

Кормільцев В.В.¹, Чигиринський А.М.²

Особливості застосування та впливу технологій віртуальної реальності на процес фізичної терапії пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу: аналіз зарубіжного досвіду

¹ Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ, Україна

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Kormiltsev V.V.¹, Chyhyrnskyi A.M.²

Peculiarities of application and influence of virtual reality technologies on the physical therapy process of patients after acute cerebrovascular accident: analysis of foreign experience

¹ National University of Ukraine on Physical Education and Sports, Kyiv, Ukraine

² Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

vkormiltsev@uni-sport.edu.ua

Вступ

Медико-соціальне значення проблеми судинних захворювань головного мозку визначається високою питомою вагою їх у структурі захворюваності та смертності населення, високими показниками первинної інвалідності. З-поміж усіх судинних захворювань нервової системи найпоширенішими є гострі ішемічні порушення мозкового кровообігу (ГПМК) або мозкові інсульти (МІ) [1].

МІ є основною причиною смертності та інвалідності в усьому світі. Системи надання допомоги при інсульті, інтегровані підходи до надання допомоги та доступність ресурсів для лікування значно відрізняються в різних географічних регіонах, що створює ризик надання неоптимальної допомоги [2].

ГПМК є однією з актуальних проблем через значну частоту розвитку, великий відсоток інвалідизації та смертності: у 78% хворих МІ призводять до розвитку інвалідності та значно погіршують якість життя; 46% хворих, які перенесли інсульт, протягом першого місяця помирають, а з тих, хто вижив, тільки 10% повертаються до праці; 53% — потребують сторонньої допомоги в повсякденному житті, 48% — мають інвалідизуючі геміпарези, у 30% хворих розвивається психо-органічний синдром [3]. За даними ВООЗ, щорічно від ГПМК помирає близько 6 млн осіб [4]. Україна, на жаль, не є винятком. Значущість проблеми зумовлена тим, що МІ належать до однієї з головних причин смертності та інвалідизації дорослого населення країни [5].

Лікування пацієнтів з МІ, особливо за геморагічним типом, — складний довготривалий процес, що потребує залучення до лікування лікарів різних спеціальностей [6].

На сьогодні процес відновлювального лікування пацієнтів із ГПМК є однією з найбільш актуальних та обговорюваних проблем у реабілітаційних колах. Різні вітчизняні та закордонні фахівці досліджували вплив різних засобів і методів фізіотерапевтичного втручання на стан пацієнтів після різних форм МІ.

Якщо ж розглядати клінічні настанови та рекомендації щодо ведення тематичного контингенту, то варто зазначити, що це важливий інструмент для закладів охорони здоров'я, що працюють на засадах доказової медицини, який стосується менеджменту пацієнтів з ГПМК. О. Масний, Л. Ціж (2023) виокремили й узагальнили найбільш актуальні клінічні настанови щодо фізичної терапії у разі інсульту та шляхи їх удосконалення [7]. Водночас автори зазначають, що існує проблема традиційних циклів оновлення настанов, що охоплюють рекомендації на підставі доступних на момент публікації доказів, яка полягає в тому, що ці настанови можуть швидко втрачати актуальність.

Фізична терапія (ФТ) є однією з ключових дисциплін у міждисциплінарній реабілітації після інсульту. Д.М. Веєрбік та співавт. (2014) провели рандомізовані контрольовані дослідження (РКД) щодо ФТ у реабілітації після інсульту, де результати були отримані шляхом систематичного пошуку [8]. Автори дійшли висновку, що існують переконливі докази того, що тренувальні втручання надають перевагу інтенсивним тренуванням з великою кількістю повторень, орієнтованим на виконання конкретних завдань на всіх етапах постінсультного періоду. Ефекти здебільшого обмежуються власне тренуваними функціями та видами діяльності.

Так, А. Грушевська, І. Григус (2018) дослідили фізичну реабілітацію при інсульті за ішемічним типом [9]. Автори вважають, що навіть при успішному

лікуванні далеко не завжди людині вдається повернутися до праці і колишнього способу життя самостійно без реабілітаційного втручання.

Окрім цього, доволі актуальним є питання реабілітації пацієнтів з ГПМК на пізніх періодах захворювання. Стратегія вирішення проблеми у такому разі полягає у зменшенні обмежень життєдіяльності, збільшенні опанування нових навичок та здібностей, що максималізують активність пацієнта, змінах зовнішнього середовища з метою мінімізації соціальних обмежень [10]. Р. Баннікова, В. Керестей (2017) визначили, що для проведення реабілітаційних втручань та прогнозування наслідків важливим є вибір критеріїв оцінки ступеня вираженості неврологічного дефіциту, що забезпечується використанням бальних оцінних шкал, які застосовуються для проведення діагностики та визначення обмежень життєдіяльності [11].

Фактичні дані, отримані з аналізу сучасної науково-методологічної літератури, свідчать про значні переваги використання високоінтенсивних тренувань у ранньому періоді реабілітації порівняно з традиційними методами відновлення. Використання високоінтенсивного тренування не тільки значно покращує моторні навички пацієнтів, включаючи відновлення фаз кроку та патерну ходьби, а й скорочує тривалість госпіталізації, мінімізує ризик ускладнень, що підвищує якість їхнього життя [12]. Фактичні дані, представлені М. Віноградовим, О. Лазаревою (2021), переконують, що заходи фізичної терапії, які включають тренування з високою інтенсивністю, мають значущі переваги в підгострому періоді реабілітації для пацієнтів з інсультом порівняно зі звичайною допомогою [13]. Важливість правильної комунікації в серед мультидисциплінарної команди є основним складником, на якій ґрунтується алгоритм відбору пацієнтів для виконання високоінтенсивного тренування [14].

Як вважає Д. Хуанг зі співавт. (2022), реабілітаційні тренування на основі ФТ можуть швидко покращити функціонування кінцівок та м'язову силу [15]. Загалом до кількісного аналізу для цього дослідження було включено 15 РКД за участю 1081 пацієнта. Результати метааналізу показали, що порівняно з традиційною терапією фізична терапія покращила показники оцінки верхньої кінцівки за шкалою Фугль-Мейєра (FMA) у пацієнтів, які одужують після інсульту, а також підвищила бали за шкалою функціональної незалежності (FIM), бали за тестом дослідження активності руки (ARAT) та бали за тестом «Ящик і блок» (BBT) у пацієнтів під час реабілітаційного періоду.

На думку Г. Бурсола зі співавт. (2023), існує обмежена кількість рекомендацій щодо ефективності ФТ при постінсультній спастичності [16]. Докази помірної якості існують для транскутанної електричної стимуляції нервів, нервово-м'язової електричної стимуляції, тренування з опором і тренування на ергометрі нижніх кінцівок з функціональною електричною стимуляцією або без неї. Докази низької якості існують для динамічного розтягування, ботулотоксину з руховою терапією,

викликані обмеженнями, і статичного розтягування з використанням позиційних ортезів.

Також фахівці дуже часто акцентують увагу на роботі з наявним PUSH-синдромом у пацієнтів після МІ. Комп'ютерна інтерактивна навчальна програма з візуальним зворотним зв'язком ефективніше сприяла одужанню від PUSH-синдрому порівняно з тренінгами з дзеркальним зоровим зворотним зв'язком [17]. Наявність у пацієнта PUSH-синдрому не повинна бути перешкодою для тренування стояння, балансу та ходи. Хоча, вочевидь, таке тренування матиме свої особливості.

Проте з технічним прогресом людства вдосконалюються засоби відновлення пацієнтів з ГПМК. За останні кілька десятиліть було розроблено різні технологічні засоби втручання для реабілітації після інсульту, які показали багатообіцяльні результати у покращенні функціональної мобільності та незалежності пацієнтів, які перенесли інсульт. Використання технологій сприяє повторюваному та цілеспрямованому навчанню, активному залученню пацієнтів, інтеграції конструктивного та одночасного зворотного зв'язку, а також точному вимірюванню функціонального покращення. Сьогодні все більше уваги починають приділяти застосуванню віртуальної реальності (VR) в реабілітації постінсультних пацієнтів. Сучасні VR-системи надають унікальну можливість зробити процес лікування розумнішим і ефективнішим, але на даний момент до таких систем в Україні існує доволі обмежений доступ через їхню високу вартість та особливості логістики.

Мета дослідження – проаналізувати та систематизувати досвід закордонних досліджень щодо особливостей застосування та впливу технологій віртуальної реальності в процесі фізичної терапії осіб після ГПМК.

Об'єкт і методи дослідження

Для досягнення поставленої мети застосовано теоретичний аналіз науково-методичної літератури з проблеми дослідження, а також та систематизацію отриманих даних. Для дослідження були використані сучасні дані з наукометричних баз PEDro, Scopus, Pubmed, Google Scholar. Усі джерела обирались за актуальністю, новизною й тематикою.

Результати дослідження та їх обговорення

Віртуальна реальність (VR) є перспективною технологією у сфері охорони здоров'я, оскільки вона пропонує пацієнтам захопливий, часто розважальний підхід до досягнення мети – покращення результатів лікування. Використання VR як інструменту у сфері охорони здоров'я може підвищити екологічну достовірність, зворотний зв'язок у реальному часі, можливість модифікації інтерфейсу, гнучкість, а також створити більш безпечне середовище для тренувань і практик. VR також пропонує можливість налаштувати потреби

в лікуванні, забезпечуючи при цьому підвищену адаптацію процедур оцінювання і навчання [18].

Використання технологій VR у терапії викликає все більший інтерес в останні роки, що зумовлено технологічним прогресом і зростанням розуміння неврологічних і когнітивних механізмів, задіяних у реабілітації. Завдяки зануренню у віртуальне середовище пацієнти можуть відчувати себе в різних місцях і ситуаціях, що надає унікальні можливості для практики і навчання. Окрім фізичних переваг, віртуальна реальність позитивно впливає на емоційний та когнітивний стан пацієнтів. Занурення у віртуальне середовище може зменшити стрес і тривогу, забезпечуючи безпечний шлях до подолання страхів і фобій [19].

З моменту впровадження технології VR у клінічну практику її важливість і корисність значно зросли. Вони поділяються на так звані спеціалізовані VR-системи (тобто спеціально розроблені терапевтичні VR-системи) та ігрові VR-системи (тобто комерційні VR ігрові консолі, які можна використовувати в клінічній практиці) [20].

Отже, враховуючи вищеведене, можна сказати, що VR – це перспективна технологія, яка може стати важливим доповненням до традиційних методів реабілітації завдяки різносторонності впливу, модуляції поточного середовища і необмеженості в можливостях, що, на нашу думку, є ключовим фактором в успіху реабілітаційного менеджменту пацієнтів після ГПМК.

Формуючи цю оглядову роботу, ми спеціально взяли декілька наукових праць, які є різними за своїм дизайном дослідження та описують різні впливи технології VR на показники основних порушень пацієнтів після МІ, щоб освітити різні аспекти та особливості застосування вищезгаданих методів відновлення для тематичного контингенту пацієнтів.

У дослідженні Ф. Пелаез-Верез зі співавт. (2023) проаналізовано ефекти традиційного підходу на основі неврологічної фізіотерапії в поєднанні з впровадженням спеціальної програми на основі VR в лікуванні пацієнтів, які проходили реабілітацію після МІ [21]. Учасники (n=24) з діагнозом ГПМК протягом останніх шести місяців були випадковим чином розподілені на контрольну (n=12) та експериментальну (n=12) групи. Обидві групи отримували одногодинні сесії неврологічної фізіотерапії протягом 6 тижнів, тоді як експериментальна група додатково отримувала VR-втручання. В експериментальній групі було отримано статистично значущі покращення порівняно з контрольною групою за індексом моторики (p=0,005), тестом контролю тулуба (p=0,008), шкалою рівноваги Тінетті (p=0,004), шкалою рівноваги Берга (p=0,007) та Функціональною класифікацією амбулаторної ходьби лікарні Сагунто (p=0,038). Таким чином, автори дійшли висновку, що використання VR разом з традиційним фізіотерапевтичним підходом є корисною стратегією в лікуванні МІ.

Останніми роками докладаються зусилля для впровадження VR для підтримки виконання вправ

постінсультної рухової реабілітації верхніх кінцівок (Д. Чен зі співавт., 2022) [22]. Всього було проаналізовано 42 публікації, що представляють 43 дослідження (сукупний розмір вибірки дорівнює 1893). Порівняно з контрольними групами, які застосовували традиційну терапію або не застосовували ніякої терапії, групи, які використовували віртуальну реальність для підтримки фізичної терапії, показали значне поліпшення рухової функції верхніх кінцівок, діапазону рухів, м'язової сили та незалежності в повсякденній діяльності. Терапевтичні вправи та фізична терапія з підтримкою VR для верхніх кінцівок можуть бути ефективними для покращення результатів рухової реабілітації.

А в роботі Е. Маркез-Сюле зі співавт. (2021) було досліджено те, чи покращує програма VR з використанням ігрової платформи “Nintendo Wii” наряду з традиційною фізичною терапією функціональність, рівновагу та повсякденну активність у людей, які пережили МІ, порівняно зі звичайною фізичною терапією [23]. Учасники дослідження були рандомізовані на 2 групи: (1) – традиційна фізична терапія (СРТГ), яка включала вправи, пов'язані з функціональністю, рівновагою та повсякденною діяльністю; (2) – група VR з використанням “Nintendo Wii” (VRWiiG), яка включала тренування рівноваги за допомогою пакету “Wii Balance Board” і вправи для верхніх кінцівок з пакетом “Wii Sports”, що додавалися до традиційної фізичної терапії. Дослідження показало гарні результати щодо функціональності, рівноваги та повсякденної активності при додаванні VR з “Nintendo Wii” до традиційної фізичної терапії у людей, які пережили ГПМК.

У систематичному огляді Д. Хао зі співавт. (2022) вивчено сучасні літературні дані щодо впливу реабілітації на основі VR на зміни нейропластичності у людей з ГПМК [24]. Основні нейрофізіологічні результати, отримані в ході досліджень після втручання з використанням віртуальної реальності, включають: покращення міжпівкульного балансу; посилення кортикального зв'язку; посилення кортикального картування уражених м'язів кінцівок; покращення показників нейронної пластичності корелювало з покращенням результатів поведінки; посилення активації ділянок у лобовій корі; можливе залучення системи дзеркальних нейронів. Індуковані віртуальною реальністю зміни нейронної пластичності у людей, які пережили МІ, мають позитивний характер. Позитивні кореляції між змінами нейронної пластичності та функціональним відновленням прояснюють механізми терапевтичних ефектів віртуальної реальності в реабілітації після МІ.

Реабілітація на основі VR швидко привертає увагу. Було доведено, що вона є ефективним втручанням для полегшення моторного навчання у сфері рівноваги та реабілітації ходи (М. Кім, Ф. Канеко, 2023) [25]. Тренування ходи на основі VR варіювалося від неімерсивного до імерсивного, здебільшого проходилося на

біговій доріжці і, як правило, поєднувалося зі звичайною фізіотерапією. Тривалість програми варіювалася від 10 до 60 хвилин, а кількість сеансів становила від 9 до 30. Реабілітація ходи за допомогою VR позитивно впливає на здатність ходити.

В Україні сьогодні стан цього питання науковцями не досліджений, проте є поодинокі публікації щодо використання VR-технологій в різних сферах фізичної терапії, хоча на вітчизняному ринку є віртуальний тренажер VR NOW. Реабілітація за допомогою VR показала значний ефект у лікуванні пацієнтів, як це сказано вище. Переміщуючи пацієнтів у різноманітні простори, тренажер залучає весь організм в цілому, підвищуючи ефективність кожного сеансу. На думку розробників пристрою, цей рівень занурення є ключовим для прискореного та ефективного одужання. Це комплекс віртуальних середовищ, кожне з яких містить спеціалізовані вправи. Зазначені вправи ретельно розроблені на основі клінічного досвіду, щоб забезпечити цілеспрямоване відновлення рухів та ефективне подолання кінцевих ускладнень в осіб після ГПМК. Технології VR NOW дозволяють пацієнтам відчути свободу за межами лікарняного середовища в різноманітних умовах, адаптуючись під середовище, що, на нашу

думку, є ключовим фактором відновлення активності повсякденного життя у пацієнтів.

Перспективи подальших досліджень полягають у науковому обґрунтуванні, розробці та визначенні ефективності застосування технологій VR для покращення статичного та динамічного балансу у пацієнтів після ГПМК, оскільки в проведеному нами огляді саме цей напрям реабілітації був найменш експериментально висвітлений.

Висновки

Інноваційні технології фізичної терапії при ГПМК відкривають нові можливості для лікування цього захворювання. Однією з таких є технологія VR, що допомагає пацієнтові діяти у мультимірному модифікованому середовищі. Як показав аналіз зарубіжного досвіду застосування VR в реабілітації пацієнтів після МІ, цей метод підвищує якість лікування та покращує життя пацієнтів. Цей інноваційний підхід варто розглядати як перспективний напрям розвитку фізичної терапії при ГПМК, що, на нашу думку, сприятиме підвищенню ефективності лікування та покращенню результатів.

Література

1. Віничук СМ, Фартушна ОЮ. Епідеміологія транзиторних ішемічних атак у структурі гострих порушень мозкового кровообігу в Україні та інших країнах. *Int Neurol J.* 2017;91(5):105-11.
2. Lindsay LR, Thompson DA, O'Dell MW. Updated Approach to Stroke Rehabilitation. *Med Clin North Am.* 2020;104(2):199-211. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.002>
3. Зозуля АІ, Зозуля ІС. Основні завдання покращення надання медичної допомоги при церебральному інсульті. *Український медичний часопис.* 2014;(4):114-8.
4. Feigin VL, Mensah GA, Norrving B, Murray CJ, Roth GA. Atlas of the Global Burden of Stroke (1990-2013): The GBD 2013 Study. *Neuroepidemiology.* 2015;45(3):230-6. <https://doi.org/10.1159/000441106>
5. Мищенко ТС. Епідеміологія цереброваскулярних захворювань і організація допомоги больним с мозговим інсультом в Україні. *Український вісник психоневрології.* 2017;25(1):22-4.
6. План дій боротьби з інсультом в Україні на 2020–2030 рр. / Ю.В. Фломін та ін. *Судинні захворювання головного мозку.* 2019; 3/4: 5–13.
7. Масний О, Ціж Л. Клінічні настанови з фізичної терапії у разі інсульту: сучасні підходи й можливості. *Молода спортивна наука України.* 2023;(1):119-20.
8. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, Kwakkel G. What Is the Evidence for Physical Therapy Poststroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE.* 2014;9(2):e87987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087987>.
9. Грушевська А, Григус ІМ. Фізична реабілітація при ішемічному інсульті. *Rehabil Recreat.* 2018;(3):34-8.
10. Bannikova R, Lazarijeva O, Vitomskiy V, Kerestei V, Kovelska A, Myronyuk I, Brushko V, Kormiltsev V. Physical Rehabilitation of Patients with Cerebral Blood Flow Acute Disorders in the Late Recovery Period. *Sport Mont.* 2021;19(S2):159-63. <https://doi.org/10.26773/smj.210927>
11. Баннікова Р, Керестей В, Калінкін К. Перспективи застосування методу функціонального тренування при гострих порушеннях мозкового кровообігу в пізньому відновному періоді. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту.* 2017;(3):60-5.
12. Кормільцев В, Уривкова А. Аналіз зарубіжного досвіду щодо відновлення ходьби засобами фізичної терапії у пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія.* 2024;(1):201-5. <https://doi.org/10.32652/spmed.2024.1.201-205>
13. Віноградов М, Лазарева О. Високоінтенсивне тренування як засіб фізичної терапії при лівопівкульних геморагічних інсультах: огляд зарубіжного досвіду. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія.* 2021;(1):90-4. <https://doi.org/10.32652/spmed.2021.1.90-94>
14. Віноградов ММ, Лазарева ОВ. Критерії відбору та алгоритм застосування високоінтенсивного інтервального тренування у пацієнтів після ГПМК. Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини (Rehabilitation and recreation). 2023;(15):27-33. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.15.3>
15. Huang J, Ji JR, Liang C, Zhang YZ, Sun HC, Yan YH, Xing XB. Effects of physical therapy-based rehabilitation on recovery of upper limb motor function after stroke in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Palliat Med.* 2022;11(2):521-31. <https://doi.org/10.21037/apm-21-3710>

16. Brusola G, Garcia E, Albosta M, Daly A, Kafes K, Furtado M. Effectiveness of physical therapy interventions on post-stroke spasticity: An umbrella review. *NeuroRehabilitation*. 2023;1-15. <https://doi.org/10.3233/nre-220275>
17. Сабадош М, Ястремська С, Кормільцев В, Дуб М. Особливості впливу PUSH-синдрому на процес реабілітації пацієнтів з гострим порушенням мозкового кровообігу. Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини (*Rehabilitation amp recreation*). 2022;(11):58-67.
18. Rose T, Nam CS, Chen KB. Immersion of virtual reality for rehabilitation - Review. *Appl Ergon*. 2018;69:153-61. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.01.009>
19. Gonzalez-Argote J. Uso de la realidad virtual en la rehabilitación. *Interdiscip Rehabil Rehabil Interdiscip*. 2022;2:24. <https://doi.org/10.56294/ri202224>
20. Rutkowski S, Rutkowska A, Kiper P, Jastrzebski D, Racheniuik H, Turolla A, Szczegielniak J, Casaburi R. Virtual Reality Rehabilitation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. *Int J Chronic Obstr Pulm Dis*. 2020;Volume 15:117-24. <https://doi.org/10.2147/copd.s223592>
21. Peláez-Vélez FJ, Eckert M, Gacto-Sánchez M, Martínez-Carrasco Á. Use of Virtual Reality and Videogames in the Physiotherapy Treatment of Stroke Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(6):4747. <https://doi.org/10.3390/ijerph20064747>
22. Chen J, Or CK, Chen T. Effectiveness of Using Virtual Reality–Supported Exercise Therapy for Upper Extremity Motor Rehabilitation in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Med Internet Res*. 2022;24(6):e24111. <https://doi.org/10.2196/24111>
23. Marques-Sule E, Arnal-Gómez A, Buitrago-Jiménez G, Suso-Marti L, Cuenca-Martínez F, Espí-López GV. Effectiveness of Nintendo Wii and Physical Therapy in Functionality, Balance, and Daily Activities in Chronic Stroke Patients. *J Am Med Dir Assoc*. 2021;22(5):1073-80. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2021.01.076>
24. Hao J, Xie H, Harp K, Chen Z, Siu KC. Effects of Virtual Reality Intervention on Neural Plasticity in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2021 <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.06.024>
25. Kim M, Kaneko F. Virtual reality-based gait rehabilitation intervention for stroke individuals: a scoping review. *J Exerc Rehabil*. 2023;19(2):95-104. <https://doi.org/10.12965/jer.2346114.057>

References

1. Vinnychuk SM, Fartushna OYu. Epidemiolohiia tranzitorynykh ishemichnykh atak u strukturi hostrykh porushen' mozkovoho krovoobihu v Ukraini ta inshykh krayiinakh. *Int Neurol J*. 2017;91(5):105-11.
2. Lindsay LR, Thompson DA, O'Dell MW. Updated Approach to Stroke Rehabilitation. *Med Clin North Am*. 2020;104(2):199-211. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.002>
3. Zozulia AI, Zozulia IS. Osnovni zavdannia pokrashchannia nadannia medychnoyi dopomohy pry tsebral'nomu insul'ti. *Ukr. med. chasopys*. 2014;(4):114-8.
4. Feigin VL, Mensah GA, Norrving B, Murray CJ, Roth GA. Atlas of the Global Burden of Stroke (1990-2013): The GBD 2013 Study. *Neuroepidemiology*. 2015;45(3):230-6. <https://doi.org/10.1159/000441106>
5. Mishchenko TS. Epidemiolohiia tserebrovaskuliarnykh zabolevanii i organizatsiia pomoshchi bol'nym s mozgovym insul'tom v Ukraini. *Ukr. visn. psyhonevrolohii*. 2017;25(1):22-4.
6. Plan diy botot'by z insultom v Ukraini na 2020-2030 r. / Yu. V. Flomin ta in. *Sudynni zakhvoriyvannia holovnoho mozku*. 2019; 3/4: 5–13.
7. Masnyi O, Tszih L. Klinichni nastanovy z fizychnoyii terapii u razi insul'tu: suchasni pidkhody y mozhlyvosti. *Moloda sport. nauka Ukrainy*. 2023;(1):119-20.
8. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, Kwakkel G. What Is the Evidence for Physical Therapy Poststroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*. 2014;9(2):e87987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087987>
9. Hrushevska A, Hryhus IM. Fizychna reabilitatsiia pry ishemichnomu insul'ti. *Rehabil Recreat*. 2018;(3):34-8.
10. Bannikova R, Lazariava O, Vitomskyi V, Kerestei V, Kovelska A, Myronyuk I, Brushko V, Kormiltsev V. Physical Rehabilitation of Patients with Cerebral Blood Flow Acute Disorders in the Late Recovery Period. *Sport Mont*. 2021;19(S2):159-63. <https://doi.org/10.26773/smj.210927>
11. Bannikova R, Kerestei V, Kalinkin K. Perspektivy zastosuvannia metodu funktsional'noho trenuvannia pry hostrykh porushenniakh mozkovoho krovoobihu v pizniomu vidnovnomu periodi. *Teoriia i metodyka fiz. vykhovannia i sportu*. 2017;(3):60-5.
12. Kormiltsev V, Uryvkova A. Analiz zarubizhnoho dosvidu shchodo vidnovlennia hod'by zasobamy fizychnoyii terapii u patsientiv pislia hostroho porushennia mozkovoho krovoobihu. *Sport. Medytsyna fiz. Terapiia ta ergoterapiia*. 2024;(1):201-5. <https://doi.org/10.32652/spmed.2024.1.201-205>
13. Vinogradov M, Lazariava O. Vysokointensyvne trenuvannia yak zasib fizychnoyii terapii pry livopivkul'nukh hemorahichnykh insul'takh: ohliad zarybizhnoho dosvidu. *Sport. Medytsyna fiz. Terapiia ta ergoterapiia*. 2021;(1):90-4. : <https://doi.org/10.32652/spmed.2021.1.90-94>
14. Vinogradov MM, Lazariava OB. Kryterii vidboru ta alorytm zastosuvannia vysokointensyvnoho interval'noho trenuvannia v patsientiv pislia HPMK. *Reabilitats. ta fizkul'turno recreats. aspekty rozvytku liudyny (Rehabilitation and recreation)*. 2023; (15):27-33. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.15.3>
15. Huang J, Ji JR, Liang C, Zhang YZ, Sun HC, Yan YH, Xing XB. Effects of physical therapy-based rehabilitation on recovery of upper limb motor function after stroke in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Palliat Med*. 2022 ; 11(2):521-31. <https://doi.org/10.21037/apm-21-3710>
16. Brusola G, Garcia E, Albosta M, Daly A, Kafes K, Furtado M. Effectiveness of physical therapy interventions on post-stroke spasticity: An umbrella review. *NeuroRehabilitation*. 2023;1-15. <https://doi.org/10.3233/nre-220275>

17. Sabadosh M, Yastremka S, Kormiltsev V, Dub M. Osoblyvosti vplyvu push-syndromu na protses rehabilitatsiyi patsientiv z hostryim porushenniam mozkovoho krovoobihu. Reabilitats. ta fizkul'no recreats. aspekty rozvytku liudyny (Rehabilitation and recreation). 2022;(11):58-67. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2022.11.6>
18. Rose T, Nam CS, Chen KB. Immersion of virtual reality for rehabilitation - Review. Appl Ergon. 2018;69:153-61. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.01.009>
19. Gonzalez-Argote J. Uso de la realidad virtual en la rehabilitación. Interdiscip Rehabil Rehabil Interdiscip. 2022;2:24. <https://doi.org/10.56294/ri202224>
20. Rutkowski S, Rutkowska A, Kiper P, Jastrzebski D, Rachenik H, Turolla A, Szczegielniak J, Casaburi R. Virtual Reality Rehabilitation in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Randomized Controlled Trial. Int J Chronic Obstr Pulm Dis. 2020;Volume 15:117-24. <https://doi.org/10.2147/copd.s223592>
21. Peláez-Vélez FJ, Eckert M, Gacto-Sánchez M, Martínez-Carrasco Á. Use of Virtual Reality and Videogames in the Physiotherapy Treatment of Stroke Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial. Int J Environ Res Public Health. 2023;20(6):4747. <https://doi.org/10.3390/ijerph20064747>
22. Chen J, Or CK, Chen T. Effectiveness of Using Virtual Reality–Supported Exercise Therapy for Upper Extremity Motor Rehabilitation in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. J Med Internet Res. 2022;24(6):e24111. <https://doi.org/10.2196/24111>
23. Marques-Sule E, Arnal-Gómez A, Buitrago-Jiménez G, Suso-Martí L, Cuenca-Martínez F, Espí-López GV. Effectiveness of Nintendo Wii and Physical Therapy in Functionality, Balance, and Daily Activities in Chronic Stroke Patients. J Am Med Dir Assoc. 2021;22(5):1073-80. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2021.01.076>
24. Hao J, Xie H, Harp K, Chen Z, Siu KC. Effects of Virtual Reality Intervention on Neural Plasticity in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. Arch Phys Med Rehabil [Інтернет]. Серп. 2021. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.06.024>
25. Kim M, Kaneko F. Virtual reality-based gait rehabilitation intervention for stroke individuals: a scoping review. J Exerc Rehabil. 2023;19(2):95-104. <https://doi.org/10.12965/jer.2346114.057>

Мозковий інсульт є однією з найактуальніших проблем фізичної терапії протягом багатьох років, що потребує сучасних технологій, які будуть спрямовані на всебічний вплив на пацієнта.

Мета – проаналізувати та систематизувати досвід закордонних досліджень щодо особливостей застосування та впливу технологій віртуальної реальності на процес фізичної терапії осіб після ГПМК.

Методи – аналіз науково-методичної літератури з проблематики дослідження та систематизація отриманих даних.

Результати. Використання технологій VR в терапевтичних цілях викликає все більший інтерес в останні роки, що зумовлено технологічним прогресом і зростанням розуміння неврологічних і когнітивних механізмів, задіяних у реабілітації. Дослідження показали, що при застосуванні VR у фізичній терапії пацієнтів з ГПМК були отримані статистично значущі покращення порівняно з контрольною групою за індексом моторики, тестом контролю тулуба, шкалою рівноваги Тінетті, шкалою рівноваги Берга та Функціональною класифікацією амбулаторної ходьби лікарні Сагунто. Результати метааналізу показали, що порівняно з традиційною терапією фізична терапія покращила показники оцінки верхньої кінцівки за шкалою Фугль-Мейера у пацієнтів, які одужують після інсульту, а також підвищила бали за шкалою функціональної незалежності, бали за тестом дослідження активності руки та бали за тестом «Ящик і блок» у пацієнтів під час реабілітаційного періоду. Терапевтичні вправи та фізична терапія з підтримкою VR для верхніх кінцівок можуть бути ефективними для покращення результатів рухової реабілітації.

Висновки. Застосування технологій VR у фізичній терапії пацієнтів після ГПМК варто розглядати як перспективний напрям розвитку фізичної терапії тематичного контингенту, що, на нашу думку, сприятиме підвищенню ефективності лікування та покращенню його результатів.

Ключові слова: мозковий інсульт, фізична терапія, віртуальна реальність, сучасні технології.

Cerebral stroke has been one of the most pressing problems of physical therapy for many years, requiring modern technologies will be aimed at a comprehensive impact on the patient.

Purpose – to analyze and systematize the experience of foreign studies on the peculiarities of the use and impact of virtual reality technologies on the physical therapy process of patients after cerebral stroke.

Methods: analysis of scientific and methodological literature on the research topic and systematization of the data obtained.

Results. The use of VR technologies for therapeutic purposes has attracted increasing interest in recent years, due to technological advances and a growing understanding of the neurological and cognitive mechanisms involved in rehabilitation. The results of the meta-analysis showed that compared to traditional therapy, physical therapy improved the upper extremity Fugl-Meyer score in patients recovering from stroke, and also increased the functional independence score, the arm activity test score, and the box and block test score in patients during the rehabilitation period. VR-assisted physical therapy for the upper extremities can be effective in improving the results of motor rehabilitation. Existing literature suggests that rehabilitation using virtual reality in combination with traditional physiotherapy can improve the ability to walk in people with AMI, especially in the chronic stage.

Conclusions. The using of VR technologies in the physical therapy of patients after acute stroke should be considered as a promising area for the development of physical therapy of the subject contingent, and will contribute to improving the effectiveness of treatment and improving outcomes.

Key words: cerebral stroke, physical therapy, virtual reality, modern technologies.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflict of interest: absent.

Відомості про авторів

Кормільцев Володимир Володимирович – кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент, доцент кафедри терапії та реабілітації Національного університету фізичного виховання і спорту України; вул. Фізкультури, 1, м. Київ, Україна, 03150.

vkormiltsev@uni-sport.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-2041-8151

Чигиринський Артем Михайлович – аспірант кафедри економічної теорії, макро- і мікроекономіки Київського національного університету імені Тараса Шевченка; вул. Васильківська, 90-а, м. Київ, Україна, 03022

artyom.chigirinsky@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-0681-266X

Стаття надійшла до редакції 22.10.2024

Дата першого рішення 28.10.2024

Стаття подана до друку 16.12.2024