, C. Christensen, K. Fallieras [et al.] // *Int. J. Telerehabil.* – 2021. – Vol. 13 (1). DOI 10.5195/ijt.2021.6371.
16. *Ravi D. K. Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review* / D. K. Ravi, N. Kumar, P. Singhi // *Physiotherapy*. – 2017. – Vol. 103. – P. 245–258. DOI 10.1016/j.physio.2016.08.004.
17. *Remote follow-up technologies in traumatic brain injury: a scoping review* / B. G. Smith, S. Tumpa, O. Mantle [et al.] // *J. Neurotrauma*. – 2022. – Vol. 39 (19-20). – P. 1289–1317. DOI 10.1089/neu.2022.0138.
18. *Role of telerehabilitation in the rehabilitation of children with cerebral palsy during COVID-19: A review* / M. Kashif, A. Albalwi, S. A. Mehdi Kazmi [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2024. – Vol. 103 (9). DOI 10.1097/MD.00000000000037214.
19. *Rosenbaum P. L. Let's not go back to 'normal!' lessons from COVID-19 for professionals working in childhood disability* / P. L. Rosenbaum, M. Silva, C. Camden // *Disabil. Rehabil.* – 2021. – Vol. 43 (7). – P. 1022–1030. DOI 10.1080/09638288.2020.1862925.
20. *Telemonitoring of patients with chronic traumatic brain injury: a pilot study* / M. G. Raso, F. Arcuri, S. Liperoti [et al.] // *Front. Neurol.* – 2021. – Vol. 12. DOI 10.3389/fneur.2021.598777.
21. *The effects of virtual reality-based bilateral arm training on hemiplegic children's upper limb motor skills* / J. H. Do, E. Y. Yoo, M. Y. Jung [et al.] // *NeuroRehabilitation*. – 2016. – Vol. 3. – P. 115–127. DOI 10.3233/NRE-161302.
22. *The effect of virtual reality interventions on physical activity in children and adolescents with early brain injuries including cerebral palsy* / L. Mitchell, J. Ziviani, S. Oftedal, R. Boyd // *Dev. Med. Child Neurol.* – 2012. – Vol. 54 (7). – P. 667–671.



23. *The Effect of Web-Based Telerehabilitation Programs on Children and Adolescents With Brain Injury: Systematic Review and Meta-Analysis* / Z. Wang, K. He, X. Sui // *J. Med. Internet Res.* – 2023. – Vol. 25. DOI 10.2196/46957.
24. *The michelangelo effect: art improves the performance in a virtual reality task developed for upper limb neurorehabilitation* / M. Iosa, M. Aydin, C. Candelise [et al.] // *Front. Psychol.* – 2021. – Vol. 11. DOI 10.3389/fpsyg.2020.611956.
25. *Tomines A. Pediatric telehealth: Approaches by specialty and implications for general pediatric care* / A. Tomines // *Advances in Pediatrics.* – 2019. – Vol. 66. – P. 55–85. DOI 10.1016/j.yapd.2019.04.005.
26. *Wu J. The rehabilitative effects of virtual reality games on balance performance among children with cerebral palsy: a meta-analysis of randomized controlled trials* / J. Wu, P. D. Loprinzi, Z. Ren // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2019. – Vol. 16. DOI 10.3390/ijerph16214161.

#### References

1. Johansen, T., Strøm, V., Simic, J., & Rike, P.O. (2019). Effectiveness of training with motion-controlled commercial video games on hand and arm function in young people with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of rehabilitation medicine*, 52(1). DOI 10.2340/16501977-2633.
2. Ebrahim, H., Pillay-Jayaraman, P., Leibovitz, Y., Naidoo, N., Bulmer, T., Bull, B., ... Keller, M.M. (2021). Experiences and effects of telerehabilitation services for physiotherapy outpatients in a resource-constrained public health set-up in the backdrop of the COVID-19 pandemic: A proposal. *The South African journal of physiotherapy*, 77(1). DOI 10.4102/sajp.v77i1.1528.
3. Reifenberg, G., Gabrosek, G., Tanner, K., Harpster, K., Proffitt, R., & Persch, A. (2017). Feasibility of Pediatric Game-Based Neurorehabilitation Using Telehealth Technologies: A Case Report. *The American journal of occupational therapy: official publication of the American Occupational Therapy Association*, 71(3). DOI 10.5014/ajot.2017.024976.
4. Iosa, M., Verrelli, C.M., Gentile, A.E., Ruggieri, M., & Polizzi, A. (2022). Gaming Technology for Pediatric Neurorehabilitation: A Systematic Review. *Frontiers in pediatrics*, 10. DOI 10.3389/fped.2022.775356.
5. Gerber, C.N., Kunz, B., & van Hedel, H.J. (2016). Preparing a neuropediatric upper limb exergame rehabilitation system for home-use: a feasibility study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 13, 33. DOI 10.1186/s12984-016-0141-x.
6. Grossman, S.N., Han, S.C., Balcer, L.J., Kurzweil, A., Weinberg, H., Galetta, S.L., & Busis, N.A. (2020). Rapid implementation of virtual neurology in response to the COVID-19 pandemic. *Neurology*, 94(24), 1077-1087. DOI 10.1212/WNL.00000000000009677.
7. Owens, J.G., Rauzi, M.R., Kittelson, A., Graber, J., Bade, M.J., Johnson, J., & Nabhan, D. (2020). How New Technology Is Improving Physical Therapy. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 13(2), 200-211. DOI 10.1007/s12178-020-09610-6.
8. Golomb, M.R., McDonald, B.C., Warden, S.J., Yonkman, J., Saykin, A.J., Shirley, B., ... Burdea, G.C. (2010). In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(1), 1-8. DOI 10.1016/j.apmr.2009.08.153.
9. King, G., Williams, L., & Hahn Goldberg, S. (2017). Family-oriented services in pediatric rehabilitation: a scoping review and framework to promote parent and family wellness. *Child: care, health and development*, 43(3), 334-347. DOI 10.1111/cch.12435.
10. Lai, B., Lee, E., Kim, Y., Matthews, C., Swanson-Kimani, E., Davis, D., ... Rimmer, J.H. (2021). Leisure-time physical activity interventions for children and adults with cerebral palsy: a scoping review. *Developmental medicine and child neurology*, 63(2), 162-171. DOI 10.1111/dmcn.14751.
11. Little, L.M., Pope, E., Wallisch, A., & Dunn, W. (2018). Occupation-Based Coaching by Means of Telehealth for Families of Young Children With Autism Spectrum Disorder. *The American journal of occupational therapy: official publication of the American Occupational Therapy Association*, 72(2). DOI 10.5014/ajot.2018.024786.
12. Gatica-Rojas, V., Cartes-Velásquez, R., Soto-Poblete, A., & Lizama, L.E.C. (2023). Postural control telerehabilitation with a low-cost virtual reality protocol for children with cerebral palsy: Protocol for a clinical trial. *PLoS one*, 18(8). DOI 10.1371/journal.pone.0268163.
13. Preston, C., & Ehrsson, H.H. (2014). Illusory changes in body size modulate body satisfaction in a way that is related to non-clinical eating disorder psychopathology. *PLoS One*, 9(1). DOI 10.1371/journal.pone.0085773.
14. Rabinowitz, A.R., & Juengst, S.B. (2022). Introduction to Topical Issue on mHealth for Brain Injury Rehabilitation. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 37(3), 131-133. DOI 10.1097/HTR.0000000000000794.
15. Bican, R., Christensen, C., Fallieras, K., Sagester, G., O'Rourke, S., Byars, M., & Tanner, K. (2021). Rapid Implementation of Telerehabilitation for Pediatric Patients During COVID-19. *International journal of telerehabilitation*, 13(1). DOI 10.5195/ijt.2021.6371.
16. Ravi, D.K., Kumar, N., & Singhi, P. (2017). Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review. *Physiotherapy*, 103(3), 245-258. DOI 10.1016/j.physio.2016.08.004.
17. Smith, B.G., Tumpa, S., Mantle, O., Whiffin, C.J., Mee, H., Solla, D.J.F., ... Hutchinson, P.J. (2022). Remote Follow-Up Technologies in Traumatic Brain Injury: A Scoping Review. *Journal of neurotrauma*, 39(19-20), 1289-1317. DOI 10.1089/neu.2022.0138.
18. Kashif, M., Albalwi, A., Mehdi Kazmi, S.A., Alharbi, A.A., Bashir, K., Aqeel Aslam, M., & Ghaffar, T. (2024). Role of telerehabilitation in the rehabilitation of children with cerebral palsy during COVID-19: A review. *Medicine*, 103(9). DOI 10.1097/MD.00000000000037214.

19. Rosenbaum, P.L., Silva, M., & Camden, C. (2021). Let's not go back to 'normal'! lessons from COVID-19 for professionals working in childhood disability. *Disability and rehabilitation*, 43(7), 1022-1028. DOI 10.1080/09638288.2020.1862925.
20. Raso, M.G., Arcuri, F., Liperoti, S., Mercurio, L., Mauro, A., Cusato, F., ... Cerasa, A. (2021). Telemonitoring of Patients With Chronic Traumatic Brain Injury: A Pilot Study. *Frontiers in neurology*, 12. DOI 10.3389/fneur.2021.598777.
21. Do, J.H., Yoo, E.Y., Jung, M.Y., & Park, H.Y. (2016). The effects of virtual reality-based bilateral arm training on hemiplegic children's upper limb motor skills. *NeuroRehabilitation*, 38(2), 115-127. DOI 10.3233/NRE-161302.
22. Mitchell, L., Ziviani, J., Oftedal, S., & Boyd, R. (2012). The effect of virtual reality interventions on physical activity in children and adolescents with early brain injuries including cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 54(7), 667-671. DOI 10.1111/j.1469-8749.2011.04199.x.
23. Wang, Z., He, K., Sui, X., Yi, J., Yang, Z., Wang, K., ... Zhao, L. (2023). The Effect of Web-Based Telerehabilitation Programs on Children and Adolescents With Brain Injury: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of medical Internet research*, 25. DOI 10.2196/46957.
24. Iosa, M., Aydin, M., Candelise, C., Coda, N., Morone, G., Antonucci, G., ... Tieri, G. (2021). The Michelangelo Effect: Art Improves the Performance in a Virtual Reality Task Developed for Upper Limb Neurorehabilitation. *Frontiers in psychology*, 11. DOI 10.3389/fpsyg.2020.611956.
25. Tomines, A. (2019). Pediatric Telehealth: Approaches by Specialty and Implications for General Pediatric Care. *Advances in pediatrics*, 66, 55-85. DOI 10.1016/j.yapd.2019.04.005.
26. Wu, J., Loprinzi, P.D., & Ren, Z. (2019). The Rehabilitative Effects of Virtual Reality Games on Balance Performance among Children with Cerebral Palsy: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International journal of environmental research and public health*, 16(21). DOI 10.3390/ijerph16214161.

## TELEREHABILITATION TECHNOLOGIES IN THE REHABILITATION OF CHILDREN WITH MOVEMENT DISORDERS

T. H. Bakaliuk, M. V. Vicentovych, H. O. Stelmakh, D. O. Blazheev  
I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

**Purpose:** a systematic review of the scientific literature on the use of telerehabilitation technologies in the rehabilitation of children with movement disorders.

**Materials and Methods.** The analysis of literary sources from the PubMed database, which relate to the use of telerehabilitation technologies in pediatric practice, in particular in the rehabilitation of children with movement disorders, was carried out.

**Results.** The use of telerehabilitation technologies makes it possible to facilitate the treatment of children and adolescents with pathologies of the nervous system, which ensures the safety of these persons, improves coverage and ensures compliance with rehabilitation programs. Widespread implementation of remote intervention also provides children and adolescents in remote areas with better access to rehabilitation services. Modern research shows that the use of virtual reality, video games, and mobile applications as a supplement to traditional rehabilitation of neurological patients is promising.

Telerehabilitation involves the use of modern telecommunication technologies in order to provide services regardless of geographical, social, cultural and time barriers.

**Conclusions.** Telerehabilitation technologies are a safe way of conducting telerehabilitation for children with movement disorders. In addition, the innovative technology that is being developed also encourages the interest of patients in telerehabilitation programs. It can also be an attractive and enjoyable way of rehabilitation especially for children. In the future, it may become an alternative to physical therapy for those who are unlikely to have daily access to in-person physical therapy sessions due to a variety of reasons or circumstances.

**KEY WORDS:** telemedicine in pediatrics; telerehabilitation technologies; movement disorders; virtual reality.

Рукопис надійшов до редакції 07.03.2024.

### Відомості про авторів:

**Бакالیук Тетяна Григорівна** – докторка медичних наук, професорка кафедри медичної реабілітації Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України.

**Віцентович Марія Володимирівна** – асистентка кафедри медичної реабілітації Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України.

**Стельмах Галина Олегівна** – кандидатка медичних наук, асистентка кафедри медичної реабілітації Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України.

**Блажеєв Денис Олександрович** – здобувач вищої освіти 6 року навчання за спеціальністю 227 «Фізична терапія. Ерготерапія» медичного факультету Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України.