

*Горошко В.І., к.мед.н., доцент,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

СУЧАСНІ НЕЙРОРЕАБІЛІТАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

У всьому світі частота інсультів і частка людей з обмеженими можливостями значно зростає з кожним роком. Прагнення знизити рівень інвалідності після інсульту викликало інтерес до нейрореабілітації у всьому світі. У зв'язку з цим все більш глибоко досліджуються особливості нейрокорекції, що лежать в основі відновлення функціональних порушень, і нові ефективні методи нейрореабілітації з використанням комп'ютеризованих систем[1].

Реабілітація повинна включати кілька різних методів і, як правило, вимагає раннього початку реабілітаційних заходів, систематичної, міждисциплінарної, відповідної та активної участі близьких відповідно до принципів нейрореабілітації. Проте, незважаючи на наявний потенціал новітніх інноваційних методів нейрореабілітації, пошук додаткових методів немедикаментозного впливу для посилення нейронального синаптогенезу під час відновлення у хворих на інсульт залишається актуальним, потребує подальших досліджень.

На сьогоднішній день розроблені та активно використовуються реабілітаційні програми, що поєднують інноваційні та традиційні методи (робототехніка, віртуальна реальність, транскраніальна магнітна стимуляція, технологія біологічного зворотного зв'язку, електром'язова стимуляція, різноманітні методики лікувальної гімнастики, ботулінотерапія), що може призвести до чудових результатів у одужанні пацієнтів.

Метою даного дослідження був аналіз літературних даних щодо ефективності реабілітації хворих на інсульт із руховими порушеннями за допомогою використання найсучасніших методик реабілітації.

Стратегія пошуку. Пошук наукової інформації здійснювався в базах даних PubMed, Web of Science та Scopus. Знайдено 1650 публікацій. Глибина пошуку становила 10 років з жовтня 2012 року по жовтень 2022 року. У дослідження було включено лише літературні джерела, що відображають тему реабілітації рухових розладів після інсульту за допомогою нових електромеханічних, робототехнічних технологій. Критерії включення: рандомізовані та когортні дослідження, систематичні огляди та мета-аналізи, повні статті, документи, діагностичні протоколи, нормативні звіти.

Інформаційний пошук здійснювався за ключовим словом. Критерії виключення: поодинокі випадки, тези, резюме доповідей, особисті повідомлення, а також статті та наукові публікації з описом рефератів. Під час відбору було відібрано 61 джерел для подальшого дослідження та аналізу. Для пошуку використовувалися пошукові запити «інсульт»,

«реабілітація», «віртуальна реальність», «бігова доріжка» та «робот». PubMed вибрано 48. Web of Science обрано 5. Scopus – вибрано 8 статей. 212 статей було перевірено на критерії включення та виключення. Виключено 151 статтю. Для детального аналізу оглядів було відібрано 61 статтю.

Результати і обговорення. Одним із ключових питань, які широко дискутуються в сучасній літературі, є питання оцінки ефективності нейрореабілітації. Перспективним напрямком являється використання високотехнологічних комп'ютеризованих комплексів у реабілітації, про що свідчать огляди літератури. Крім того, звичайні реабілітаційні процедури вже не повністю відповідають вимогам відновної терапії через важливість рухової функції в житті людини. Використання пристроїв з інтерфейсом «мозок-комп'ютер», тобто підготовка, яка передуює розумово виконуваним рухам, зростає[2].

Найцікавіших прогресивних методів сучасної нейрореабілітації є методи віртуальної реальності. На думку багатьох авторів, віртуальна реальність та інтерактивні технології в останні роки активно впроваджуються в нейрореабілітацію, особливо для покращення можливостей навчання та прискорення відновлення рухових функцій. Такий підхід дозволяє максимально наблизити до реальності такі ситуації, як перехід доріг, відвідування супермаркетів та інші міські середовища. Однак переваги віртуальної реальності у вирішенні постінсультних дефіцитів виходять за рамки екологічної придатності тренувань, хоча є все більше доказів у сфері рухової реабілітації. Введення ігрових елементів і миттєвого зворотного зв'язку підвищують мотивацію і сприяють частішому повторенню шаблонних рухів. Крім того, інтерактивна технологія дозволяє систематично подавати стимули та виклики в ієрархічній формі, від простих до складних залежно від результатів пацієнта. А також дозволяє користувачам брати активну участь у змодельованих діях, пропонуючи багато переваг у оцінці когнітивних функцій у пацієнтів із травмами головного мозку. Віртуальне середовище також може реалізувати додаткові стимули для збільшення обсягу представленої інформації[3].

Віртуальна реальність (від англ. virtual reality (VR)) — штучно створений за допомогою технологічних засобів світ у цифровій формі, в якому спеціальні ефекти дозволяють людині відчувати відчуття, подібні до реальних. Занурення у віртуальну реальність відбувається за допомогою таких засобів, як шоломи та окуляри, VR, проектори та рукавички з датчиками. Крім того, не тільки візуальні, звукові або тактильні стимули у вигляді перегляду відео, але також у ситуаціях, коли користувач маніпулює зображенням свого тіла, є віртуальними, використовуючи зворотний зв'язок від «аватара» або комп'ютерної віртуальної реальності, в рамках сценарію виявилися ефективними методами реабілітації пацієнтів з різними фобіями і

тривожними розладами, а також при хворобі Паркінсона вже в кінці 20 століття, хворобі Альцгеймера, розсіяному склерозі, депресії, безсонні, посттравматичному стресовому розладі у військових. Зараз ця методика використовується для нейрореабілітації після інсульту. Занепокоєння, дискомфорт і невдоволення пацієнтів від лікування також значно зменшуються, оскільки приємні ефекти занурення у віртуальну реальність відволікають увагу від болючих процедур.

У ході дослідження з'ясувалося, що найефективніше використання технології при відновленні функції ходьби та маніпулятивної функції верхніх кінцівок. Проведення тренувань у більш реалістичному середовищі виявило успішні результати у відновленні рухів і підвищенні фізичної активності у пацієнтів, які використовують VR. VR має унікальну здатність відтворювати практично будь-яке середовище та забезпечувати зворотний зв'язок, тому, на відміну від традиційної фізіотерапії, пацієнт бере активну участь у тренувальному процесі, і пацієнт не допускає жодних помилок під час виконання рухів, які можна помітити та виправити. Завдяки трьом ключовим компонентам тренування рухів (повторення стимуляції, сенсорного зворотного зв'язку та мотивації пацієнта) VR створює можливості для більш ефективного вдосконалення рухових навичок у способи, які застосовуються в житті[4].

У Швейцарії дослідники із Лозани (EPFL) розробляють нову технологію, яка використовує VR, щоб дозволити людям з ампутованими кінцівками використовувати протези кінцівок. Їхній проект полягає у використанні технології віртуальної реальності та нервової стимуляції, щоб змінити відчуття «фантомної кінцівки» людини з ампутованими кінцівками. Це означає, що пацієнт точніше відчуває протез, що полегшує його використання. Дослідження, проведене вченими EPFL, має на меті переконати людей, що протез руки належить їхньому тілу.

Технологія VR розробляється для пацієнтів із центральними руховими розладами. Це дозволяє певною мірою збалансувати декілька перешкод: м'язове зусилля, м'язову слабкість, порушення міжсуглобової координації та труднощі послідовної активації різних груп м'язів. Віртуальна реальність використовується як додатковий метод відновлення координації та точності рухів у дітей з дитячим церебральним паралічем (ДЦП). Одним із найпопулярніших методів лікування церебрального паралічу є віртуальна реабілітаційна платформа, розроблена в Сполучених Штатах, яка використовує безконтактний сенсорний ігровий контролер Microsoft Kinect і технологію захоплення руху для взаємодії людини з комп'ютером Leap Motion тощо. Virtual Rehab призначений для відновлення рухової функції кінцівок. Пропонуються ігри для відновлення різних функцій організму, підібрані індивідуально для кожного пацієнта. Розроблене на платформі Unity 3D віртуальне середовище призначене для

взаємодії з дітьми з церебральним паралічем за допомогою датчиків руху рук і пальців у реальному часі[5].

Компанія NeuroSky розробила пристрій MindWave, який можна використовувати для комбінованих записів електроенцефалографії (ЕЕГ). Це дозволяє в режимі реального часу відстежувати покращення та прогрес пацієнта в клініці, враховуючи різницю в рівнях уваги та релаксації. Доведено, що VR-терапія за допомогою датчика Microsoft Kinect значно покращує самопочуття дітей. Про це свідчать підвищення фізичної активності та прогрес у фізичній культурі. Ця технологія мотивує дітей виконувати різні вправи через ігри та дозволяє робити це вдома, демонструючи явні переваги в порівнянні з уже напрацьованими методами лікування. На думку багатьох дослідників, технологію VR можна додати до традиційної терапії як новий ігровий пристрій для когнітивної та рухової реабілітації дітей[6].

Використання електромеханічних та роботизованих пристроїв може покращити повсякденну діяльність і здатність ходити, збільшити м'язову силу, підвищити мотивацію та покращити якість життя пацієнта. Наприклад, одним із останніх досягнень у нейрореабілітації є бігова доріжка з інтегрованим персональним комп'ютером і системою підтримки з віртуальною реальністю, яка, на думку багатьох авторів, ефективна порівняно з традиційними методами відновлення. Тому такі пристрої можна використовувати як доповнення до традиційної терапії. Зрозуміло, що сфера віртуальної реальності в реабілітації рухових розладів, пов'язаних з нейропатією, повинна бути прийнята як стандартизований підхід у тісній співпраці з передовими клініцистами. У цьому контексті зростає потреба у поглиблених дослідженнях проблеми реабілітації хворих після інсульту, актуальною залишається проблема пошуку інноваційних методів і пристроїв нейрореабілітації[7].

Висновки та перспективи подальших наукових пошуків: аналіз літератури показує, що одним із найновіших методів реабілітації пацієнтів, які перенесли інсульт із руховими порушеннями, є використання електромеханічних та роботизованих пристроїв, віртуальна реальність використовується у країнах із високим рівнем прожиткового мінімуму населення та високою кваліфікацією реабілітологів. Технологія VR забезпечує оптимальні умови для фізичної реабілітації людей з руховими розладами. У той же час тактильний зворотний зв'язок сприяє відновленню сенсорних функцій, а інтерактивні ігри залучають до терапії як дітей, так і дорослих і підвищують бажання одужання. Не виключена необхідність точного і детального дослідження можливих труднощів у використанні цих методик. До кожного пацієнта слід застосовувати індивідуальний підхід з урахуванням фізичних можливостей і оцінки адекватності психічної реакції, а також контролю фізіологічних функцій при спілкуванні пацієнта з віртуальним середовищем.

Список використаних джерел:

1. Kolk, A., Saard, M., Roštšinskaja, A., Sepp, K., & Kööp, C. (2022). Power of combined modern technology: Multitouch-multiuser tabletops and virtual reality platforms (PowerVR) in social communication skills training for children with neurological disorders: A pilot study. *Applied Neuropsychology: Child*, 1-10.
2. Fluet, G. G., Roy, D., Llorens, R., Bermúdez i Badia, S., & Deutsch, J. E. (2022). Basis and Clinical Evidence of Virtual Reality-Based Rehabilitation of Sensorimotor Impairments After Stroke. In *Neurorehabilitation Technology* (pp. 429-466). Cham: Springer International Publishing.
3. Koleva, I. B., Yoshinov, B. R., Tzvetkova, N., Petrov, D., & Yoshinov, R. R. (2023). Impact of Information and Communication Technologies in the Neurorehabilitation of Traumatic Spinal Cord Injury (Clinical Case Report of Conus Medullaris syndrome). *J Clin Stud Med Case Rep*, 10(0146), 2.
4. Lyubenova, D., Dimitrova, A., Grigorova-Petrova, K., & Mitova, M. (2022). Video Games for Rehabilitation: A New Approach to Influence the Quality of Life in Practically Healthy Elderly Persons. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(B), 2498-2503.
5. Rupp, R., & Wirz, M. (2022). Implementation of Robots into Rehabilitation Programs: Meeting the Requirements and Expectations of Professional and End Users. In *Neurorehabilitation Technology* (pp. 263-288). Cham: Springer International Publishing.
6. Kubota, A., & Riek, L. D. (2022). Methods for robot behavior adaptation for cognitive neurorehabilitation. *Annual review of control, robotics, and autonomous systems*, 5, 109-135.
7. Sahibzada, A. H., & Jan, M. B. A. (2022). TECHNOLOGY AND ITS IMPACT ON PHYSICAL THERAPY. *Rehman Journal of Health Sciences*, 4(1), 1-2.