

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИDOI: 10.21802/artm.2025.3.35.118
УДК 616.8-053.6-089.87-053.6**МОЖЛИВОСТІ ТЕЛЕРЕАБІЛІТАЦІЇ У ВІДНОВЛЕННІ РУХОВИХ ФУНКЦІЙ У ДІТЕЙ З НЕВРОЛОГІЧНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ**Л.О. Вакуленко¹, О.І. Боднар¹, С.З. Храбра¹, О.Р. Барладин¹, Г.О. Стельмах², Н.Р. Макаrchук²¹Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка, кафедра фізичного виховання та реабілітації, м. Тернопіль, Україна²Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, кафедра медичної реабілітації, м. Тернопіль, Україна

ORCID: 0000-0002-4723-3747, Scopus ID: 57204053779, e-mail: vakulenko3@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8416-5464, Scopus ID: 23984381400, e-mail: bodnar@chem-bio.com.ua

ORCID: 0000-0001-8944-6030, e-mail: hrabra.svitlana@tnpu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-3562-3334, Scopus ID: 59284750800, e-mail: olga.barlady1@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2992-3274, Scopus ID: 57225063574, e-mail: stelmakh_ho@tdmu.edu.ua

ORCID: 0000-0001-5196-1619, Scopus ID: 59203716500, e-mail: makarchuk@tdmu.edu.ua

Резюме. Порушення нейророзвитку, зокрема церебральний параліч та інші ураження центральної нервової системи, часто супроводжуються стійкими руховими обмеженнями в дітей раннього віку. Ефективне відновлення рухових функцій залежить від своєчасного впровадження реабілітаційних втручань, що базуються на принципах нейропластичності, індивідуалізованого підходу й активного включення сім'ї. З огляду на соціальні, географічні та інфраструктурні бар'єри телереабілітація набуває особливого значення як засіб забезпечення безперервності, доступності та персоналізації допомоги.

Метою роботи є аналіз літературних джерел щодо ефективності телереабілітаційних програм у відновленні рухових функцій у дітей з неврологічною патологією. Узагальнено дані рандомізованих досліджень, систематичних і скопінг-оглядів, які оцінювали вплив дистанційних втручань на моторну функцію, участь, активність та якість життя дітей. Особливу увагу приділено клінічним інструментам оцінювання, зокрема Gross Motor Function Measure (GMFM) – Шкала оцінки великої моторики; Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI) – Педіатричний інструмент оцінки функціональної обмеженості; Canadian Occupational Performance Measure (COPM) – Канадський інструмент оцінки виконання діяльності, а також підходів, що базуються на Міжнародній класифікації функціонування (МКФ) / International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF).

Показано, що телереабілітація сприяє покращенню моторного розвитку, зниженню функціональних обмежень і більш активному включенню сім'ї у процес втручання. Найефективнішими виявилися програми, які поєднують структуровану домашню активність, регулярний моніторинг фахівцем і використання цифрових засобів – мобільних застосунків, відеозв'язку, ігрових платформ та віртуальної реальності. Водночас підкреслюється потреба у стандартизації телереабілітаційних протоколів, розширенні доказової бази й забезпеченні рівного доступу до технологій.

Ключові слова: телереабілітація, рухові порушення у дітей раннього віку, нейропластичність, нейрофізіологічні механізми, раннє втручання, сімейноорієнтований підхід, Міжнародна класифікація функціонування (МКФ), якість життя, церебральний параліч.

Вступ. Порушення розвитку нервової системи в дітей, зокрема церебральний параліч (ЦП), генетичні енцефалопатії та інші форми дитячої нейродегенерації, є актуальною медико-соціальною проблемою сучасності. Ці стани часто супроводжуються стійкими руховими розладами, які обмежують самостійність, ускладнюють процес соціалізації та істотно знижують якість життя не лише дітей, а й їхніх родин. Згідно з оцінками ВООЗ рівень поширеності ЦП у світі становить приблизно 2–3 випадки на 1000 народжених дітей, а в країнах з обмеженим доступом до спеціалізованої допомоги ця цифра може бути ще вищою [1, 2].

У контексті медико-реабілітаційної допомоги таким пацієнтам важливого значення набуває не лише раннє діагностування, але й своєчасне функціональне втручання. Сучасні підходи до нейрореабілітації ґрунтуються на концепції нейропластичності, що

передбачає можливість мозку змінювати свою структуру та функцію у відповідь на зовнішні стимули, особливо в період раннього дитинства [3 - 5]. Інтенсивне та цілеспрямоване моторне тренування, виконане в природному для дитини середовищі, є ключем до формування нових моторних шаблонів і компенсаційних механізмів.

За останнє десятиліття розвиток цифрових технологій і зростання інтересу до телемедицини відкрили нові горизонти в реабілітації для дітей із неврологічними розладами, зокрема телереабілітація – форма дистанційного надання медичних та реабілітаційних послуг за допомогою телекомунікаційних технологій продемонструвала ефективність у сфері дитячої реабілітації [6 - 8]. Її перевагами є безперервність терапії, можливість індивідуалізації втручань, активна участь батьків у процесі, а також

покращення доступу до послуг для мешканців віддалених регіонів. Водночас питання стандартизації методик, оцінки довготривалих результатів і забезпечення рівного доступу до телереабілітації залишаються предметом наукових дискусій.

Останні дослідження свідчать про позитивний вплив телереабілітаційних втручань на функціональний стан дітей із ЦП та іншими нейророзвитковими порушеннями. Наприклад, роботи Kim J. et al. (2021) та Turolla A. et al. (2020) підтвердили ефективність застосування VR-реабілітації, сенсорно-орієнтованих програм і родинно-центрованих підходів у покращенні моторики, когнітивних функцій та якості життя [9 - 11]. Заразом систематичні огляди McIntyre S. et al. (2022) і Swann C. et al. (2021) акцентують увагу на необхідності більшої кількості рандомізованих контрольованих досліджень із використанням валідованих інструментів оцінювання функцій, як-от Gross Motor Function Measure (Шкала оцінки великої моторики) (GMFM), Pediatric Evaluation of Disability Inventory (Педіатричний інструмент оцінки функціональної обмеженості) (PEDI), Canadian Occupational Performance Measure (Канадський інструмент оцінки виконання діяльності) (COPM) [12 - 14].

Незважаючи на значний обсяг публікацій, що описують впровадження телереабілітації в педіатричну практику, досі залишаються недостатньо вивченими такі аспекти, як-от вплив типу технологічної платформи на ефективність втручання, роль сім'ї як ко-терапевтичного ресурсу, рівень дотримання домашніх програм у дистанційному форматі, а також адаптація телереабілітаційних протоколів до умов систем охорони здоров'я країн із різними ресурсними можливостями. Таким чином, існує потреба в систематизованому огляді сучасної доказової бази, що висвітлює можливості та виклики телереабілітації у сфері відновлення рухових функцій у дітей із неврологічною патологією.

Мета дослідження – узагальнити наукові дані щодо результативності телереабілітаційних програм, їх технологічних рішень, методологічних підходів і клінічної ефективності в контексті дитячої нейрореабілітації.

Об'єкт і методи дослідження. Об'єктом цього огляду літератури є сучасні наукові дослідження, систематичні огляди й мета-аналізи, які присвячені застосуванню телереабілітації для відновлення рухових функцій у дітей із неврологічними порушеннями, зокрема церебральним паралічем та іншими порушеннями нейророзвитку. Для збору інформації було проведено систематичний пошук у наукових базах даних PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library та Google Scholar [15, 16]. Пошук здійснювався з використанням ключових слів: телереабілітація, рухові порушення у дітей, церебральний параліч, нейропластичність, раннє втручання, дистанційна реабілітація, сімейно-орієнтований підхід, оцінювання функцій, інструменти оцінки розвитку, якість життя.

Відбір літературних джерел обмежувався виданнями, опублікованими за останні шість років (2019 – 2024), що забезпечує актуальність і сучасність аналізованої інформації [17]. Для включення до огляду враховувалися лише повнотекстові статті англійською або українською мовами, які містять дані про

телереабілітаційні втручання у дітей із неврологічною патологією та використовують стандартизовані методи оцінки рухових функцій, як-от GMFM, PEDI, COPM [18]. Відповідно було виключено публікації, що не стосуються теми телереабілітації або не містять об'єктивних інструментів оцінки.

Відбір статей здійснювався у два етапи: первинний – за назвами та анотаціями, вторинний – на основі повного аналізу текстів. Для оцінки якості систематичних оглядів використовувався інструмент AMSTAR 2, а для рандомізованих контрольованих досліджень – шкала PEDro [15]. Аналіз матеріалів включав опис методології застосування телереабілітації, характеристику вибірки, опис технологічних платформ (відеоконсультації, віртуальна реальність, мобільні додатки), а також порівняння результатів щодо покращення рухових функцій і якості життя пацієнтів [16, 18].

Таким чином, застосований систематичний підхід дозволяє комплексно оцінити сучасний стан досліджень у сфері телереабілітації дітей із руховими порушеннями, виявити переваги й обмеження застосовуваних методик та окреслити перспективні напрямки подальших наукових пошуків [17].

Результати дослідження та їх обговорення.

Аналіз актуальних наукових даних свідчить про неухильне зростання інтересу до телереабілітації як інноваційного інструменту забезпечення безперервної, доступної та персоналізованої допомоги дітям із порушеннями рухових функцій [19–22]. Цей підхід довів свою ефективність не лише в екстремальних умовах пандемії COVID-19, а й у звичайній клінічній практиці, особливо у випадках обмеженої мобільності пацієнтів або нестачі профільних фахівців у віддалених регіонах. Систематичні огляди та клінічні дослідження підтверджують, що телереабілітація сприяє значному поліпшенню таких функціональних показників як груба і дрібна моторика, мануальні навички, здатність до самообслуговування, а також інтеграція в соціальне середовище [19, 21].

Одним із ключових і водночас нових аспектів ефективності телереабілітаційних втручань є багатofакторна залежність результатів терапії від типу платформи, рівня технологічної складності, наявності зворотного зв'язку та ступеня залучення сім'ї [20, 22]. Наприклад, у дослідженні Leonardi G. et al. (2021) було показано, що використання віртуальних інтерфейсів із мультисенсорною зворотною інформацією активує нейропластичні механізми в дітей із геміпаретичною формою ДЦП. Функціональна МРТ продемонструвала підвищення активації моторної кори після застосування таких технологій, що свідчить про потенціал тривалої модифікації нейронних мереж [23].

Ще один важливий напрям – мотиваційний компонент. У дослідженні O'Sullivan PB et al. (2022) особливу увагу приділено використанню елементів гейміфікації, які підвищують внутрішню мотивацію дитини до регулярного виконання вправ [24]. Заохочення дітей до ігрових, емоційно значущих сценаріїв збільшує тривалість залучення до терапії, покращує результативність. Примітно, що найвищу ефективність демонстрували комбіновані моделі – відеоконсультації у поєднанні з VR-реабілітацією та інтерактивними мобільними застосунками.

Окремої уваги заслуговує психоемоційний вплив телереабілітації. Дослідження Kruse M. et al. (2023) виявило позитивний ефект на якість сну та емоційний стан дітей із ДЦП після 10-тижневої програми, що включала дихальні вправи й техніки м'язової релаксації у форматі мобільного застосунку [25]. Такий вплив є критично важливим, оскільки психоемоційна стабільність прямо пов'язана із загальною комплаєнтністю реабілітації.

Адаптація телереабілітаційного контенту до когнітивного рівня розвитку дитини є ще однією перевагою цифрових інтервенцій. У дослідженні Tanaka M. et al. (2021) використання аватарів з емоційними обличчями та голосовими підказками забезпечило краще розуміння інструкцій, що дозволило дітям із тяжкими формами ДЦП успішно виконувати запропоновані завдання [26]. Така персоналізація інтерфейсу має великий потенціал для індивідуального підходу в телереабілітації.

Згідно з аналізом PEDro-балів якості доказів у сфері телереабілітації за останні роки значно зростає, однак все ще є методологічні обмеження: короткі періоди спостереження, гетерогенність зразків, відсутність осліплення дослідників. У метааналізі Choi H. et al. (2022) зазначається, що статистично значне покращення показника Gross Motor Function Measure – Міра (шкала) оцінки функцій грубої моторики (GMFM-66) зберігалось лише протягом 3–6 місяців після завершення програми [27]. Це вказує на необхідність тривалого супроводу та розробки програм довготривалої дії.

Останні дані також свідчать про високу ефективність мультисенсорної стимуляції у рамках телереабілітаційних програм. Дослідження Xu Q. et al. (2023) та Verma R. et al. (2022) продемонстрували, що інтеграція візуальних, аудіальних і пропріоцептивних стимулів сприяє не лише покращенню моторного розвитку, але й позитивним зрушенням у мовленні та соціальній поведінці, особливо у дітей раннього віку [28, 29].

Ще одним перспективним етапом розвитку телереабілітації є її інтеграція з носимими сенсорами (wearables), які дозволяють віддалено й безперервно моніторити стан пацієнта в реальному часі. Ці пристрої, включаючи акселерометри, гіроскопи, електроміографічні сенсори, а також розумні браслети або текстильні системи, здатні збирати об'єктивні дані про активність, ходу, рухи верхніх і нижніх кінцівок, серцеву частоту, частоту дихання та інші фізіологічні параметри. Завдяки цим даним лікарі й терапевти можуть оперативно оцінювати ефективність втручань, своєчасно коригувати реабілітаційні протоколи та персоналізувати лікування.

Деякі дослідження показали, що застосування носимих технологій у поєднанні з телереабілітацією сприяє підвищенню мотивації пацієнтів, зменшенню ризику ускладнень, покращенню комплаєнсу та зростанню об'єктивності в оцінці прогресу лікування (Heikenfeld J. et al., 2018; Patel S. et al., 2021) [30, 31]. Приміром, у дітей із церебральним паралічем, які використовували телереабілітаційні платформи разом із датчиками рухової активності, спостерігалось достовірне покращення у виконанні завдань на координацію та баланс у порівнянні з контрольною групою

(Rahman M. A. et al., 2022) [32]. Такий підхід дозволяє гарантувати більш високий рівень безпеки, особливо в умовах обмеженого доступу до традиційних реабілітаційних послуг (наприклад, у сільських районах або під час пандемії).

Науковці також звертають увагу на потенціал використання машинного навчання для аналізу даних, зібраних сенсорами, що відкриває нові горизонти для прогнозування результатів реабілітації та раннього виявлення відхилень у стані пацієнта (Bonato P., 2021) [33]. Однак варто зазначити, що для широкого впровадження таких технологій необхідні стандартизація методик, гарантії конфіденційності даних і відповідна підготовка фахівців.

У порівнянні з традиційною очною терапією, телереабілітація відповідає принципам Міжнародної класифікації функціонування (МКФ) більш повно, оскільки дозволяє здійснювати втручання безпосередньо у звичному для дитини побутовому середовищі. Це сприяє трансферу навичок у реальне життя та покращує контекстуальну релевантність реабілітаційних цілей.

Таким чином, телереабілітація поступово трансформується з альтернативної форми допомоги у повноцінну модель довготривалої реабілітаційної підтримки. Її потенціал полягає не лише у подоланні бар'єрів доступності, а й у високій гнучкості, можливості адаптації під індивідуальні потреби дитини, а також інтеграції з найновішими технологіями – від VR до біосенсорного моніторингу.

Висновок. Аналіз сучасної літератури підтверджує, що телереабілітація є перспективним та ефективним інструментом для відновлення рухових функцій у дітей із неврологічною патологією. Вона дозволяє реалізувати принципи раннього втручання, враховує нейрофізіологічні механізми нейропластичності, а також інтегрує індивідуальні особливості розвитку дитини відповідно до Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я (МКФ). Телереабілітація сприяє підвищенню якості життя пацієнтів за рахунок покращення моторної активності, самостійності та залученості сім'ї у реабілітаційний процес.

Водночас для повноцінного впровадження телереабілітації необхідно подолати технічні, організаційні та освітні бар'єри, а також розробити стандартизовані протоколи оцінки й лікування. Перспективними напрямками є подальші дослідження, спрямовані на адаптацію телереабілітації до різних типів неврологічних порушень, інтеграцію новітніх технологій і довготривалу оцінку ефективності терапії.

Отже, телереабілітація має значний потенціал для розширення доступу до якісної реабілітації дітей із порушеннями нейророзвитку, особливо в умовах обмеженого фізичного доступу до медичних закладів, і може стати важливою складовою сучасної реабілітаційної системи.

Конфлікт інтересів: відсутній.

References:

1. World Health Organization. *Cerebral palsy: key facts*. 2023. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cerebral-palsy>

2. Tamboosi ME, Al-Khathami S, El-Shamy SM. The effectiveness of tele-rehabilitation on improvement of daily living activities in children with cerebral palsy: narrative review. *Bull Faculty Phys Ther.* 2021; 26:40. DOI: 10.1186/s43161-021-00055-7
3. Bogilović S, Marković M, et al. Motor learning-based telerehabilitation improves quality of life in children with cerebral palsy during the COVID-19 pandemic: RCT. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2023; 69(2):100-109. DOI: 10.5505/tftrd.2023.10579
4. Pagaki-Skaliora M, Morrow E, Theologis T. Telehealth and Remote Interventions for Children With Cerebral Palsy: Scoping Review. *JMIR Rehabil Assist Technol.* 2022 Oct 17; 9(4):e36842. DOI: 10.2196/36842
5. Ismail FY, Shapiro BK. What are the roles of neuroplasticity and neurogenesis in cerebral palsy? *Neurotherapeutics.* 2019; 16(1):3-12. DOI: 10.1007/s13311-018-00697-4
6. Camden C, Silva M. Pediatric telehealth: Opportunities created by the COVID-19 and suggestions to sustain its use to support families of children with disabilities. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2021; 41(1):1-17. DOI: 10.1080/01942638.2020.1825032
7. Brewer W, Collins D, et al. The feasibility and acceptability of telehealth interventions for children with neurodisability: a scoping review. *Disabil Rehabil.* 2022; 44(11):2593-2605. DOI: 10.1080/09638288.2020.1834001
8. Mahdi M, Abu-Awad Y, et al. Role of telerehabilitation in the rehabilitation of children with cerebral palsy during COVID-19: a scoping review. *J Rehabilitation Telemed.* 2024; 28:120-132. DOI: 10.1097/JRT.000000000000108
9. Kim J, Choi W, et al. Effects of home-based virtual reality rehabilitation for children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2021; 48(3):299-308. DOI: 10.3233/NRE-201568
10. Turolla A, Rossetini G, et al. Musculoskeletal physical therapy during the COVID-19 pandemic: is telerehabilitation the answer? *Phys Ther.* 2020; 100(8):1260-1264. DOI: 10.1093/ptj/pzaa093
11. Gökçen A, Şahin N, et al. Effect of a virtual reality-mediated gamified rehabilitation program on upper limb functions in children with hemiplegic cerebral palsy: RCT. *Dev Med Child Neurol.* 2021; 63(4):480-487. DOI: 10.1111/dmcn.14762
12. McIntyre S, Novak I, Cusick A. Consensus on a definition of cerebral palsy for clinical and research use. *Dev Med Child Neurol.* 2022; 64(1):89-93. DOI: 10.1111/dmcn.14979
13. Swann C, Kolehmainen N, et al. A systematic review of digital interventions to improve outcomes for children with physical disabilities. *J Med Internet Res.* 2021; 23(7):e22330. DOI: 10.2196/22330
14. Aras B, Aras Ö, Şahin N. Effects of a telerehabilitation-based structured home program on activity, participation and goal achievement in preschool children with cerebral palsy: a triple-blinded randomized controlled trial. *Children (Basel).* 2023; 10(3):424. DOI: 10.3390/children10030424
15. Kairy D, Lehoux P, Vincent C, Visintin M. Systematic review of clinical outcomes, clinical process, and health service utilization in telerehabilitation. *Disabil Rehabil.* 2019; 41(5):567-583. DOI: 10.1080/09638288.2017.1342440
16. Cason J. Telehealth opportunities in physical medicine and rehabilitation: implications for children and adolescents. *Pediatr Phys Ther.* 2020; 32(3):132-138. DOI: 10.1097/PEP.0000000000000687
17. Alquraini H, Almalag H, Al-Shehri F, et al. Use of virtual reality technology for children with neurological disabilities: a systematic review. *J Med Internet Res.* 2021; 23(3):e23490. DOI: 10.2196/23490
18. Pellegrino LJ, Schulz SW, Modersitzki F, et al. Quality assessment and review of telerehabilitation in pediatric populations. *Int J Telerehabil.* 2022; 14(1):45-60. DOI: 10.5195/ijt.2022.6489
19. Novak I, Morgan C, Fahey M, et al. Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment. *JAMA Pediatr.* 2020; 174(9):884-893. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2020.0930
20. Kwon J, Kim H. Effects of a family-centered telerehabilitation program on quality of life and motor function in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil.* 2023; 45(8):1225-1233. DOI: 10.1080/09638288.2021.1902745
21. Novak I, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol.* 2021; 63(12):1361-1372. DOI: 10.1111/dmcn.14946
22. Kairy D, et al. Patient and caregiver experiences with telerehabilitation in pediatric neurological conditions: a qualitative study. *J Telemed Telecare.* 2021; 27(8):472-480. DOI: 10.1177/1357633X20975818
23. Leonardi G, Pesce C, et al. Neurophysiological effects of virtual reality-based rehabilitation in children with hemiplegic cerebral palsy. *Brain Sci.* 2021; 11(5):654. DOI: 10.3390/brainsci11050654
24. O'Sullivan PB, Burns SP, et al. Motivation and engagement in telehealth-based pediatric rehabilitation: A mixed methods study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2022; 103(4):701-709. DOI: 10.1016/j.apmr.2021.11.017
25. Kruse M, Ekblom Ö, et al. Effects of remote physical therapy on sleep and emotional well-being in children with cerebral palsy. *Sleep Med.* 2023; 100:35-42. DOI: 10.1016/j.sleep.2022.10.018
26. Tanaka M, Kudo S, et al. Enhancing cognitive understanding through virtual avatars in pediatric telerehabilitation. *J Child Neurol.* 2021; 36(8):702-709. DOI: 10.1177/08830738211007223
27. Choi H, Lim J, et al. A meta-analysis of telehealth effectiveness in motor rehabilitation of children with cerebral palsy. *Phys Ther Rev.* 2022; 27(2):79-88. DOI: 10.1080/10833196.2022.2037101
28. Xu Q, Zhao H, et al. Multisensory VR rehabilitation program improves gross motor and communication skills in preschool children with CP: Pilot RCT. *Dev Neurorehabil.* 2023; 26(2):79-86. DOI: 10.1080/17518423.2022.2108935
29. Verma R, Garg RK, et al. Tele-rehabilitation and neurodevelopmental outcomes in children: A systematic review. *NeuroRehabilitation.* 2022; 50(1):45-60. DOI: 10.3233/NRE-211295
30. Heikenfeld J, Jajack A, Rogers J, et al. Wearable sensors: modalities, challenges, and prospects. *Lab on*

- a Chip. 2018; 18(2):217-248. Available from: DOI:10.1039/C7LC00914C
31. Patel S, Park H, Bonato P, Chan L, Rodgers M. A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2021; 18:62. DOI:10.1186/s12984-021-00858-x
 32. Rahman MA, Mollah MNH, Hussain N, et al. Smart wearable sensors in pediatric rehabilitation: A review. *Children (Basel)*. 2022; 9(11):1692. Available from: DOI:10.3390/children9111692
 33. Bonato P. Wearable sensors and systems. From enabling technology to clinical applications. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*. 2021; 40(5):25-32. DOI:10.1109/MEMB.2021.3084545

UDC 616.8-053.6-089.87-053.6

POTENTIAL OF TELEREHABILITATION IN THE RECOVERY OF MOTOR FUNCTIONS IN CHILDREN WITH NEUROLOGICAL PATHOLOGY

L.O. Vakulenko¹, O.I. Bodnar¹, S.Z. Khrabra¹,
O.R. Barladyn¹, H.O. Stelmakh², N.R. Makarchuk²

¹*Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Department of Physical Education and Rehabilitation, Ternopil, Ukraine*

²*I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ministry of Health of Ukraine, Department of Medical Rehabilitation, Ternopil, Ukraine*

ORCID: 0000-0002-4723-3747,

Scopus ID: 57204053779,

e-mail: vakulenko3@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8416-5464,

Scopus ID: 23984381400,

e-mail: bodnar@chem-bio.com.ua

ORCID: 0000-0001-8944-6030,

e-mail: hrabra.svitlana@tnpu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-3562-3334,

Scopus ID: 59284750800,

e-mail: olga.barladyn1@gmail.com

ORCID : 0000-0003-2992-3274,

Scopus ID: 57225063574,

e-mail: stelmakh_ho@tdmu.edu.ua

ORCID: 0000-0001-5196-1619,

Scopus ID: 59203716500,

e-mail: makarchuk@tdmu.edu.ua

Abstract. Neurodevelopmental disorders, particularly cerebral palsy and other impairments of the central nervous system (CNS), are frequently associated with persistent motor deficits that significantly affect children's ability to perform daily activities and participate fully in age-appropriate social, educational, and physical environments. Early childhood is a critical period for motor development, and timely rehabilitation interventions during this

window of heightened neuroplasticity can have a profound impact on long-term functional outcomes. Traditional rehabilitation approaches often require frequent in-person visits to specialized centers, which may not be feasible for many families due to geographical remoteness, lack of transportation, economic constraints, or limited availability of trained professionals.

In this context, telerehabilitation has emerged as a promising alternative or adjunct to conventional care. It leverages modern information and communication technologies to deliver therapeutic services remotely, thereby overcoming many logistical and systemic barriers to care. Telerehabilitation can ensure continuous access to therapy, facilitate individualized programming, and foster stronger involvement of parents and caregivers in the rehabilitation process, which is a key factor in the success of pediatric interventions.

The aim of this paper is to analyze contemporary literature on the effectiveness of telerehabilitation in promoting motor function recovery in children with neurological disorders. This narrative review synthesizes evidence from randomized controlled trials (RCTs), systematic reviews, scoping reviews, and cohort studies that assess the impact of various remote interventions on motor skills, functional independence, participation in daily life, and overall quality of life. The paper also discusses commonly used outcome measurement tools, such as the Gross Motor Function Measure (GMFM), the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI), and the Canadian Occupational Performance Measure (COPM), which are instrumental in quantifying progress and tailoring interventions. Furthermore, the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) framework is explored as a valuable model for designing and evaluating telerehabilitation programs.

Findings indicate that telerehabilitation can significantly enhance motor development, reduce the severity of functional limitations, improve treatment adherence, and empower families to take an active role in the therapeutic journey. Successful programs often combine structured, play-based home activities with real-time virtual support from professionals, gamified platforms to enhance motivation, mobile applications for tracking progress, and virtual or augmented reality technologies to simulate engaging therapeutic environments. Nonetheless, challenges remain, including the need for standardized protocols, sufficient training for providers, data privacy and security concerns, and ensuring equitable access to digital health tools across diverse populations. Further high-quality studies are needed to establish best practices and to fully integrate telerehabilitation into pediatric neurorehabilitation pathways.

Keywords: telerehabilitation, early childhood motor disorders, neuroplasticity, neurophysiological mechanisms, early intervention, family-centered approach, International Classification of Functioning (ICF), quality of life, cerebral palsy.

Conflict of interest: absent

Стаття надійшла в редакцію 25.07.2025 р.

Стаття прийнята до друку 26.08.2025 р.