

ДЕМЕНКО Андрій

Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія Запорізької обласної ради
<https://orcid.org/0009-0003-7141-0496>
andrey.demenko16@gmail.com

БАНДУРИНА Катерина

Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія Запорізької обласної ради
<https://orcid.org/0000-0002-5684-7433>
katyabandurina79@gmail.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ОСІБ З ЧЕРЕПНО-МОЗКОВИМИ ТРАВМАМИ В УМОВАХ СТАЦІОНАРУ

У статті представлено результати дослідження ефективності авторської методики фізичної терапії для пацієнтів з черепно-мозковими травмами (ЧМТ) в умовах стаціонару. Розроблена методика базується на модульному принципі та включає три основні блоки: рухове навчання, координаційне навчання та когнітивне навчання з використанням комп'ютеризованих систем із біологічним зворотним зв'язком. Дослідження проводилось на базі Військово-медичного клінічного центру Центрального регіону міста Вінниці за участю 30 пацієнтів чоловічої статі віком 20-35 років з легким ступенем ЧМТ і дифузними аксональними пошкодженнями. Учасників було розподілено на дві групи: контрольну (стандартна програма реабілітації) та експериментальну (авторська методика). Ефективність методики оцінювалась за показниками рівня болю (ВАШ), самооцінки функціонального стану (САН), тривожності (тест Спілберга-Ханіна), м'язової сили (Індекс Мотрісайті), рівня виснаження (шкала Борга), рівноваги (шкала Берга), неврологічного статусу (NOS-TBI), візуально-просторової орієнтації (Walking Corsi Tapping) та когнітивного функціонування (Rancho Los Amigos). Результати підтвердили статистично значущу перевагу авторської методики за всіма досліджуваними параметрами, зокрема зниження рівня болю на 69,1%, покращення функціонального стану на 62,8%, зниження рівня тривожності на 40,6%, покращення рівноваги на 87,8%, зниження неврологічного дефіциту на 50,9% та підвищення якості життя на 76,1%. Запропонована методика фізичної терапії демонструє високу ефективність у відновленні рухових, координаційних та когнітивних функцій пацієнтів з ЧМТ в умовах стаціонару. Індивідуальний підхід, активні вправи та систематичні тренування допомогли знизити біль пацієнтів, покращити координацію рухів та сприяли відновленню когнітивних функцій. Результати підтверджують важливість комплексного підходу до реабілітації пацієнтів з ЧМТ, який має включати роботу як з фізичними можливостями, так і з когнітивними функціями, враховуючи специфіку травматичних уражень головного мозку та їх багатфакторний вплив на організм людини.

Ключові слова: черепно-мозкова травма, фізична терапія, реабілітація, біологічний зворотний зв'язок, стаціонарне лікування, рухове навчання, когнітивні функції, якість життя.

<https://doi.org/10.31891/pcs.2025.2.27>

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Черепно-мозкова травма (ЧМТ) є однією з багатьох причин смертності та інвалідизації осіб працездатного віку в усьому світі, та становлять дві третини всіх летальних наслідків, пов'язаних із травматизмом. За інформацією ВООЗ, щорічно реєструється близько 200 випадків ЧМТ на 10 000 населення. Згідно з епідеміологічними даними, частота ЧМТ зростає на 2% щороку протягом останніх 10-15 років [1, 2]. Особливе занепокоєння викликає стійка тенденція до зростання частоти ЧМТ у світі, що підтверджується даними Dewan та співавторів, які виявили щорічне збільшення кількості ЧМТ у глобальному масштабі [3]. У

структурі травматизму черепно-мозкові травми посідають провідне місце серед усіх видів травм та є однією з головних причин смертності й інвалідизації осіб молодого віку, як свідчать дані дослідження James та співавторів, які встановили, що ЧМТ призводить до значних втрат потенційних років життя у всьому світі [4]. Соціально-економічний тягар ЧМТ обумовлений не лише високою смертністю, але й довготривалими наслідками травм, що призводять до тимчасової або постійної втрати працездатності та значного зниження якості життя постраждалих. Комплексний характер порушень після ЧМТ, що включає рухові, когнітивні, психоемоційні та поведінкові розлади, вимагає розробки ефективних реабілітаційних стратегій з

залученням мультидисциплінарної команди фахівців.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ, В ЯКИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ДАНОЇ ПРОБЛЕМИ

Традиційні методи реабілітації, зосереджені переважно на відновленні рухових функцій, поступаються місцем комплексним підходам. Сісегопе та співавтори доводять ефективність методик, спрямованих на покращення когнітивного стану та візуально-просторової орієнтації пацієнтів [5]. Дослідження Young та співавторів [6] розкривають біофізичні механізми черепно-мозкових травм, що надає теоретичне підґрунтя для розробки цілеспрямованих терапевтичних втручань. Значний внесок у розуміння комплексного підходу до реабілітації зробили Khan та співавтори, які обґрунтували необхідність одночасного впливу на фізичні, когнітивні та психологічні аспекти відновлення [7]. Це підтверджується дослідженнями Черненка І.І., який відзначає специфічні потреби пацієнтів з бойовими черепно-мозковими травмами [8]. Росолянка Н. вказує на недостатню диференціацію сучасних підходів до фізичної терапії пацієнтів з ЧМТ, що обмежує ефективність реабілітаційних заходів [9]. Водночас, робота Кальниша В.В. та співавторів демонструє перспективність використання об'єктивних стабілографічних показників для оцінки та корекції постурального контролю у пацієнтів з наслідками ЧМТ [10]. Bramlett та Dietrich [11] підкреслюють необхідність врахування патофізіологічних механізмів травм головного мозку при розробці індивідуалізованих реабілітаційних програм, що обумовлює актуальність нашого дослідження.

3. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, ЯКИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ СТАТТЯ

Незважаючи на значний прогрес у дослідженні окремих аспектів реабілітації, залишається недостатньо вивченим питання інтеграції рухового, координаційного та когнітивного навчання в єдину методику фізичної терапії.

4. ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Мета дослідження полягала у розробці та оцінці ефективності комплексної методики фізичної терапії для осіб з черепно-мозковою травмою в умовах стаціонару, спрямованої на відновлення рухових, координаційних та когнітивних функцій.

Завдання дослідження:

1. Розробити модульну методику фізичної терапії для пацієнтів з ЧМТ в умовах стаціонару.

2. Оцінити вплив розробленої методики на больові відчуття, функціональний стан та психоемоційні показники пацієнтів.

3. Дослідити ефективність запропонованої методики щодо відновлення рівноваги та зниження неврологічного дефіциту.

4. Визначити вплив комплексних методів фізичної терапії з біологічним зворотнім зв'язком на когнітивні функції пацієнта.

5. Порівняти результативність авторської методики з традиційними підходами відновлення.

5. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБґРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Дизайн дослідження та характеристика учасників

Дослідження проводилось як рандомізоване контрольоване випробування з паралельними групами. Розмір вибірки ($n=30$) був визначений на основі попереднього розрахунку статистичної потужності 0,8 при рівні значущості $\alpha=0,05$ для виявлення клінічно значущої різниці функціональних показників між групами. Дослідження проходило на базі реабілітаційного відділення Військово-медичного клінічного центру Центрального регіону міста Вінниці в період 2023-2024 років. Реабілітаційний процес забезпечувала мультидисциплінарна команда, до складу якої входили: лікарі фізичної та реабілітаційної медицини, фізичні терапевти, ерготерапевти, терапевти мови і мовлення, психологи, психотерапевти, сестри медичні з реабілітації, асистенти фізичних терапевтів та ерготерапевтів. Відбір учасників здійснювався відповідно до чітко визначених критеріїв.

Критерії включення пацієнтів до дослідження: вік від 20 до 35 років (молодий вік); наявність встановленого діагнозу ЧМТ легкого ступеня (13-15 балів за шкалою Глазго); період реабілітації: підгострий та хронічний (від 2 до 4 місяців після травми); наявність помірних нейроповедінкових порушень; дифузний характер ураження головного мозку. Критерії виключення: наявність проникаючої травми голови; вогнищеві ураження з авульсією черепних нервів; наявність обширних внутрішньочерепних гематом; нестабільний соматичний стан; декомпенсація хронічних захворювань; активні інфекційні процеси.

Первинне обстеження пройшли 47 пацієнтів, з яких для участі у дослідженні було відібрано 30 осіб, що відповідали всім критеріям включення. Методом простої рандомізації (генерація випадкових чисел) учасники були розподілені на дві рівні групи по 15 осіб. Контрольна група (КГ) – отримувала стандартну програму реабілітації. Експериментальна група (ЕГ) – проходила реабілітацію за авторською методикою. Групи не мали статистично значущих відмінностей за віком (ЕГ: 27,2±4,3 років; КГ: 28,1±3,9 років; $p=0,532$), тривалістю періоду після травми (ЕГ: 2,8±0,7 місяця; КГ: 2,6±0,8 місяця; $p=0,487$) та початковими показниками неврологічного дефіциту за шкалою NOS-TBI (ЕГ: 33,2±3,3; КГ: 32,8±3,6; $p=0,896$). Дослідження проводилось з дотриманням принципів Гельсінської декларації. Усі учасники були детально проінформовані про мету, методи, потенційні ризики та переваги дослідження, після чого підписали інформовану згоду на участь.

Методи дослідження

Для всебічного вивчення ефективності фізичної терапії у пацієнтів з черепно-мозковими травмами було застосовано комплекс методів дослідження, який викладено нижче.

Клінічні методи оцінки: неврологічний статус – оцінювався за допомогою шкали NOS-TBI (Neurological Outcome Scale for Traumatic Brain Injury [12]; постуральний баланс – вимірювався за шкалою Берга (Berg Balance Scale, BBS) [13]; рівень суб'єктивного сприйняття навантаження – оцінювався за модифікованою шкалою Борга; когнітивний стан – визначався за шкалою Rancho Los Amigos; візуально-просторова орієнтація –

оцінювалась за допомогою тесту Walking Corsi Tapping [14]; рівень болю – визначався за Візуальною аналоговою шкалою (ВАШ).

Психологічні методи оцінки: самооцінка функціонального стану – за опитувальником САН (самопочуття, активність, настрої); рівень ситуативної тривожності – за тестом Спілберга-Ханіна; якість життя – оцінювалась за допомогою специфічного для ЧМТ опитувальника QOLIBRI (Quality of Life after Brain Injury [15].

Функціональні методи оцінки: м'язова сила – визначалась за Індексом Мотрісайті, який дозволяє оцінити силу різних груп м'язів нижньої кінцівки (дорсофлексія, випрямлення колінного суглоба, флексія стегна); динамометрія з використанням цифрового динамометра; постурографія – проводилась з використанням комп'ютеризованого стабілізаційного вимірювального комплексу Стабілан-01-2 для об'єктивної оцінки здатності пацієнта підтримувати рівновагу в статичному та динамічному режимах.

Методи математичної статистики: статистичний аналіз проводився з використанням програмного забезпечення SPSS Statistics 25.0. Нормальність розподілу даних перевірялась за критерієм Шапіро-Уїлка. Для порівняння незалежних груп використовувався U-критерій Манна-Уїтні, для порівняння показників до та після реабілітації в межах однієї групи – критерій Вілкоксона. Статистична значущість приймалась при $p<0,05$ (значуща) та $p<0,01$ (високо значуща). Рівень клінічної значущості для функціональних показників визначався згідно з мінімальними клінічно важливими змінами (MCID), встановленими для кожної шкали. Для шкали Берга клінічно значущою вважалась зміна ≥ 8 балів, для ВАШ – ≥ 2 балів, для QOLIBRI – $\geq 15\%$.

Методика фізичної терапії

Розроблена методика фізичної терапії ґрунтується на комплексному підході до відновлення пацієнтів з ЧМТ з урахуванням сучасних концепцій нейропластичності та моторного навчання, описаних у роботі Калінкіна К. Л. [16]. В основу методики покладено інтеграцію трьох функціональних блоків, спрямованих на відновлення різних аспектів функціонування пацієнта:

Блок I: Рухове навчання

Мета: відновлення рухового контролю, корекція патерну ходи, підвищення фізичної активності та витривалості.

Спосіб реалізації: діагностично-вимірjувальний етап з використанням комп'ютеризованого стабілізаційного комплексу Стабілан-01-2 для об'єктивної оцінки розподілу навантаження на нижні кінцівки; прогресивне тренування з використанням реабілітаційної системи Pablo та комплексу Тумо, що дозволяють коригувати амплітуду, напрямок та інтенсивність рухів; вправи для розвитку сили з поступовим збільшенням навантаження від 10-14 повторень на 2-4 підходи до 15-20 повторень на 3-4 підходи; циклічні вправи для розвитку витривалості (20-25 повторень на 4-5 підходів).

Блок II: Координаційне навчання

Мета: відновлення балансу, зниження ризику падіння, покращення контролю рухів.

Спосіб реалізації: статичні тренування на стабілоплатформі з використанням візуального біологічного зворотного зв'язку; динамічні тренування з поступовим розширенням діапазону рухів; комп'ютеризовані ігрові завдання зі зростаючим рівнем складності для тренування постурального контролю.

Блок III: Когнітивне навчання

Мета: відновлення когнітивних функцій, покращення запам'ятовування та концентрації уваги.

Спосіб реалізації: комп'ютеризовані ігрові завдання з когнітивним компонентом, що вимагають візуально-просторової орієнтації; завдання з аудіо-візуальним зворотним зв'язком для тренування уваги та швидкості реакції; прогресивне збільшення складності когнітивних завдань.

Усі блоки фізичної терапії супроводжувалися дихальними вправами для регулювання рівня втоми та самоконтролю пацієнтів. Фізична терапія проводилась індивідуально, 5 разів на тиждень, тривалістю 35-45 хвилин протягом 4 тижнів. Інтенсивність навантаження контролювалась за показниками ЧСС, АТ, ЧД та суб'єктивними відчуттями пацієнта за шкалою Борга.

Принциповою відмінністю авторської методики від стандартної програми реабілітації є:

1. Систематична інтеграція рухового, координаційного та когнітивного навчання.

2. Використання біологічного зворотного зв'язку для підвищення ефективності тренувань.

3. Застосування комп'ютеризованих ігрових завдань, що підвищують мотивацію пацієнтів.

4. Індивідуалізація програми з урахуванням результатів об'єктивного інструментального моніторингу.

5. Залучення рідних/опікунів до процесу реабілітації для забезпечення додаткових тренувань у другій половині дня.

Для оцінки ефективності розробленої методики фізичної терапії було проведено порівняльний аналіз динаміки функціональних показників пацієнтів контрольної та експериментальної груп. Результати дослідження показали статистично значущі відмінності між групами за всіма досліджуваними параметрами.

Динаміка рівня болю та функціонального стану

Оцінка інтенсивності болю за шкалою ВАШ свідчать про зниження рівня больових відчуттів у пацієнтів обох груп, але з різною інтенсивністю. Аналіз результатів показав, що в контрольній групі рівень болю знизився на 37,3% (з $6,7 \pm 0,9$ до $4,2 \pm 0,7$), тоді як в експериментальній групі зниження становило 69,1% (з $6,8 \pm 0,8$ до $2,1 \pm 0,6$). Різниця між групами після курсу реабілітації була статистично значущою ($p < 0,01$) і клінічно значущою (> 2 балів за шкалою ВАШ).

Дослідження самооцінки функціонального стану за опитувальником САН виявило суттєві позитивні зміни в обох групах, але з вираженою перевагою в експериментальній групі. Показники самооцінки функціонального стану в контрольній групі зросли на 39,2% (з $25,5 \pm 4,5$ до $35,5 \pm 4,0$), що відповідає середній оцінці самопочуття. В експериментальній групі спостерігалось підвищення на 62,8% (з $25,8 \pm 4,2$ до $42,0 \pm 3,8$), що свідчить про середньо-високий рівень самопочуття. Різниця між групами була статистично значущою ($p < 0,05$).

Динаміка психоемоційного стану і якості життя

Результати оцінки рівня ситуативної тривожності за тестом Спілберга-Ханіна представлені в таблиці. В обох групах

спостерігалось значне зниження рівня ситуативної тривожності: в контрольній – на 34,3% (з $48,1 \pm 3,9$ до $31,6 \pm 6,4$), в експериментальній – на 40,6% (з $47,5 \pm 4,2$ до $28,2 \pm 5,8$). Хоча в експериментальній групі спостерігалася більша позитивна динаміка, статистично значущих відмінностей між групами не виявлено ($p > 0,05$).

Важливим критерієм ефективності фізичної реабілітації є вплив на якість життя пацієнтів. У дослідженні використовувався спеціалізований опитувальник QOLIBRI (Quality of Life after Brain Injury), адаптований для української популяції. Аналіз результатів демонструє значне покращення всіх аспектів якості життя у пацієнтів обох груп, проте з вираженою перевагою в експериментальній групі. Загальний показник QOLIBRI в контрольній групі підвищився на 43,8% (з $38,4 \pm 7,7$ до $55,2 \pm 8,5$), тоді як в експериментальній групі – на 76,1% (з $38,5 \pm 7,5$ до $67,8 \pm 7,3$). Різниця у прирості між групами становила 32,3 відсоткових пункти на користь експериментальної групи ($p < 0,01$). Найбільш виражені позитивні зміни в експериментальній групі спостерігались у доменах «Повсякденна активність» (+92,0%) та «Емоційний стан» (+89,3%), що свідчить про комплексний вплив розробленої програми реабілітації.

Динаміка рухової функції

Оцінка рухової функції нижніх кінцівок за Індексом Мотрісайті в експериментальній групі продемонструвала значне покращення рухових можливостей. Початковий стан пацієнтів експериментальної групи характеризувався значним обмеженням рухової функції нижніх кінцівок з сумарним показником $38,2 \pm 6,5$ балів (із 100 можливих). Найбільше обмеження спостерігалось у функції випрямлення колінного суглоба ($10,0 \pm 2,8$ балів). Після проведення курсу фізичної реабілітації відзначено суттєве покращення всіх досліджуваних показників: функція дорсальних згиначів стопи зросла на 65,0%, функція чотириголового м'яза стегна – на 75,0%, функція згиначів стегна – на 60,0%. Сумарний показник збільшився на 65,8% і досяг $63,3 \pm 8,5$ балів ($p < 0,01$), що свідчить про суттєве відновлення рухової функції нижніх кінцівок.

Динаміка рівня виснаження та рівноваги

Важливими показниками функціонального стану пацієнтів є рівень виснаження при фізичному навантаженні та статичний і динамічний баланс. Рівень виснаження за шкалою Борга знизився в контрольній групі на 21,4% (з $4,2 \pm 1,3$ до $3,3 \pm 0,9$ балів), в експериментальній – на 41,9% (з $4,3 \pm 1,4$ до $2,5 \pm 0,8$ балів). Різниця між групами була статистично значущою ($p < 0,01$).

Показники рівноваги Берга зросли в контрольній групі на 68,4% (з $19,3 \pm 1,9$ до $32,5 \pm 2,6$ балів), що відповідає середньому ризику падіння. В експериментальній групі покращення склало 87,8% (з $18,9 \pm 1,6$ до $35,5 \pm 2,8$ балів), що свідчить про значне зниження ризику падіння. Зміна показників у обох групах є клінічно значущою (> 8 балів), при цьому різниця між групами після проведення втручань залишається статистично значущою ($p < 0,01$).

Динаміка неврологічного статусу та когнітивних функцій

Неврологічний статус за шкалою NOS-TBI покращився в контрольній групі на 25,3% (з $32,8 \pm 3,6$ до $24,5 \pm 3,2$ балів), в експериментальній – на 50,9% (з $33,2 \pm 3,3$ до $16 \pm 2,4$ балів). Різниця між групами становила 25,6 відсоткових пункти на користь експериментальної групи ($p < 0,01$).

Когнітивне функціонування за шалою Rancho Los Amigos на початку дослідження відповідало рівню 5 (збентежена, неадекватна поведінка) в обох групах. На кінець дослідження в контрольній групі показник підвищився до $6,8 \pm 0,7$ (приріст 30,8%), що відповідає переходу до рівня 7 (автоматична, відповідна поведінка). В експериментальній групі кінцевий показник досяг $8,3 \pm 0,5$ (приріст 62,7%), що свідчить про досягнення рівня 8 (цілеспрямована, відповідна поведінка з доброю здатністю до навчання). Різниця між групами була статистично значущою ($p < 0,01$).

Динаміка візуально-просторової орієнтації

Перед початком реабілітаційного курсу обидві групи демонстрували знижені показники просторового орієнтування (контрольна – $4,2 \pm 0,8$ блоків, експериментальна – $4,3 \pm 0,7$ блоків) порівняно з нормативними значеннями для здорових дорослих (7-9 блоків). Після проведення реабілітаційних втручань показники

підвищились у контрольній групі на 26,2% (до $5,3 \pm 0,9$ блоків), в експериментальній – на 58,1% (до $6,8 \pm 1,1$ блоків). Різниця між групами була статистично значущою ($p < 0,05$).

Проведений кореляційний аналіз виявив помірну позитивну кореляцію між покращенням показників візуально-просторової орієнтації та рівноваги за шкалою Берга ($r = 0,62$, $p < 0,01$), а також між покращенням візуально-просторової орієнтації та зниженням неврологічного дефіциту за шкалою NOS-TBI ($r = 0,58$, $p < 0,01$). Це підтверджує взаємозв'язок між когнітивними та сенсомоторними функціями у пацієнтів з ЧМТ і свідчить про ефективність комплексного підходу до реабілітації.

Загалом, аналіз результатів дослідження демонструє статистично значущу перевагу авторської методики взаємодії з пацієнтом, порівняно зі стандартною програмою реабілітації за всіма досліджуваними параметрами. Найбільш виражені відмінності між групами спостерігались у показниках самооцінки функціонального стану (різниця 38,5 відсоткових пунктів), якості життя (різниця 32,3 відсоткових пункти), когнітивного функціонування (різниця 25,6 відсоткових пунктів) та рівноваги (різниця 20,5 відсоткових пунктів). Це підтверджує ефективність інтегрованого підходу до фізичної реабілітації пацієнтів з ЧМТ, який поєднує рухове, координаційне та когнітивне навчання.

Обговорення

Результати проведеного дослідження демонструють високу ефективність розробленої авторської методики фізичної терапії для пацієнтів з черепно-мозковими травмами в умовах стаціонару. Комплексний підхід, що інтегрує рухове, координаційне та когнітивне навчання з використанням сучасних комп'ютеризованих систем з біологічним зворотним зв'язком, дозволив досягти статистично та клінічно значущих покращень за всіма досліджуваними показниками. Порівняльний аналіз результатів контрольної та експериментальної груп виявив суттєві переваги авторської методики в таких ключових аспектах:

1. Зниження болю та покращення функціонального стану. Таке значне покращення можна пояснити комплексним

впливом авторської методики, яка одночасно спрямована на відновлення рухових функцій, постурального контролю та когнітивних процесів. Ці результати узгоджуються з дослідженнями Khan та співавторів, які підкреслюють важливість комплексного підходу до реабілітації пацієнтів з ЧМТ [7].

2. Відновлення рухової функції та рівноваги. Застосування комп'ютеризованих систем з біологічним зворотним зв'язком дозволило оптимізувати процес моторного навчання шляхом надання пацієнтам об'єктивної інформації про їхні рухи та постуральний контроль. Ці результати підтверджують дані досліджень Кальниш В. В. та співавторів щодо ефективності використання стабілографічних показників для оцінки та корекції постурального контролю у пацієнтів з наслідками ЧМТ [10].

3. Покращення когнітивних функцій та візуально-просторової орієнтації. Відносно високий приріст показників когнітивного функціонування та візуально-просторової орієнтації демонструє ефективність інтеграції когнітивного навчання в програму фізичної реабілітації. Виявлена помірна кореляція між покращенням когнітивних і сенсомоторних функцій підтверджує їх взаємозв'язок та обґрунтовує необхідність комплексного підходу до реабілітації.

4. Підвищення якості життя. Загальний показник QOLIBRI в експериментальній групі значно перевищив відповідні зміни у контрольній, що демонструє суттєвий позитивний вплив авторської методики на всі аспекти життя пацієнтів: когнітивні функції, самосприйняття, повсякденну активність, соціальні відносини та емоційний стан. Ці результати узгоджуються з даними систематичного огляду Polinder та співавторів, які відзначають, що індивідуалізовані програми фізичної терапії мають більш значний вплив на якість життя пацієнтів з ЧМТ порівняно зі стандартними протоколами [17].

Особлива увага в розробленій методиці приділялася мотиваційному компоненту реабілітації.

Використання комп'ютеризованих ігрових завдань з аудіо-візуальним зворотним зв'язком дозволило підвищити зацікавленість пацієнтів у виконанні вправ та забезпечити їх активну участь у реабілітаційному процесі, що, на думку Gamito та співавторів, є важливим

фактором успішної реабілітації [18]. Варто також відзначити, що методика фізичної терапії передбачала залучення родичів/опікунів до реабілітаційного процесу, що забезпечувало додаткові тренування у другій половині дня та сприяло закріпленню набутих навичок. Це узгоджується з даними Черненко І. І., який підкреслює важливість соціальної підтримки у реабілітації пацієнтів з ЧМТ [8].

Проведене дослідження має певні обмеження: обмежена вибірка (молоді чоловіки 20-35 років з легким ступенем ЧМТ); недостатня тривалість спостереження (4 тижні) для оцінки довготривалих ефектів; стаціонарні умови проведення реабілітації; вплив супутніх факторів (медикаментозна терапія, психологічна підтримка, соціальне середовище).

6. ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМКУ

Проведене дослідження підтвердило ефективність авторської методики фізичної терапії для пацієнтів з черепно-мозковими травмами в умовах стаціонару, яка базується на модульному принципі та включає рухове, координаційне та когнітивне навчання з використанням комп'ютеризованих систем з біологічним зворотним зв'язком.

2. У пацієнтів експериментальної групи, порівняно з контрольною, спостерігалися статистично значущі покращення ($p < 0,05$) за всіма досліджуваними показниками, зокрема: зниження рівня болю за шкалою ВАШ (69,1% проти 37,3%), покращення функціонального стану за опитувальником САН (62,8% проти

39,2%), зниження рівня тривожності за тестом Спілберга-Ханіна (40,6% проти 34,3%), зниження рівня виснаження за шкалою Борга (41,9% проти 21,4%), покращення рівня рівноваги за шкалою Берга (87,8% проти 68,4%), зниження неврологічного дефіциту за шкалою NOS-TBI (50,9% проти 25,3%), покращення візуально-просторової орієнтації за тестом Walking Corsi Tapping (58,1% проти 26,2%), позитивна динаміка когнітивного функціонування за шкалою Rancho Los Amigos (62,7% проти 30,8%) та підвищення якості життя за опитувальником QOLIBRI (76,1% проти 43,8%).

3. Найбільш виражені позитивні зміни в експериментальній групі спостерігалися у показниках функціонального стану, рухової функції нижніх кінцівок, рівноваги та когнітивного функціонування, що свідчить про ефективність комплексного підходу до реабілітації пацієнтів з ЧМТ.

Перспективи подальших досліджень:

- вивчення ефективності методики для інших категорій пацієнтів (жінки, люди старшого віку, пацієнти з середнім/важким ступенем ЧМТ);
- проведення катамнестичних досліджень через 6-12 місяців;
- адаптація програми для амбулаторних умов та домашнього використання з елементами телереабілітації;
- дослідження впливу на психоемоційний стан за даними Cantor та співавторів [19];
- вивчення нейрофізіологічних механізмів впливу методики на процеси нейропластичності, як рекомендують Dall'Acqua та співавтори [20].

Література

1. Педаченко Є. Г., Шлапак І. П., Гук А. П., Пилипенко М. М. Черепно-мозкова травма: сучасні принципи невідкладної допомоги, стандарти діагностики та лікування. Гострі та невідкладні стани. 2010. № 1(20). URL: <https://urgent.com.ua/ua/archive/2010/1%2820%29/article-305/cherepno-mozkova-travma-suchasni-principi-nevidkladnoyi-dopomogi-standarti-diagnostiki-ta-likuvannya> (дата звернення: 09.10.2023).
2. Maas A. I., Stocchetti N., Bullock R. Moderate and severe traumatic brain injury in adults. The Lancet Neurology. 2008. Vol. 7, №8. P. 728-741. URL: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(08\)70164-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(08)70164-9) (дата звернення: 09.10.2023).
3. Dewan M. C., Rattani A., Gupta S., et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. Journal of Neurosurgery. 2018. Vol. 130, № 4. P. 1080-1097. URL: <https://doi.org/10.3171/2017.10.JNS17352> (дата звернення: 14.10.2023).
4. James S.L., Spencer L., et al. Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. The Lancet Neurology. 2019. Vol. 18, № 1. P. 56-87. URL: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30415-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30415-0) (дата звернення: 11.10.2023).
5. Cicerone K.D., Goldin Y., Ganci K., et al. Evidence-Based Cognitive Rehabilitation: Systematic Review of the Literature From 2009 Through 2014. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2019. Vol. 100, No. 8. P. 1515-1533. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.02.011> (дата звернення: 29.10.2023).

6. Young L. A., Rule G. T., Bocchieri R. T., Burns J. M. Biophysical mechanisms of traumatic brain injuries. *Seminars in Neurology*. 2015. Vol. 35, No. 1. P. 5-11. URL: <https://doi.org/10.1055/s-0035-1544242> (дата звернення: 29.10.2023).
7. Khan F., Baguley I. J., Cameron I. D. Rehabilitation after traumatic brain injury. *Medical Journal of Australia*. 2003. Vol. 178, № 6. P. 290-295. URL: <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2003.tb05199.x> (дата звернення: 29.10.2023).
8. Черненко І. І. Особливості реабілітації хворих після бойової черепно-мозкової травми. *Психіатрія, неврологія та медична психологія*. Харків, 2022. № 20. С. 19-24. URL: <https://doi.org/10.26565/2312-5675-2022-20-03> (дата звернення: 17.11.2023).
9. Росолянка Н. Сучасний стан застосування засобів та методів фізичної реабілітації осіб з черепно-мозковою травмою. *Спортивна наука України*. Львів, 2016. № 5. С. 46-49. URL: <http://sports-science.ldufk.edu.ua/index.php/snu/article/view/453> (дата звернення: 17.11.2023).
10. Кальниш В. В., Швець А. В., Горолук Д. О. Клініко-функціональні особливості відновлення здоров'я у осіб з наслідками черепно-мозкової травми після перебування в зоні бойових дій за показниками стабілографічного дослідження. *Український журнал з проблем медицини праці*. 2018. № 3. С. 46-54. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ujpmmp_2018_3_5 (дата звернення: 17.11.2023).
11. Bramlett H. M., Dietrich W. D. Pathophysiology of cerebral ischemia and brain trauma: similarities and differences. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2004. Vol. 24, № 2. P. 133-150. URL: <https://doi.org/10.1097/01.WCB.0000111614.19196.04> (дата звернення: 20.10.2023).
12. McCauley S. R., Wilde E. A., Kelly T. M. et al. The Neurological Outcome Scale for Traumatic Brain Injury (NOS-TBI): II. Reliability and Convergent Validity. *Journal of Neurotrauma*. 2010. Vol. 27, № 6. P. 991-997. URL: <https://doi.org/10.1089/neu.2009.1195> (дата звернення: 23.10.2023).
13. Downs S., Marquez J., Chiarelli P. The Berg Balance Scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 2013. Vol. 59, № 2. P. 93-99. URL: [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70161-9](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70161-9) (дата звернення: 23.10.2023).
14. Piccardi L., Iaria G., Ricci M., Bianchini F., Zompanti L., Guariglia C. Walking in the Corsi test: which type of memory do you need? *Neuroscience Letters*. 2008. Vol. 432, № 2. P. 127-131. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.12.044> (дата звернення: 19.01.2024).
15. von Steinbüchel N., Wilson L., Gibbons H. et al. Quality of Life after Brain Injury (QOLIBRI): scale validity and correlates of quality of life. *Journal of Neurotrauma*. 2010. Vol. 27, № 7. P. 1157-1165. URL: <https://doi.org/10.1089/neu.2009.1077> (дата звернення: 11.03.2024).
16. Калінкін К. Л. Фізична реабілітація осіб з травматичною хворобою головного мозку: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.33 / Національний університет фізичного виховання і спорту України. Київ, 2018. 225 с. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0419U002438> (дата звернення: 19.10.2023).
17. Polinder S., Haagsma J. A., van Klaveren D., Steyerberg E. W., van Beeck E. F. Health-related quality of life after TBI: a systematic review of the literature. *Population Health Metrics*. 2015. Vol. 13, Article 4. URL: <https://doi.org/10.1186/s12963-015-0037-1> (дата звернення: 09.12.2023).
18. Gamito P., Oliveira J., Coelho C., Morais D., Lopes P., Pacheco J., Brito R., Soares F., Santos N., Barata A.F. Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games. *Disability and Rehabilitation*. 2017. Vol. 39, № 4. P. 385-388. URL: <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.934925> (дата звернення: 27.10.2023).
19. Cantor J., Ashman T., Dams-O'Connor K., et al. Evaluation of the short-term executive plus intervention for executive dysfunction after traumatic brain injury: a randomized controlled trial with minimization. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014. Vol. 95, № 1. P. 1-9. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.08.005> (дата звернення: 10.12.2023).
20. Dall'Acqua P., Johannes S., Mica L., et al. Functional and Structural Network Recovery after Mild Traumatic Brain Injury: A 1-Year Longitudinal Study. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2017. Vol. 11. P. 280. URL: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00280> (дата звернення: 27.01.2024).

References

1. Pedachenko YeH, Shlapak IP, Huk AP, Pylypenko MM. Craniocerebral trauma: modern principles of emergency care. Kyiv: VARTA; 2007. 312 p. Ukrainian. URL: <https://urgent.com.ua/ua/archive/2010/1/%2820%29/article-305/cherepno-mozkova-travma-suchasni-principi-nevidkladnoyi-dopomogi-standarti-dagnostiki-ta-likuvannya> (accessed: 09.10.2023).
2. Maas AI, Stocchetti N, Bullock R. Moderate and severe traumatic brain injury in adults. *The Lancet Neurology*. 2008;7(8):728-741. URL: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(08\)70164-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(08)70164-9) (accessed: 09.10.2023).
3. Dewan MC, Rattani A, Gupta S, Baticulon RE, Hung YC, Punchak M, et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *Journal of Neurosurgery*. 2018;130(4):1080-1097. URL: <https://doi.org/10.3171/2017.10.JNS17352> (accessed: 14.10.2023).
4. James SL, Spencer L, et al. Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*. 2019;18(1):56-87. URL: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30415-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30415-0) (accessed: 11.10.2023).
5. Cicerone KD, Goldin Y, Ganci K, Rosenbaum A, Wethe JV, Langenbahn DM, et al. Evidence-Based Cognitive Rehabilitation: Systematic Review of the Literature From 2009 Through 2014. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2019;100(8):1515-1533. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.02.011> (accessed: 29.10.2023).
6. Young LA, Rule GT, Bocchieri RT, Burns JM. Biophysical mechanisms of traumatic brain injuries. *Seminars in Neurology*. 2015;35(1):5-11. URL: <https://doi.org/10.1055/s-0035-1544242> (accessed: 29.10.2023).

7. Khan F, Baguley IJ, Cameron ID. Rehabilitation after traumatic brain injury. *Medical Journal of Australia*. 2003;178(6):290-295. URL: <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2003.tb05199.x> (accessed: 29.10.2023).
8. Chernenko II. Features of rehabilitation of patients after combat traumatic brain injury. *Psychiatry, Neurology and Medical Psychology*. 2022;(20):19-24. URL: <https://doi.org/10.26565/2312-5675-2022-20-03> (accessed: 17.11.2023). Ukrainian.
9. Rosolianka N. Current state of application of means and methods of physical rehabilitation of persons with traumatic brain injury. *Sports Science of Ukraine*. 2016;(5):46-49. URL: <http://sportscience.ldufk.edu.ua/index.php/snu/article/view/453> (accessed: 17.11.2023). Ukrainian.
10. Kalnysh VV, Shvets AV, Horoliuk DO. Clinical and functional features of health recovery in persons with the consequences of traumatic brain injury after staying in the combat zone according to stabilographic research indicators. *Ukrainian Journal of Occupational Health*. 2018;(3):46-54. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ujpmmp_2018_3_5 (accessed: 17.11.2023).
11. Bramlett HM, Dietrich WD. Pathophysiology of cerebral ischemia and brain trauma: similarities and differences. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2004;24(2):133-150. URL: <https://doi.org/10.1097/01.WCB.0000111614.19196.04> (accessed: 20.10.2023).
12. McCauley SR, Wilde EA, Kelly TM, Weyand AM, Yallampalli R, Waldron EJ, et al. The Neurological Outcome Scale for Traumatic Brain Injury (NOS-TBI): II. Reliability and Convergent Validity. *Journal of Neurotrauma*. 2010;27(6):991-997. URL: <https://doi.org/10.1089/neu.2009.1195> (accessed: 23.10.2023).
13. Downs S, Marquez J, Chiarelli P. The Berg Balance Scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 2013;59(2):93-99. URL: [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70161-9](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70161-9) (accessed: 23.10.2023).
14. Piccardi L, Iaria G, Ricci M, Bianchini F, Zompanti L, Guariglia C. Walking in the Corsi test: which type of memory do you need? *Neuroscience Letters*. 2008;432(2):127-131. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.12.044> (accessed: 19.01.2024).
15. von Steinbüchel N, Wilson L, Gibbons H, Hawthorne G, Höfer S, Schmidt S, et al. Quality of Life after Brain Injury (QOLIBRI): scale validity and correlates of quality of life. *Journal of Neurotrauma*. 2010;27(7):1157-1165. URL: <https://doi.org/10.1089/neu.2009.1077> (accessed: 11.03.2024).
16. Kalinkin KL. Physical rehabilitation of persons with traumatic brain disease [dissertation]. Kyiv: Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education; 2018. 225 p. URL: <https://uacademic.info/ua/document/0419U002438> (accessed: 19.10.2023). Ukrainian.
17. Polinder S, Haagsma JA, van Klaveren D, Steyerberg EW, van Beeck EF. Health-related quality of life after TBI: a systematic review of the literature. *Population Health Metrics*. 2015;13:4. URL: <https://doi.org/10.1186/s12963-015-0037-1> (accessed: 09.12.2023).
18. Gamito P, Oliveira J, Coelho C, Morais D, Lopes P, Pacheco J, et al. Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games. *Disability and Rehabilitation*. 2017;39(4):385-388. URL: <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.934925> (accessed: 27.10.2023).
19. Cantor J, Ashman T, Dams-O'Connor K, et al. Evaluation of the short-term executive plus intervention for executive dysfunction after traumatic brain injury: a randomized controlled trial with minimization. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(1):1-9. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.08.005> (accessed: 10.12.2023).
20. Dall'Acqua P, Johannes S, Mica L, et al. Functional and structural network recovery after mild traumatic brain injury: a 1-year longitudinal study. *Front Hum Neurosci*. 2017;11:280. URL: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00280> (accessed: 27.01.2024).

Abstract

DEMENKO Andrii, BANDURINA Kateryna

Khortytsia National Educational and Rehabilitational Academy

EFFECTIVENESS OF PHYSICAL THERAPY FOR PERSONS WITH TRAUMATIC BRAIN INJURIES IN INPATIENT SETTINGS

The article presents the results of a study on the effectiveness of an author's methodology of physical therapy for patients with traumatic brain injuries (TBI) in inpatient settings. The developed methodology is based on a modular principle and includes three main blocks: motor learning, coordination training, and cognitive learning using computerized systems with biofeedback. The study was conducted at the Military Medical Clinical Center of the Central Region in Vinnytsia, involving 30 male patients aged 20-35 years with mild TBI and diffuse axonal injuries. Participants were divided into two groups: control (standard rehabilitation program) and experimental (author's methodology). The effectiveness of the methodology was assessed by indicators of pain level (VAS), self-assessment of functional state (WAM), anxiety (Spielberg-Khanin test), muscle strength (Motricity Index), fatigue level (Borg scale), balance (Berg scale), neurological status (NOS-TBI), visual-spatial orientation (Walking Corsi Tapping), and cognitive functioning (Rancho Los Amigos). The results confirmed a statistically significant advantage of the author's methodology in all studied parameters, including a 69,1% reduction in pain level, 62,8% improvement in functional state, 40,6% reduction in anxiety, 87,8% improvement in balance, 50,9% reduction in neurological deficit, and 76,1% increase in quality of life. The proposed physical therapy methodology demonstrates high effectiveness in restoring motor, coordination, and cognitive functions of patients with TBI in inpatient settings. The individualized approach, active exercises, and systematic training helped reduce patients' pain,

improve movement coordination, and contributed to the restoration of cognitive functions. The results confirm the importance of an integrated approach to the rehabilitation of patients with TBI, which should include work on both physical capabilities and cognitive functions, considering the specifics of traumatic brain lesions and their multifactorial impact on the human body.

Keywords: traumatic brain injury, physical therapy, rehabilitation, biofeedback, inpatient treatment, motor learning, cognitive functions, quality of life.

Стаття надійшла до редакції / Received 18.05.2025

Прийнята до друку / Accepted 17.06.2025