

DOI: 10.21802/artm.2024.3.31.219
УДК 004.4:616.831-005.1

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ З НАСЛІДКАМИ ІНСУЛЬТУ

Є.А. Довніч, Н.Є. Нестерчук, І.О. Михайлова, О.В. Семенчук, О.С. Ярмошевич, О.Ю. Серков

Національний університет водного господарства та природокористування, Навчально-науковий інститут охорони здоров'я, кафедра фізичної терапії, ерготерапії, кафедра теорії та методики фізичного виховання м. Рівне, Україна

ORCID ID: 0009-0009-5953-5169, e-mail: e.a.dovnich@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0000-0003-2199-3403, e-mail: n.e.nesterchuk@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0000-0003-0514-505X, e-mail: i.o.mykhailova@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0009-0008-5475-0217, e-mail: o.v.semenchuk@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0009-0003-5747-643X, e-mail: o.s.yarmoshevych@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0009-0009-2490-792X, e-mail: o.y.sierkov@nuwm.edu.ua

Резюме. Мозковий інсульт залишається другою провідною причиною смерті та третім найвагомим чинником інвалідності у світі. Інсульт – це раптове виникнення вогнищевих або генералізованих порушень мозкової функції.

Мета – проаналізувати та систематизувати застосування комп'ютеризованих технологій у реабілітації пацієнтів з наслідками інсульту.

Методи. Для досягнення цілей дослідження були проведені аналіз наукової літератури та систематизація інформації з використанням електронних баз даних таких як PubMed, Google Scholar та інших.

Результати дослідження. На сьогодні особливої уваги у реабілітації пацієнтів з наслідками інсульту заслуговують комп'ютеризовані технології: роботизовані системи, спеціально розроблені відеоігри та VR, телереабілітація. Роботизовані системи – це пристрої, що автоматизують різні завдання і процеси. У реабілітації такі системи допомагають відновлювати рухові функції, підтримують фізичну активність та сприяють відновленню після травм або захворювань, у тому числі таких, як інсульт. Відеоігри та технології VR є прикладами захоплюючої та веселої реабілітації пацієнтів з наслідками інсульту. Терапевти помічають, що відеоігри є більш привабливими та легкими для включення в схему лікування в домашніх умовах. Телереабілітація після інсульту – це форма дистанційної медичної допомоги, яка дозволяє пацієнтам отримувати реабілітаційні послуги через інтернет або інші телекомунікаційні технології.

Висновки. Комп'ютеризовані технології значно покращують реабілітацію пацієнтів з наслідками інсульту. Роботизовані системи забезпечують точність та контроль під час виконання рухів, регулярність тренувань, мають вбудовані сенсори, що дозволяють відстежувати прогрес пацієнта. Застосування відеоігор та VR пропонує численні переваги, включаючи підвищення мотивації, покращення рухових і когнітивних функцій, психологічну підтримку та соціальну взаємодію. Телереабілітація забезпечує доступ до реабілітаційних послуг незалежно від місця проживання.

Ключові слова: інсульт, реабілітація, комп'ютеризовані технології, роботизовані системи, відеоігри, віртуальна реальність, телереабілітація, пацієнти з наслідками інсульту.

Вступ. Мозковий інсульт залишається другою провідною причиною смерті та третім найвагомим чинником інвалідності у світі. Інсульт – це раптове виникнення вогнищевих або генералізованих порушень мозкової функції, що обумовлені лише судинними причинами, які пов'язані з мозковим кровоотоком і тривають понад 24 години. За патогенетичним механізмом та етіологією інсульти поділяють на:

- ішемічні інсульти (близько 80%), що виникають в результаті оклюзії артерії з обмеженням кровопостачання у головний мозок;

- геморагічні інсульти, які спричинені внутрішньомозковим (близько 15 %) або субарахноїдальним (біля 5%) крововиливом внаслідок розриву внутрішньомозкових судин, аневризми чи інших судинних вад;

- венозні інсульти (менше 1%), що пов'язані з тромбозом вен головного мозку або венозних синусів твердої оболонки [1].

Обґрунтування дослідження. За останні 30 років абсолютна кількість випадків цього захворювання зросла на 70 %, поширеність – на 85 % із збільшенням показників смертності на 43 %. Згідно з останнім аналізом Глобального тягаря захворювань (GBD – Global Burden of Disease), у 2019 році у світі було зареєстровано близько 12,2 млн випадків інсульту, 143 млн втрачених років життя з поправкою на непрацездатність і 6,6 млн смертей, 86 % з яких припадає на мешканців країн з низьким або нижче від середнього рівнем доходу. З огляду на це мозковий інсульт становить надзвичайно важливу проблему для урядів і систем охорони здоров'я в усьому світі, яку

необхідно терміново вирішувати [2].

Мета дослідження проаналізувати та систематизувати застосування комп'ютеризованих технологій у реабілітації пацієнтів з наслідками інсульту.

Методи дослідження для досягнення цілей дослідження були проведені аналіз наукової літератури та систематизація інформації з використанням електронних баз даних таких як PubMed, Google Scholar та інших.

Результати дослідження. Виділяють кілька основних напрямів роботи з пацієнтами, які перенесли гостре порушення мозкового кровообігу:

1. Відновлення моторики та рухових функцій. Хворим рекомендують заняття з ерго- та кінезіотерапевтами, активно застосовуються різні сучасні методики у поєднанні з фізіотерапією та масажем

2. Відновлення повноцінного мовлення. Зазвичай призначаються індивідуальні та групові заняття з логопедом, тренування із застосуванням спеціального апарату, що дозволяє розробити м'язи гортані.

3. Відновлення чіткого зору та функцій повік (при їх опущенні). Реабілітація проводиться з використанням комплексу вправ, які виконуються під керівництвом офтальмолога, кінезіотерапевта та фізіотерапевта.

4. Відновлення пам'яті. У цьому напрямку з пацієнтом працюють неврологи, ерготерапевти та нейропсихологи. За потреби призначаються лікарські препарати, які стимулюють нервову діяльність

5. Відновлення побутових навичок. Пацієнт адаптується до раніше звичним йому умов, відновлює повсякденні звички, навички управління побутової технікою, роботи з комп'ютером та інших [3].

Традиційними напрямками реабілітації після інсульту є:

- лікувальна фізична культура, що включає в себе пасивні та активні вправи, ізометричні та ізотонічні вправи, дихальні вправи, вправи на координацію та рівновагу;

- масаж задля покращення кровообігу, зняття м'язової напруги; зменшення спастичності;

- ерготерапія – навчання повсякденним навичкам, адаптація до побутових умов, професійна орієнтація.

- аутогенне тренування – базується на зосередженні уваги на власних тілесних відчуттях та сприяє релаксації м'язів та зниженню рівня стресу [4].

Ці методи довели свою ефективність та широко застосовуються в практиці реабілітації пацієнтів після інсульту. Однак з розвитком науки та технологій виникає потреба в пошуку нових підходів до терапії, які зможуть забезпечити більш комплексне та

ефективне лікування даної патології.

На сьогодні особливої уваги у реабілітації пацієнтів після інсульту заслуговують комп'ютеризовані технології, а саме: роботизовані системи, спеціально розроблені відеоігри та віртуальна реальність, телереабілітація.

Роботизовані системи – це пристрої, що автоматизують різні завдання і процеси. Вони можуть бути запрограмовані для виконання певних функцій з високою точністю та повторюваністю (рис. 1). У реабілітації такі системи допомагають відновлювати рухові функції, підтримують фізичну активність та сприяють відновленню після травм або захворювань, у тому числі таких, як інсульт.

Застосування роботизованих систем у реабілітації пацієнтів з наслідками інсульту:

- підтримка рухових функцій – роботизовані системи допомагають пацієнтам відновити навички руху, забезпечуючи підтримку та допомогу під час виконання рухових вправ. Це особливо важливо для пацієнтів з частковим або повним паралічем;

- відновлення координації та балансу – роботизовані тренажери та екзоскелети допомагають пацієнтам тренувати координацію та баланс, що є критичними для відновлення навичок ходьби та самостійного пересування;

- покращення м'язової сили та витривалості – використання роботизованих систем дозволяє пацієнтам тренувати м'язи без перевантаження, поступово збільшуючи навантаження для досягнення кращих результатів;

- стимуляція нейропластичності – регулярні тренування з використанням роботизованих систем сприяють нейропластичності мозку, допомагаючи відновлювати пошкоджені нейронні зв'язки та поліпшувати функції руху;

- моніторинг та зворотній зв'язок – багато роботизованих систем мають вбудовані сенсори, що дозволяють відстежувати прогрес пацієнта та надавати зворотний зв'язок як пацієнту, так і лікарю. Це допомагає коригувати реабілітаційну програму відповідно до потреб пацієнта;

- персоналізовані реабілітаційні програми – роботизовані системи можуть бути налаштовані для виконання індивідуальних програм реабілітації, що враховують специфічні потреби та стан кожного пацієнта [5].

Загалом, роботизовані системи значно підвищують ефективність реабілітації після інсульту, забезпечуючи цілеспрямоване, безпечне та адаптивне тренування, яке допомагає пацієнтам швидше відновити втрачені функції.

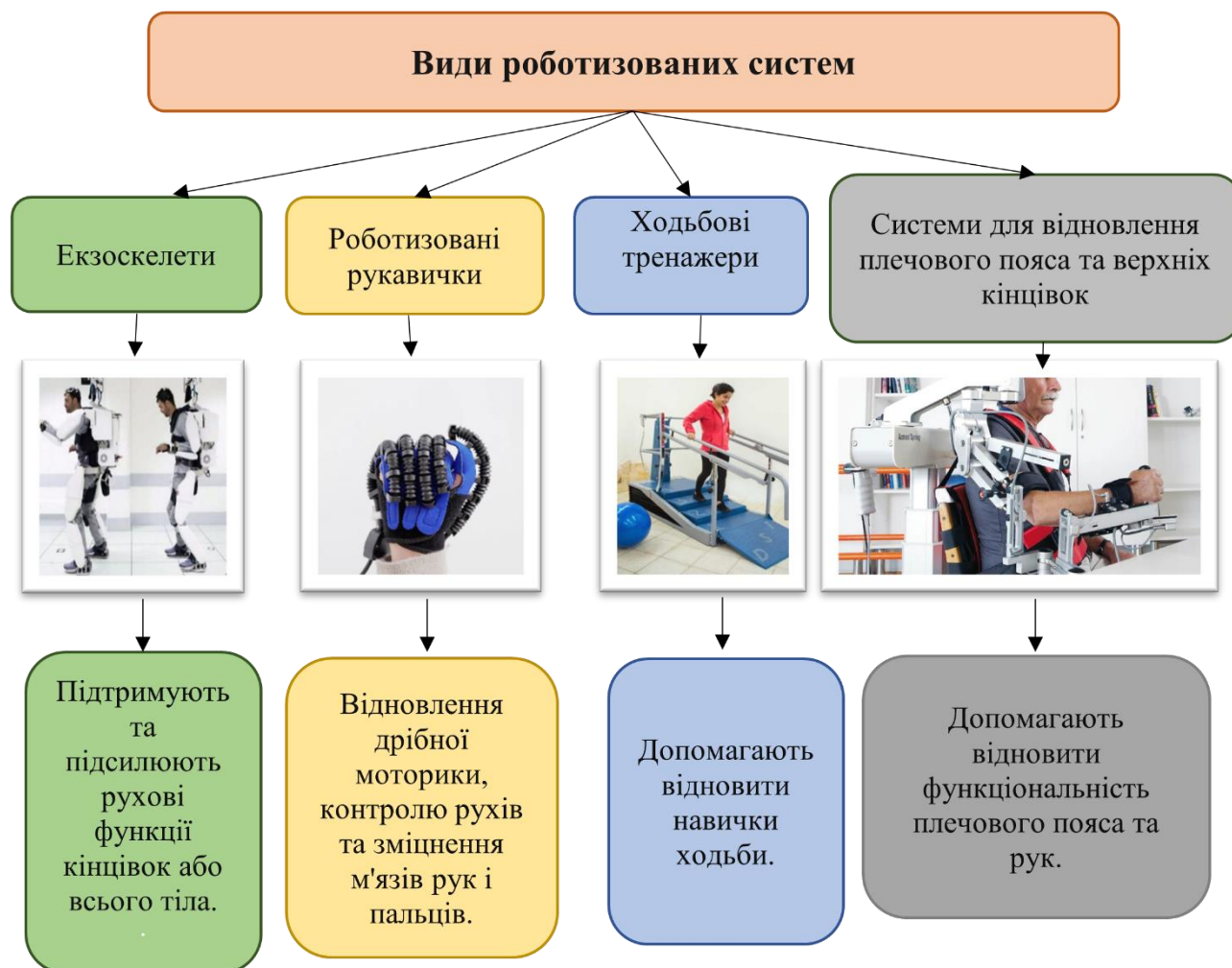
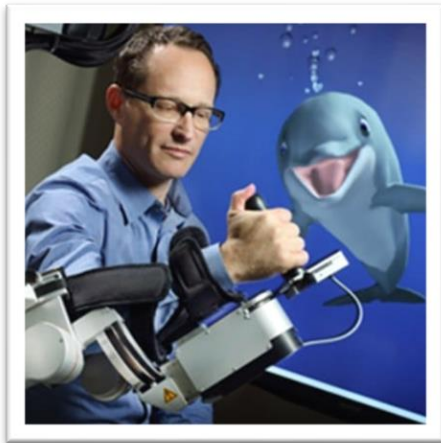


Рис. 1. Види роботизованих систем

Відеоігри та технології віртуальної реальності є прикладами захоплюючої та веселої реабілітації пацієнтів з наслідками інсульту. Традиційні варіанти терапії можуть бути складними та нудними для повторення, що знижує вірогідність виконання їх пацієнтами вдома. Фізичні терапевти помічають, що відеоігри є більш привабливими та легкими для включення в схему лікування в домашніх умовах.

Shark Showdown (рис. 2) – інтерактивна відеогра, яка дозволяє гравцям керувати анімованим дельфіном або акулою. Версія для людей, що перенесли інсульт, включає в себе роботизовані стропи, які пацієнти одягають на кінцівки для керування акулою. Це моделювання синхронізує рухи кінцівкою та рухи, що виконує анімація, одночасно стимулюючи як мозок, так і тіло пацієнта. В цій грі немає правильних і неправильних дій, будь-який рух впливає на

керування дельфіном. Пацієнт не думає про обмеження рухливості в ураженій кінцівці, він експериментує з рухами у багатьох площинах, які важко було б виконати під час традиційної фізичної терапії [6]. Цікавим прикладом сучасних технологій в ерготерпії є робоча станція Saebo's ReJoyce (рис.2) - це комп'ютеризована навчальна система, орієнтована на виконання завдання, яка включає в себе цілий ряд ігор, що тренують активність, швидкість виконання руху, витривалість, координацію, амплітуду руху, силу та пізнавальні здібності пацієнта. Це допомагає пацієнтам виконувати повсякденні рухові і моторні завдання поєднуючи їх з веселою та мотиваційною діяльністю. Оскільки ігри індивідуально налаштовуються і включають в себе широкий спектр показників що можна корегувати, ця робоча станція корисна для пацієнтів на кожному етапі відновлення [7].



а



б

Рис. 2. Гра Shark Showdown (а), Станція Saebot's ReJoyce (б)

Технологія віртуальної реальності (VR) відкриває нові можливості для реабілітації пацієнтів після інсульту, дозволяючи створювати інтерактивні та стимулюючі середовища, які сприяють відновленню як фізичних, так і когнітивних функцій. Застосування VR:

1. Відновлення моторики:

- тренування рук і ніг – пацієнти можуть виконувати спеціальні вправи для відновлення рухливості рук і ніг у віртуальному середовищі. Вправи часто інтегровані в ігрові сценарії, що робить їх більш цікавими та мотивуючими;
- координація та баланс – VR може бути використана для тренування координації та балансу шляхом симуляції різних сценаріїв ходьби та інших рухів у безпечному середовищі.

2. Когнітивна реабілітація

- стимуляція когнітивних функцій. VR-ігри та вправи можуть бути розроблені для покращення пам'яті, уваги, вирішення проблем та інших когнітивних функцій, які можуть постраждати внаслідок інсульту;
- імітація реальних ситуацій. Віртуальні сценарії можуть включати імітації реальних ситуацій, таких як перехід вулиці або покупки в магазині, що допомагає пацієнтам відновлювати навички, необхідні для повсякденного життя.

3. Мотивація та залученість

- ігрові елементи. Інтерактивні ігрові сценарії роблять процес реабілітації більш захоплюючим, підвищуючи мотивацію пацієнтів до регулярних тренувань;
- зворотній зв'язок у реальному часі. Пацієнти отримують миттєвий зворотний зв'язок про свої досягнення, що допомагає їм бачити свій прогрес і залишатися мотивованими.

4. Психологічна підтримка

- зниження стресу та тривожності – VR може бути використана для створення заспокоїливих середовищ, які допомагають знизити рівень стресу та тривожності у пацієнтів;
- симуляція соціальної взаємодії – пацієнти можуть практикувати соціальні навички та взаємодію з іншими людьми у віртуальних сценаріях, що може бути корисним для тих, хто має труднощі зі

спілкуванням після інсульту [8].

Телереабілітація після інсульту – це форма дистанційної медичної допомоги, яка дозволяє пацієнтам отримувати реабілітаційні послуги через інтернет або інші телекомунікаційні технології. Це забезпечує доступ до необхідної терапії незалежно від місця проживання пацієнта.

Компоненти телереабілітації:

- відеоконференції, які забезпечують інтерактивні сеанси та зворотній зв'язок. Пацієнти можуть спілкуватися з фізіотерапевтами, логопедами, психологами та іншими спеціалістами через відеозв'язок. Терапевти можуть спостерігати за виконанням вправ пацієнтами в режимі реального часу і давати миттєві рекомендації та коригування;
- віртуальні тренажери та програми. Спеціальні програми можуть бути налаштовані під індивідуальні потреби пацієнта, включаючи фізичні та когнітивні вправи. Дані про виконання вправ можуть автоматично відправлятися терапевту для аналізу та коригування реабілітаційного плану;
- мобільні додатки. Мобільні додатки можуть нагадувати пацієнтам про необхідність виконання вправ, прийом ліків та дотримання рекомендацій. Також додатки можуть включати ігрові елементи та інструкції для виконання фізичних і когнітивних вправ [9].

Обговорення результатів. Застосування роботизованих систем у реабілітації після інсульту має кілька значних переваг, які сприяють більш ефективному та швидкому відновленню пацієнтів. Ось деякі з основних переваг:

- точність і контроль. Роботизовані системи забезпечують високу точність та контроль під час виконання рухів, що дозволяє уникнути неправильного виконання вправ і знизує ризик повторних травм.
- регулярність тренувань. Системи можуть працювати з пацієнтами регулярно і без перерв, що сприяє постійному прогресу в реабілітації.
- комфорт пацієнтів. Системи можуть бути налаштовані відповідно до фізичних можливостей пацієнта, забезпечуючи комфорт і безпеку під час виконання вправ.

Вікторія Горошко, Валерій Жамардій та

Оксана Гордієнко провели клінічне дослідження у період з 2022 по 2024 роки на базі неврологічного відділення Комунального підприємства «Полтавська обласна клінічна лікарня ім. М.В. Скліфосовського Полтавської обласної ради». Усього в дослідженні взяли участь 103 людини, з них 44 жінки (42,72%) і 59 чоловіків (57,28%). Вік загальної групи коливався від 45 до 64 років із середнім віком. Реабілітація експериментальних груп поєднувала у собі стандартну фізичну терапію у поєднанні з комп'ютерною стимуляцією – роботизованою рукавичкою, реабілітація контрольних груп обмежувалась стандартним медикаментозним лікуванням, без застосування комп'ютерної стимуляції. У результаті дослідження показало, що ефективність усунення порушень за допомогою програми комп'ютерної стимуляції підвищувалась у 2,5 рази порівняно зі стандартним лікуванням. Під час відновлення після інсульту використання програми комп'ютерної стимуляції може успішно покращити когнітивні функції у 54,0% пацієнтів. Це значно відрізняється від типового стандартного реабілітаційного відновлення (22,5%) [10].

Застосування відеоігор та віртуальної реальності в реабілітації після інсульту пропонує численні переваги, включаючи підвищення мотивації, покращення рухових і когнітивних функцій, індивідуалізацію реабілітаційних програм, соціальну взаємодію та можливість дистанційної реабілітації. Ці технології забезпечують інноваційний, ефективний та залучаючий підхід до відновлення пацієнтів, сприяючи їх швидшому та більш повному одужанню. Марією Хосе Кано-Маньяс та іншими було проведено рандомізоване контрольоване дослідження. Контрольна група ($n=25$) отримувала вісім тижнів звичайної реабілітації, що складалася з п'яти щотижневих сеансів на основі підходу до рухового тренування, орієнтованого на завдання. Експериментальна група ($n=23$) отримувала звичайну реабілітацію + терапію на основі відеоігор протягом восьми тижнів із комерційними відеоіграми з використанням ігрової консолі Xbox 360° та пристрою Kinect® з однаковим загальним часом лікування для обох груп. Використовувались модифікована шкала Ренкіна, індекс Бартеля, шкала Тінетті, тест функціонального охоплення, тест Get Up and Go, бароподометрія, EuroQoL 5D (EQ-5D), задоволення, прихильність і мотивація використовувалися як показники результатів. Результати проведеного дослідження показали користь застосування відеоігор у реабілітації пацієнтів з наслідками інсульту – у міжгруповому порівнянні спостерігалися статистично значущі відмінності в модифікованому рейтингу Ренкіна ($p < 0,01$), індексі Бартеля ($p = 0,05$), оцінці ходи Тінетті ($p = 0,02$), тесті Functional Reach ($p < 0,01$), тест «Вставай і йди» ($p = 0,05$), параметри болю/дискомфорту ($p < 0,01$) і параметри тривоги/депресії ($p < 0,01$) EQ-5D і VAS (візуальна аналогова шкала) ($p < 0,01$) щодо сприйманого стану здоров'я на основі опитувальника EQ-5D. Що стосується шкали мотивації, самооцінки та прихильності, статистично значущі відмінності були досягнуті в мотивації ($p < 0,01$), самооцінці ($p < 0,01$) і прихильності ($p < 0,01$). Протокол напівзануреної терапії на основі відеоігор у поєднанні з традиційною

терапією може бути ефективним для покращення балансу, функціональності, якості життя та мотивації у пацієнтів із підгострим інсультом [11].

Echezona Nelson Dominic Ekechukwu та інші провели дослідження, у якому систематично розглядалися та метасинтезувалися докази ефективності віртуальної реальності щодо окремих маркерів нейропластичності серед тих, хто переніс інсульт. Загалом у мета-аналіз було включено 6 досліджень (за участю 441 особи, яка пережила інсульт). Об'єднаний вплив на покращення рухової функції (SMD = $-1,05$; CI = $-1,53, -0,56$, Z = 4,22, $p < 0,0001$, I² = 93%) і рівноваги (SMD = $-3,06$; CI = $-3,80, -2,32$, Z = 8,11, $p < 0,0001$, I² = 94%) було значно на користь VR. Є докази того, що віртуальна реальність є ефективним нейроергономічним способом заохочення нейропластичності через вплив на рухову функцію, рівновагу та м'язову силу людей, які перенесли інсульт [12].

Телереабілітація після інсульту представляє собою інноваційний підхід до відновлення пацієнтів, забезпечуючи доступ до реабілітаційних послуг незалежно від місця проживання. Вона має численні переваги, включаючи доступність, ефективність, зручність та підтримку. Загалом, телереабілітація є перспективним напрямком у медицині, який може значно покращити якість життя пацієнтів після інсульту. Стівен Крамер та інші провели дослідили доцільність застосування телереабілітації для пацієнтів з наслідками інсульту. Учасниками були дорослі з парезом руки внаслідок інсульту та без обмежувальних когнітивних розладів. Пацієнти двічі проходили обстеження в клініці Каліфорнійського університету в Ірвайні, після чого система телемедицини була доставлена додому. Потім пацієнти отримували 12-тижневу терапію TR, 6 днів на тиждень, з клінічною оцінкою в реальному часі наприкінці 6-го та 12-го тижнів. Пацієнти могли вільно телефонувати в лабораторію із запитаннями. Модифіковані показники Ранкіна покращилися у 6/13 пацієнтів, у 3 з яких після інсульту минуло більше 3 місяців. Моторні оцінки Фугля-Мейєра зросли на 6 (2,5–12,5) балів на руці та на 1 (–0,5–5) балів на нозі. Було успішно впроваджено оцінки, що охоплюють численні аспекти результатів інсульту; деякі, включаючи щотижневе вимірювання, яке задокументувало зниження втоми ($p = 0,004$). Домашня система телемедицини підтримує цілісний підхід до реабілітаційної допомоги, включаючи інтенсивну реабілітаційну терапію та вторинну профілактику інсульту [13].

Висновки. Комп'ютеризовані технології значно покращують реабілітацію пацієнтів з наслідками інсульту. Роботизовані системи забезпечують високу точність та контроль під час виконання рухів, що дозволяє уникнути неправильного виконання вправ і знижує ризик повторних травм, регулярність тренувань, а також комфорт пацієнтів.

Окрім того, багато роботизованих систем мають вбудовані сенсори, що дозволяють відстежувати прогрес пацієнта та надавати зворотний зв'язок як пацієнту, так і лікарю. Це допомагає коригувати реабілітаційну програму відповідно до потреб пацієнта. Застосування відеоігор та віртуальної реальності в

реабілітації після інсульту пропонує численні переваги, включаючи підвищення мотивації, покращення рухових і когнітивних функцій, психологічну підтримку та соціальну взаємодію. Телереабілітація після інсульту представляє собою інноваційний підхід до відновлення пацієнтів, забезпечуючи доступ до реабілітаційних послуг незалежно від місця проживання.

References.

1. Растворов О. Paliativna dopomoha khvorym, shcho perenesly insult. GoS [Internet]. 2024 May 24 [cited 2024 Jun. 4];(39):663-72. Available from: <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/view/2404>
2. Pashkovska N, Pashkovskyy V. Insulin resistance and stroke: mechanisms and therapeutic approaches. *Mižnarodnij endokrinologičnij žurnal* [Internet]. 2024 Apr. 4 [cited 2024 Jun. 4];20(1):80-6. Available from: <https://iej.zaslavsky.com.ua/index.php/journal/article/view/1367>
3. Vasko L. M. Reabilitatsiia pislia ishemichnoho insultu / L. M. Vasko, A. A. Levkov // *Fizychna reabilitatsiia ta zdoroviazberezhuvalni tekhnolohii: Realii i perspektyvy* : zb. nauk. materialiv VIII Vseukr. nauk.-prakt. Internet-konf. z mizhnar. uchastiu, m. Poltava, 24 lystopada 2022 r. – Poltava, 2022. – S. 20–21 Available from: <https://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/19882>
4. Komosa M. R. Fizychna terapiia patsiientiv pokhyloho viku z spastychnistiu miaziv verkhnikh kintsivok vnaslidok ishemichnoho insultu u hostromu periodi : robota na zdobuttia kvalifikatsiinoho stupenia mahistra : spets. 227 - fizychna terapiia, erhoterapiia / nauk. ker. O. O. Yezhova. Sumy : Sumskiy derzhavnyi universytet, 2024. 55 s.
5. Rajashekar D, Boye A, Larkin-Kaiser KA, Dukelow SP. Technological Advances in Stroke Rehabilitation: Robotics and Virtual Reality. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2024 May;35(2):383-398. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2023.06.026>
6. Laffont I, Froger J, Jourdan C, Bakhti K, van Dokkum LEH, Gouaich A, et al. Rehabilitation of the upper arm early after stroke: Video games versus conventional rehabilitation. A randomized controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med.* 2020 May;63(3):173-180
7. Duval-Dachary S, Chevalier-Lancioni JP, Rossini M, Perego P, Covarrubias M. Motiv'Handed, a New Gamified Approach for Home-Based Hand Rehabilitation for Post-stroke Hemiparetic Patients. In: Miesenberger K, Manduchi R, Covarrubias Rodriguez M, Peñáz P, editors. *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12376. Cham: Springer; 2020. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-58796-3_22
8. Montalbán MA, Arrogante O. Rehabilitation through virtual reality therapy after a stroke: A literature review. *Rehabilitación mediante terapia de realidad virtual tras un accidente cerebrovascular: una revisión bibliográfica.* ScienceDirect. 2020 Jul-Dec;53:19-27. <https://doi.org/10.1016/j.sedeng.2020.01.001>
9. Caughlin S, Mehta S, Corriveau H, Eng JJ, Eskes G, Kairy D, et al. Implementing Telerehabilitation After Stroke: Lessons Learned from Canadian Trials. *Telemed J E Health.* 2020 Jun;26(6):695-702. DOI <https://doi.org/10.1089/tmj.2019.009>
10. Horoshko VI, Zhamardii VO, Hordiienko OV. Vykorystannia innovatsiinykh tekhnolohii ta kompiuternykh prohram dlia vidnovlennia kohnityvnykh funktsii pislia insultu. R&R [інтернет]. 29, Квітень 2024 [цит. за 09, Червень 2024];18(1):10-7. доступний у: <https://health.nuwm.edu.ua/index.php/rehabilitation/article/view/443>
11. Cano-Mañás, María José, Collado-Vázquez, Susana, Rodríguez Hernández, Javier, Muñoz Villena, Antonio Jesús, Cano-de-la-Cuerda, Roberto, Effects of Video-Game Based Therapy on Balance, Postural Control, Functionality, and Quality of Life of Patients with Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial, *Journal of Healthcare Engineering*, 2020, 5480315, 11 pages, 2020. DOI <https://doi.org/10.1155/2020/5480315>
12. Ekechukwu, E.N.D. et al. (2022). Virtual Reality, a Neuroergonomic and Neurorehabilitation Tool for Promoting Neuroplasticity in Stroke Survivors: A Systematic Review with Meta-analysis. In: Black, N.L., Neumann, W.P., Noy, I. (eds) *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021)*. IEA 2021. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 223. Springer, Cham. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-74614-8_64
13. Cramer SC, Dodakian L, Le V, McKenzie A, See J, Augsburg R, et al. A Feasibility Study of Expanded Home-Based Telerehabilitation After Stroke. *Front Neurol.* 2021;11 DOI <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.611453>

UDC 004.4:616.831-005.1

APPLICATION OF COMPUTERISED TECHNOLOGIES IN THE REHABILITATION OF PATIENTS WITH STROKE CONSEQUENCES

E.A. Dovnich, N.E. Nesterchuk, I.O. Mykhailova,
O.V. Semenchuk, O.S. Yarmoshevykh, O.Yu. Sierkov

The National University of Water and Environmental Engineering, The Institute of Health Care, Department of Physical Therapy and Occupational Therapy, Department of Theory and Methodology of Physical Education, Rivne, Ukraine

ORCID ID: 0009-0009-5953-5169,
e-mail: e.a.dovnich@nuwm.edu.ua
ORCID ID: 0000-0003-2199-3403,
e-mail: n.e.nesterchuk@nuwm.edu.ua
ORCID ID: 0000-0003-0514-505X,
e-mail: i.o.mykhailova@nuwm.edu.ua
ORCID ID: 0009-0008-5475-0217,
e-mail: o.v.semenchuk@nuwm.edu.ua
ORCID ID: 0009-0003-5747-643X,
e-mail: o.s.yarmoshevykh@nuwm.edu.ua
ORCID ID: 0009-0009-2490-792X,
e-mail: o.y.sierkov@nuwm.edu.ua

Abstract. A stroke is a sudden onset of focal or generalized impairment of brain function due to vascular causes only, which is related to cerebral blood flow and lasts for more than 24 hours. Cerebral stroke remains the second leading cause of death and the third most significant cause of disability in the world. Over the past 30 years, the absolute number of cases of this disease has increased by 70%, the prevalence by 85%, with a 43% increase in mortality rates. According to the latest Global Burden of Disease (GBD) analysis, in 2019, there were about 12.2 million stroke cases, 143 million disability-adjusted life years and 6.6 million deaths worldwide, 86% of which occurred in low- and lower-middle-income countries.

Purpose to analyse and systematise the use of computerised technologies in the rehabilitation of patients with stroke consequences.

Materials and methods. To achieve the objectives of the research, the researchers analysed scientific literature and systematised information using electronic databases such as PubMed, Google Scholar and others.

Research results. Traditional methods have proven their effectiveness and are widely used in the practice of rehabilitating patients after stroke. However, with the development of science and technology, there is a need to find new approaches to therapy that can provide a more comprehensive and effective treatment of this pathology.

Today, computerized technologies deserve special attention in the rehabilitation of patients after stroke, namely robotic systems, specially designed video games and virtual reality, and TV rehabilitation. Robotic systems are devices that automate various tasks and processes. They can be programmed to perform certain functions with high accuracy and repeatability. In rehabilitation, such

systems help to restore motor functions, support physical activity, and facilitate recovery from injuries or illnesses, including stroke. Video games and virtual reality technologies are examples of exciting and fun rehabilitation for stroke patients. Traditional therapies can be complex and tedious to repeat, making it less likely that patients will do them at home. Physical therapists are finding that video games are more engaging and easier to incorporate into home treatment regimens. Tele-rehabilitation after stroke is a form of remote medical care that allows patients to receive rehabilitation services via the Internet or other telecommunication technologies. This provides access to the necessary therapy regardless of the patient's place of residence.

Conclusions. Computerized technology significantly improves the rehabilitation of patients with stroke. Robotic systems provide high precision and control during movements, which avoids incorrect exercise and reduces the risk of re-injury, regularity of training, and patient comfort. In addition, many robotic systems have built-in sensors that allow you to track the patient's progress and provide feedback to both the patient and the doctor. This helps to adjust the rehabilitation programme according to the patient's needs. The use of video games and virtual reality in stroke rehabilitation offers numerous benefits, including increased motivation, improved motor and cognitive function, psychological support, and social interaction. Tele-rehabilitation after stroke is an innovative approach to patient recovery, providing access to rehabilitation services regardless of where they live.

Keywords: stroke, rehabilitation, computerised technologies, robotic systems, video games, virtual reality, TV rehabilitation, patients with stroke consequences.

Стаття надійшла в редакцію 27.06.2024 р.
Стаття прийнята до друку 25.09.2024 р.