

УДК 616.831-001.45-089.843-057.36:616.717.5-089.843-06:615.825

DOI <https://doi.org/10.32782/health-2025.3.26>

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ ХОДИ ТА ДИНАМІЧНОЇ РІВНОВАГИ ПОРАНЕНИХ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З НАСЛІДКАМИ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВОЇ ТРАВМИ ТА ТРАНСТІБІАЛЬНОЮ АМПУТАЦІЄЮ ЯК ПОКАЗНИК ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОГРАМИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ

Мокров Кирило Олександрович,
аспірант кафедри фізичної терапії, ерготерапії
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
ORCID: 0009-0009-0895-7361

Лісовський Роман Романович,
аспірант кафедри фізичної терапії, ерготерапії
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
ORCID: 0009-0000-2726-7109

Макарчук Едуард Олегович,
аспірант кафедри терапії, реабілітації та морфології
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
ORCID: 0009-0006-1922-5842

Шиманський Богдан Романович,
аспірант кафедри терапії, реабілітації та морфології
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
ORCID: 0009-0002-3996-5400

Мета. Визначити ефективність розробленої комплексної програми фізичної терапії за параметрами ходи та пов'язаних з нею активностей у поранених військовослужбовців із наслідками легкої черепно-мозкової травми та транстібіальною ампутацією під час етапу первинного протезування.

Матеріали та методи. Обстежено 94 чоловіки: контрольна група (КГ, $n = 32$) без виражених скелетно-м'язових порушень; експериментальна група (ЕГ, $n = 62$) із транстібіальною ампутацією та наслідками черепно-мозкової травми, рандомізована на ЕГ1 ($n = 32$; стандартна 8-тижнева програма адаптації до тимчасового протеза) та ЕГ2 ($n = 30$; 8-тижнева індивідуалізована програма з урахуванням неврологічного й ортопедичного статусу, поєднання тренувань рівноваги з біологічним зворотним зв'язком, силових, гнучкості, ходи в ускладнених умовах; 4 тижні стаціонар + 4 тижні під дистанційним наглядом). Оцінювання: Functional Gait Assessment (FGA), Locomotor Capabilities Index-5, 6-хвилинний тест ходьби (дистанція, втома за Боргом).

Результати. Порівняно з контрольною групою, поранені демонстрували виражений дефіцит ходи й динамічної рівноваги. Після втручання в експериментальній групі 1 сумарний Functional Gait Assessment зріс на 18,9%, тоді як в експериментальній групі 2 – майже на 50% ($p < 0,05$), з найбільшими приростами в координаційно складних завданнях, як-от: вузька площа опори (93,5%), переступання перешкоди (80,7%), зміна швидкості (58,2%), рух задом наперед (68,2%), сходи (48,5%). За Locomotor Capabilities Index-5 обидві групи покращили побутову мобільність, проте експериментальна група 2 стабільно переважала за величиною ефекту: підйом/спуск на кілька сходинок без поручнів (136,4/144,4%), подолання бордюру (101,7%), ходьба в негоду (109,9%), по нерівній місцевості (101,3%) (усі $p < 0,05$). Під час виконання 6-хвилинного тесту дистанція зросла на 24,9% (ЕГ1) та 30,4% (ЕГ2), тоді як втома зменшилася на 14,0 і 33,2% відповідно ($p < 0,05$), що свідчить про підвищення витривалості та зниження енергетичної вартості ходи.

Висновки. Розроблена індивідуалізована програма фізичної терапії забезпечує суттєво кращі результати, ніж стандартна: достовірне підвищення показників ходи, динамічної рівноваги та функціональної самостійності, виражені прирости в завданнях з високими вимогами до сенсомоторного контролю та вагомі покращення в шестихвилинному тесті. Доцільним є впровадження програми у стандарти первинного протезування з домашнім етапом під дистанційним супроводом.

Ключові слова: фізична терапія, поранені військовослужбовці, ампутація, черепно-мозкова травма, рівновага, хода, неврологія, травматологія.

Kirill Mokrov, Roman Lisovskyi, Eduard Makarchuk, Bohdan Shymanskyi. Characteristics of the gait and dynamic balance of wounded military personnel with consequences of traumatic brain injury and transtibial amputation as an indicator of the effectiveness of the physical therapy program

Objective. To determine the effectiveness of the developed comprehensive physical therapy program in terms of gait parameters and related activities in wounded servicemen with consequences of mild traumatic brain injury and transtibial amputation during the stage of primary prosthetics.

Materials and methods. 94 men were examined: control group (CG, $n = 32$) without pronounced musculoskeletal disorders; experimental group (EG, $n = 62$) with transtibial amputation and consequences of traumatic brain injury, randomized to EG1 ($n = 32$; standard 8-week adaptation program to a temporary prosthesis) and EG2 ($n = 30$; 8-week individualized program taking into account neurological and orthopedic status, a combination of balance training with biofeedback, strength, flexibility, walking in difficult conditions; 4 weeks inpatient + 4 weeks under remote supervision). Assessment: Functional Gait Assessment (FGA), Locomotor Capabilities Index-5, 6-minute walk test (distance, fatigue according to Borg).

Results. Compared with the CG, the injured demonstrated a pronounced deficit in gait and dynamic balance. After the intervention, the total Functional Gait Assessment in EG1 increased by 18,9%, while in EG2 by almost 50% ($p < 0,05$), with the largest increases in coordination-complex tasks: narrow support area (93,5%), stepping over an obstacle (80,7%), changing speed (58,2%), moving backwards (68,2%), stairs (48,5%). According to the Locomotor Capabilities Index-5, both groups improved their daily mobility, but EG2 consistently prevailed in terms of effect size: climbing/descending several steps without handrails (136,4/144,4%), overcoming a curb (101,7%), walking in bad weather (109,9%), and walking on uneven terrain (101,3%) (all $p < 0,05$). When performing the 6-minute test, the distance increased by 24,9% (EG1) and 30,4% (EG2), while fatigue decreased by 14,0 and 33,2%, respectively ($p < 0,05$), which indicates an increase in endurance and a decrease in energy expenditure when walking.

Conclusions. The developed individualized physical therapy program provides significantly better results than the standard one: a significant increase in gait, dynamic balance, and functional independence, pronounced gains in tasks with high demands on sensorimotor control, and significant improvements in the six-minute test. It is advisable to implement the program in the standards of primary prosthetics with a home stage under remote support.

Key words: physical therapy, wounded military personnel, amputation, traumatic brain injury, balance, gait, neurology, traumatology.

Вступ. У сучасних умовах ведення бойових дій, зокрема в контексті повномасштабної збройної агресії, Україна стикається з великою кількістю поранених військовослужбовців, які мають тяжкі поєднані ушкодження – політравму. Серед найтяжчих поєднаних уражень особливу групу становлять випадки одночасної черепно-мозкової травми (далі – ЧМТ) і ампутації кінцівок, які не лише загрожують життю, але й суттєво ускладнюють подальшу реабілітацію та соціальну адаптацію постраждалих [1, с. 110–117; 2, с. 63–68].

За даними медичних звітів, до 30% поранених унаслідок вибухових травм отримують поєднані ураження головного мозку та кінцівок, а ампутації стають наслідком значного пошкодження м'яких тканин, судин і кісток [3, с. 55–62]. Черепно-мозкова травма може спричинити когнітивні, вестибулярні та моторні порушення, що знижують здатність до самостійного пересування, орієнтації у просторі, формування нових навичок [4, с. 628–637]. Ампутація, у свою чергу, радикально змінює біомеханіку рухів, спричиняє порушення рівноваги й ортостатичної стабільності [5, с. 2345–2353; 6, с. 19–24]. Одночасна наявність ЧМТ обтяжує клінічну картину та потребує високоспеціалізованої допомоги, як медичної, так і тривалої реабілітаційної; у сукупності ці фактори значно ускладнюють процес від-

новлення, протезування та повернення до активного життя поранених військовослужбовців.

Особливої уваги потребує проблема порушення рівноваги через поєднання центральних (ушкодження головного мозку) і периферичних (втрата кінцівки) механізмів [7, с. 33–39; 8, с. 537–547]. Цей синдром є критичним для визначення функціонального прогнозу щодо виконання різних активностей, оскільки впливає на безпеку під час ходьби, ризик падінь, спроможність до самообслуговування та інтеграцію в соціум [9, с. 6–13; 10, с. 172–178].

З огляду на велику кількість таких поранених проблема організації ефективної медичної, нейрореабілітаційної та протезно-ортopedичної допомоги набуває стратегічного значення. Нині спостерігається дефіцит системного підходу до ведення військовослужбовців із поєднаними ураженнями, що вимагає міждисциплінарного підходу: участі нейрохірургів, травматологів, фізичних терапевтів, ерготерапевтів, психотерапевтів, ортезистів, соціальних працівників та інших фахівців, які в довготривалій перспективі можуть покращувати якість життя та соціалізацію цього контингенту хворих [11, с. 321–323].

Засоби фізичної терапії є основним немедикаментозним методом втручання з доведеною ефективністю для корекції ознак і функціональ-

них наслідків різноманітних станів різного походження – рівноваги, слабкості, труднощів у виконанні активностей повсякденного життя тощо, що можуть визначатись у пацієнтів з поєднанням ЧМТ й ампутації [7, с. 33–39; 12, с. 820–829].

Отже, вивчення особливостей відновлення рівноваги та функціональних можливостей у пацієнтів із ЧМТ і ампутацією, а також розроблення ефективних індивідуалізованих програм реабілітації є надзвичайно актуальним завданням сучасної медицини.

Мета та завдання – визначення ефективності розробленої комплексної програми фізичної терапії за параметрами ходи та пов'язаних з нею активностей у поранених військовослужбовців, з наслідками ЧМТ та транстібіальною ампутацією на етапі первинного протезування.

Методи дослідження. У дослідженні взяли участь 94 чоловіки – військовослужбовці Збройних сил України.

Контрольна група (далі – КГ) – 32 чоловіки віком $28,4 \pm 2,7$ року (22–42 роки) з відсутністю виражених скелетно-м'язових порушень (здорові особи).

Експериментальна група (далі – ЕГ) – 62 чоловіки віком $28,6 \pm 2,7$ року (22–48 років) – поранені військовослужбовці із транстібіальною ампутацією та наслідками ЧМТ. Рандомізовано вони були поділені на дві підгрупи. В експериментальну групу 1 (далі – ЕГ1) увійшли 32 чоловіки, які проходили реабілітацію тривалістю 8 тижнів згідно зі стандартними принципами адаптації кукси до тимчасового протеза (терапевтичні вправи на зміцнення м'язів кукси; вправи для збільшення діапазону рухів у колінному та кульшовому суглобах; тренування статичної та динамічної рівноваги в положенні стоячи, навчання пересування на протезі). Для представників експериментальної групи 2 (далі – ЕГ2) – 30 чоловіків – була розроблена комплексна програма фізичної терапії тривалістю 8 тижнів, яка враховувала особливості неврологічного й ортопедичного статусу внаслідок поєднаної травми.

Критерії включення:

- в анамнезі – минно-вибухова травма (як причина поєднаної черепно-мозкової травми та травми нижньої кінцівки, що стала причиною ампутації);
- наслідки легкої черепно-мозкової травми;
- ампутація гомілки (транстібіальна) на рівні верхньої або середньої третини, період адаптації до тимчасового протеза (підгострий);

– ступінь мобільності на протезі відповідно до Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я – 2;

– залишковий біль у куксі не більш ніж 5 балів за навантаження;

– збереженість функцій верхніх кінцівок (осьове навантаження, хапання та утримання предметів);

– згода на участь у дослідженні.

Критерії виключення:

– черепно-мозкова травма середнього або важкого ступеня;

– когнітивні порушення середнього або важкого ступеня;

– політравма із проникаючим ушкодженням органів грудної клітки та / або черевної порожнини;

– загострення хронічної соматичної патології на момент обстеження;

– опікова травма II–IV ступенів;

– спинно-мозкова травма;

– нескореговане ушкодження збереженої нижньої кінцівки на момент обстеження, що впливало на можливість вертикалізації та самостійне пересування (зокрема, використання апарату зовнішньої фіксації);

– відмова від участі в дослідженні.

Тривалість розробленої програми фізичної терапії (далі – ФТ) становила 8 тижнів – 4 тижні в умовах проведення сесій у реабілітаційному відділенні лікарні та 4 тижні самостійних занять з дистанційним контролем фізичного терапевта. Кожне заняття складалось з обов'язкової частини для корекції наслідків ЧМТ й ампутації, та варіативної, що передбачала вирішення індивідуальних проблем (пов'язаних із травмами інших частин тіла, захворюваннями й іншим).

Формат щоденних сесій тривалістю 90 хвилин у реабілітаційному відділенні закладу охорони здоров'я включав:

– тренування на MFT Challenge Disc Digital (MFT Bodyteamwork GmbH, Австрія), який являє собою балансувальну платформу зі зворотним зв'язком, що за допомогою спеціального застосунку з'єднується зі смартфоном / планшетом / телевізором. За допомогою рухів платформи за допомогою ніг в ігровій формі пацієнти виконували завдання з підтримання рівноваги;

– терапевтичні вправи з використанням MFT Balance Sensor (MFT Bodyteamwork GmbH, Австрія) для фітбола та надувної подушки, які, за аналогічним принципом дозволяють покращувати рівновагу в різних вихідних положеннях;

- тренування ходи (по сходах, нерівній поверхні) з етапним збільшенням швидкості, відстані (розвиток витривалості), на милицях та без них;
- тренування ходи та рівноваги з подвійним завданням;
- терапевтичні вправи для збільшення сили м'язів кукси, збереженої нижньої кінцівки, тулуба, верхніх кінцівок;
- терапевтичні вправи для збереження та покращення гнучкості хребта та суглобів, передусім – кульшового та колінного ампутованої кінцівки;
- терапевтичні вправи для покращення сили м'язів кукси, збереженої нижньої кінцівки, тулуба, верхніх кінцівок;
- менеджмент стану кукси – контроль її стану за рівнем болю, візуальними ознаками запалення;
- елементи психоемоційної корекції – створення сприятливого психоемоційного фону впродовж занять, покращення настрою завдяки досягненням індивідуальних цілей реабілітації.

Формат продовження реабілітації в домашніх умовах був зумовлений тим, що обидві травми – ЧМТ й ампутація – потребують тривалої корекції рухових порушень, тривалістю більше можливості перебування у стаціонарі або в одному місті у процесі медичних евакуаційних заходів (у проведеному дослідженні це вирішувалось шляхом обрання пацієнтів, які проживають у межах області, до адміністративного підпорядкування якої належала лікарня, де проводили дослідження; це дозволило виконати кінцеве обстеження, яке продемонструвало ефективність розробленої програми). Упродовж цього етапу (4 тижні, щоденні заняття тривалістю 60 хв) поранені самостійно займалися за розробленим комплексом терапевтичних вправ, який логічно продовжував і закріплював ефект першого етапу: вправи для розвитку сили, рівноваги, аеробної витривалості; проводили аутогенне тренування за Шульцем. Пацієнти вели щоденник самоменеджменту, що включав пройдену відстань за GPS-трекером, величину виконаного навантаження (вага, кількість повторень), контроль болю в куксі.

Оцінювання ходи як інтегрального показника функції нижньої кінцівки, її опороздатності в поєднанні зі станом динамічної рівноваги (що, зокрема, характеризує ризик падіння) здійснювали за Functional Gait Assessment (далі – FGA), що включає оцінювання десяти видів ходьби [13, с. 96–918].

Базові та розширені локомоторні навички поранених з ампутованою нижньою кінцівкою із протезом, оцінювання рівня самостійності здійснювали за Locomotor Capabilities Index-5 [14, с. 743–748].

Проводили тест із 6-хвилинною ходьбою з оцінюванням його результатів за кількістю пройдених метрів і рівнем втоми за шкалою Борга.

Дослідження проводилося з урахуванням принципів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини як об'єкта дослідження». У всіх поранених військовослужбовців і осіб контрольної групи, залучених до представленого дослідження, було отримано інформовану згоду на участь у ньому. Протокол дослідження було обговорено та схвалено на засіданні комісії з біоетики Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Статистичну обробку результатів проводили у програмі “IBM SPSS Statistics”. Для опису отриманих кількісних ознак були розраховані середньоарифметичне значення (M), стандартне відхилення (S) та стандартна помилка середнього (D). Статистично значущими вважали відмінності за $p < 0,05$.

Результати дослідження. Під час оцінювання ходи, повноцінне виконання якої було основним реабілітаційним запитом абсолютної більшості поранених, було визначено її порушення внаслідок травматичних ушкоджень. У виконанні завдань Functional Gait Assessment (які потребують нормальної опороздатності нижніх кінцівок, сили їхніх м'язів, гнучкості суглобів, рівноваги) обидві групи поранених із ЧМТ і ампутацією відставали від представників КГ (таблиця 1). Це можна пояснити поганим самопочуттям, головокружінням, порушенням рівноваги центрального (унаслідок ЧМТ) і периферичного (унаслідок ампутації) генезу, кінезіофобією, страхом виконати рухове завдання, що може спричинити втрату рівноваги, недостатнім розумінням безпечної техніки пересування на протезі. Результати дослідження показали суттєві відмінності в динаміці функціональних можливостей ходи між групами: за сумарним цифровим значенням погіршення стану поранених щодо КГ в експериментальних групах становило 47% (таблиця 1).

За результатами реабілітаційного втручання у представників ЕГ1 відзначено покращення загального бала Functional Gait Assessment на 18,9% (таблиця 1). Така відносно невелика динаміка може бути зумовлена недостатньою

Таблиця 1

Динаміка показників Functional Gait Assessment у поранених військовослужбовців з наслідками ЧМТ та транстібіальною ампутацією під впливом програми фізичної терапії (M ± SD)

Вид ходи, бали	КГ (n = 32)	ЕГ1 (n = 32)		ЕГ2 (n = 30)	
		До ФТ	Після ФТ	До ФТ	Після ФТ
По рівній поверхні	3,00 ± 0,00	1,89 ± 0,15*	2,13 ± 0,14*	2,01 ± 0,09*	2,55 ± 0,07* [•]
Зі зміною швидкості	3,00 ± 0,00	1,66 ± 0,08*	2,03 ± 0,12* [•]	1,65 ± 0,11*	2,61 ± 0,08* [•]
З горизонтальним поворотом голови	3,00 ± 0,00	1,72 ± 0,11*	1,98 ± 0,08* [•]	1,68 ± 0,12*	2,36 ± 0,09* [•]
З вертикальним поворотом голови	3,00 ± 0,00	1,90 ± 0,10*	2,18 ± 0,09* [•]	1,88 ± 0,05*	2,48 ± 0,06* [•]
З поворотами	3,00 ± 0,00	1,76 ± 0,15*	2,22 ± 0,10* [•]	1,81 ± 0,09*	2,55 ± 0,08* [•]
Переступання через перешкоду	3,00 ± 0,00	1,15 ± 0,09*	1,71 ± 0,16* [•]	1,19 ± 0,010*	2,15 ± 0,08* [•]
З вузькою площею опори	3,00 ± 0,00	1,30 ± 0,08*	1,85 ± 0,11* [•]	1,23 ± 0,11*	2,38 ± 0,06* [•]
Із заплещеними очима	2,95 ± 0,01	1,42 ± 0,12*	1,81 ± 0,11* [•]	1,47 ± 0,10*	2,07 ± 0,09* [•]
Задом наперед	2,96 ± 0,01	1,08 ± 0,15*	1,38 ± 0,08* [•]	1,10 ± 0,12*	1,85 ± 0,08* [•]
По сходах	3,00 ± 0,00	1,73 ± 0,12*	2,07 ± 0,08* [•]	1,69 ± 0,08*	2,51 ± 0,07* [•]
Загальний бал	29,91 ± 0,01	15,61 ± 0,10*	19,36 ± 0,08* [•]	15,71 ± 0,11*	23,51 ± 0,07* [•]

Примітки (тут і в наступних таблицях): * – <0,05 – достовірна різниця з відповідним параметром КГ;

° – $p < 0,05$ – достовірна різниця між відповідними параметрами обстежень до та після фізичної терапії;

• – $p < 0,05$ – достовірна різниця між відповідними параметрами ЕГ1 та ЕГ2.

специфічністю стандартних методів терапії для відновлення складних компонентів динамічної рівноваги в поранених військовослужбовців із наслідками ЧМТ та транстібіальною ампутацією.

У представників ЕГ2 спостерігався більш виражений позитивний ефект практично за всіма видами ходи. Найбільший приріст відмічено під час ходи з вузькою площею опори (93,5%, $p < 0,05$) та при переступання через перешкоду (80,7%, $p < 0,05$). Значне покращення зафіксовано також у завданнях із високими вимогами до рівноваги: зі зміною швидкості (58,2%, $p < 0,05$), у русі задом наперед (68,2%, $p < 0,05$), ходьбі по сходах (48,5%, $p < 0,05$). Загальний бал FGA в ЕГ2 зріс майже на 50% ($p < 0,05$), що свідчить про істотне підвищення функціональної здатності ходи та динамічної рівноваги.

Результати первинного обстеження Locomotor Capabilities Index-5 продемонстрували порушення статичної та динамічної рівноваги під час виконання особами з ампутаціями побутових активностей, пов'язаних з пересуванням. Найважчими для виконання в обох групах військовослужбовців були завдання «підняти предмет з підлоги», «ходіння по нерівній місцевості», піднімання та опускання без опори (таблиця 2).

Повторне обстеження виявило покращення в обох групах пацієнтів, але з різною ефективністю впроваджених програм фізичної терапії (таблиця 2).

У завданні «Встати зі стільця» обидві групи продемонстрували покращення: в ЕГ1 приріст становив 45,1% ($p < 0,05$), в ЕГ2 – 61,1% ($p < 0,05$), що свідчить про те, що цільові вправи сприяли кращому відновленню базових навичок вставання. Під час виконання дії «Підняти предмет з підлоги» в ЕГ1 результат зріс на 72,4%, тоді як в ЕГ2 – більш ніж удвічі (+132,1%), що відображає кращу ефективність розробленої програми для складних рухових завдань, що потребують балансу та сили. У завданні «Встати з підлоги» обидві групи показали суттєві покращення: в ЕГ1 – 73,5% ($p < 0,05$), в ЕГ2 – 72,2% ($p < 0,05$); відмінності між групами були мінімальними, що вказує на достатню ефективність стандартної програми для цього типу руху. Показник «Ходьба по будинку» зріс на 43,8% в ЕГ1 ($p < 0,05$) і на 52,9% ($p < 0,05$) в ЕГ2. У завданні «Ходьба на вулиці по рівній місцевості» приріст в ЕГ1 становив 57,8%, тоді як в ЕГ2 – удвічі вищий (108,9%), що свідчить про більш упевнену адаптацію до звичайних умов пересування. У складнішій ситуації – «Ходьба по нерівній місцевості» – ЕГ1 мала приріст 89,9% ($p < 0,05$), а ЕГ2 – понад удвічі більший (101,3%, $p < 0,05$), що доводить важливість спеціальних вправ для формування рівноваги на нестабільних поверхнях.

Завдання «Ходьба в негоду» підтвердило схожий тренд: 68,9% в ЕГ1 ($p < 0,05$) проти 109,9% в ЕГ2 ($p < 0,05$), що демонструє перевагу розробленої програми у складних зовнішніх умовах.

Таблиця 2

Динаміка показників Locomotor Capabilities Index-5 у поранених військовослужбовців з наслідками ЧМТ та транстібіальною ампутацією під впливом програми фізичної терапії (M ± SD)

Параметр оцінювання	ЕГ1 (n = 32)		ЕГ2 (n = 30)	
	До ФТ	Після ФТ	До ФТ	Після ФТ
1. Встати зі стільця	2,13 ± 0,45	3,09 ± 0,16°	2,21 ± 0,31	3,56 ± 0,08°•
2. Підняти предмет з підлоги, коли Ви встаєте із протезом	1,45 ± 0,20	2,50 ± 0,15°	1,34 ± 0,18	3,11 ± 0,13°•
3. Встати з підлоги	2,04 ± 0,08	3,55 ± 0,13°	2,16 ± 0,12	3,72 ± 0,09°
4. Ходити по будинку	2,42 ± 0,23	3,48 ± 0,08°	2,55 ± 0,19	3,90 ± 0,05°•
5. Ходити на вулиці по рівній місцевості	1,85 ± 0,24	2,92 ± 0,15°	1,79 ± 0,19	3,74 ± 0,10°•
6. Ходити на вулиці по нерівній місцевості	1,48 ± 0,13	2,81 ± 0,21°	1,59 ± 0,20	3,20 ± 0,15°•
7. Гуляти на вулиці в негоду	1,80 ± 0,24	3,04 ± 0,18°	1,72 ± 0,14	3,61 ± 0,11°•
8. Підніматися по сходах з поручнями	2,06 ± 0,24	3,22 ± 0,09°	2,20 ± 0,18	3,78 ± 0,10°•
9. Спускатися по сходах з поручнями	2,19 ± 0,15	3,11 ± 0,12°	2,30 ± 0,21	3,49 ± 0,12°•
10. Піднятися на бордюру тротуару	1,85 ± 0,13	3,07 ± 0,09°	1,73 ± 0,20	3,49 ± 0,14°•
11. Зійти з бордюру / тротуару	1,42 ± 0,18	2,87 ± 0,12°	1,59 ± 0,27	3,26 ± 0,13°•
12. Піднятися на кілька сходинок без поручнів	1,29 ± 0,15	2,85 ± 0,22°	1,43 ± 0,16	3,38 ± 0,10°•
13. Спуститися на кілька сходинок без поручнів	1,19 ± 0,12	2,46 ± 0,28°	1,26 ± 0,20	3,08 ± 0,16°•
14. Ходити, несучи предмети	2,16 ± 0,11	3,10 ± 0,21°	2,33 ± 0,15	3,76 ± 0,16°•

Під час руху «Підйом по сходах з поручнями» динаміка становила 56,3% ($p < 0,05$) в ЕГ1 та 71,8% ($p < 0,05$) в ЕГ2, а щодо «Спуску по сходах з поручнями» – 42,0 і 51,7% відповідно ($p < 0,05$). У завданні «Підйом на бордюру» показник зріс на 65,9% в ЕГ1 ($p < 0,05$) і більш ніж удвічі (101,7%, $p < 0,05$) в ЕГ2. Водночас у завданні «Зійти з бордюру» обидві групи показали біль ніж дворазове зростання: 102,1% в ЕГ1 ($p < 0,05$) та 105,0% в ЕГ2 ($p < 0,05$).

Найбільш виражені зміни спостерігалися в завданнях «Підйом» і «Спуск на кілька сходинок без поручнів». В ЕГ1 приріст становив відповідно 120,9 та 106,7% ($p < 0,05$), тоді як в ЕГ2 був ще вищим – 136,4 та 144,4% відповідно ($p < 0,05$). Це свідчить, що саме розроблена програма максимально сприяла формуванню незалежності у складних координаційних діях.

Завдання «Ходьба із предметами» також підтвердило перевагу ЕГ2: 43,5% в ЕГ1 ($p < 0,05$) та 61,4% в ЕГ2 ($p < 0,05$), що вказує на кращу здатність виконувати побутові дії в умовах додаткового навантаження.

Виконання 6-хвилинного тесту засвідчило швидку втомлюваність у пацієнтів з ампутацією та ЧМТ на фоні невеликої пройденої відстані (таблиця 3).

Аналіз повторних результатів 6-хвилинного тесту засвідчив динаміку у двох експериментальних групах, величина якої залежала від типу програми фізичної терапії.

В осіб ЕГ1 відзначалося збільшення дистанції на 24,9% ($p < 0,05$), що свідчить про помірне покращення витривалості. Водночас рівень суб'єктивної втоми знизився на 14,0% ($p < 0,05$), що вказує на підвищення толерантності до фізичного навантаження (таблиця 3).

У представників ЕГ2 динаміка була більш вираженою: пройдена відстань зросла на 30,4% ($p < 0,05$), а відчуття втоми зменшилося на 33,2% ($p < 0,05$). Це свідчить про значно вищу ефективність програми фізичної терапії, спрямованої на тренування витривалості й оптимізацію функціонального стану (таблиця 3).

Отже, реабілітація пацієнтів із поєднаною ЧМТ і ампутацією є викликом для сучасної медицини. Вона потребує мультидисциплінарного, гнучкого й індивідуалізованого підходу. Проблеми, з якими стикаються такі пацієнти, значно складніші, ніж у разі ізольованих травм, і потребують спеціалізованих програм тривалої підтримки та відновлення.

Отримані результати свідчать, що в поранених військовослужбовців із наслідками черепно-

Таблиця 3

Динаміка показників 6-хвилинного тесту в поранених військовослужбовців з наслідками ЧМТ та транстібільною ампутацією під впливом програми фізичної терапії (М ± SD)

Показник	КГ (n = 32)	ЕГ1 (n = 32)		ЕГ2 (n = 30)	
		До ФТ	Після ФТ	До ФТ	Після ФТ
Пройдена відстань, м	634,13 ± 12,10	350,12 ± 20,16*	437,42 ± 14,09*°	384,15 ± 18,45*	501,13 ± 16,71*°•
Відчуття втоми за 20-бальною шкалою Борга	8,11 ± 0,41	14,06 ± 0,71*	12,10 ± 0,53*°	15,10 ± 0,63*	10,08 ± 0,43*°•

мозкової травми та транстібільною ампутацією спостерігається виражене порушення параметрів ходи та динамічної рівноваги, що підтверджує складність відновлення функціональної мобільності в цієї категорії пацієнтів. Виявлені обмеження узгоджуються з даними літератури, де підкреслюється, що таке поєднання може призводити до значного зниження толерантності до фізичного навантаження, порушення стереотипу ходи та підвищення ризику падінь [7, с. 33–39].

Отримані дані також узгоджуються із сучасними клінічними дослідженнями, які показують, що ефективність реабілітації пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок значно підвищується за умови впровадження комплексних програм, що поєднують тренування ходи, вправи на рівновагу, сенсомоторну стимуляцію та розвиток витривалості [12, с. 820–829]. У поєднанні з наслідками ЧМТ саме ці компоненти дозволяють відновлювати функціональні резерви та зменшувати ризик падінь.

Наші результати підтверджують, що спеціально розроблена програма фізичної терапії значно перевершує стандартні підходи у відновленні параметрів ходи та контролю рівноваги у військовослужбовців із наслідками ЧМТ та транстібільною ампутацією. Найбільш виражений ефект програми проявився у складних координаційних завданнях, що має принципове значення для реінтеграції та відновлення функціональної незалежності даної категорії пацієнтів.

Розроблену програму доцільно інтегрувати у стандарти реабілітації під час первинного протезування для цієї категорії пацієнтів, із продовженням домашнього етапу під супроводом фахівця, моніторингом навантаження та самоконтролем симптомів. Необхідними є подальші дослідження з більшими вибірками, довшим періодом спостереження та стратифікацією за неврологічним дефіцитом, щоб оцінити стійкість ефектів і вплив на віддалені результати (повернення до служби/праці, якість життя, частота падінь тощо).

Висновки. Розроблена комплексна програма фізичної терапії є ефективною для поранених

військовослужбовців із наслідками черепно-мозкової травми та транстібільною ампутацією на етапі первинного протезування: вона забезпечує істотне покращення параметрів ходи та динамічної рівноваги порівняно зі стандартною програмою.

За шкалою Functional Gait Assessment в експериментальній групі 2, що виконувала розроблену програму, зафіксовано виражене зростання більшості показників, зокрема у складних координаційних завданнях: ходьба з вузькою площею опори (93,5%), переступання через перешкоду (80,7%), ходьба зі зміною швидкості (58,2%), задом наперед (68,2%), по сходах (48,5%); сумарний бал FGA зріс майже на 50% ($p < 0,05$). В ЕГ1 позитивна динаміка була менш вираженою.

За індексом Locomotor Capabilities Index – 5 обидві програми покращували виконання побутових активностей, пов'язаних із пересуванням, однак ЕГ2 переважала за абсолютною величиною приросту практично в усіх пунктах. Найбільші прирости в ЕГ2 відмічено для завдань, що потребують незалежності від зовнішніх опор, як-от: підйом/спуск кількома сходинками без поручнів (136,4 і 144,4% відповідно), подолання бордюру (101,7%), ходьба в негоду (109,9%), по нерівній місцевості (101,3%).

За результатами 6-хвилинного тесту ходьби витривалість зросла в обох групах, проте більше в ЕГ2: пройдена відстань збільшилася на 30,4%, тоді як в ЕГ1 – на 24,9%; суб'єктивне відчуття втоми, за шкалою Борга, зменшилося на 33,2% в ЕГ2 та на 14,0% в ЕГ1 ($p < 0,05$).

Найбільший реабілітаційний ефект розробленої програми проявився у високовимогливих до динамічної рівноваги та сенсомоторного контролю завданнях, що має ключове значення для безпечної мобільності, зниження ризику падінь і відновлення функціональної незалежності під час користування протезом.

Структура втручання (поєднання тренувань рівноваги з біологічним зворотним зв'язком, вправ на силу та гнучкість, тренувань ходи в ускладнених умовах, а також етапу домашньої

програми під дистанційним контролем) є доцільною та відтворюваною для клінічної практики військової реабілітації.

Отримані результати підтверджують перевагу індивідуалізованого, мультикомпонентного під-

ходу над стандартними протоколами в пацієнтів із поєднаною ЧМТ і ампутацією, що дозволяє цілеспрямовано впливати на ключові детермінанти ходи: рівновагу, координацію, витривалість, безпечну техніку пересування на протезі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Shvets A.V., Horishna O.V., Deputat Y.M., Rychka O.V., Zhaldak A.Y., Kikh A.Y. Prognostic assessment of the need for medical rehabilitation among military officers of the Armed Forces of Ukraine based on the structure of their combat trauma. *Ukrainian Journal of Military Medicine*. 2022. № 3 (3). P. 110–117. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3\(3\)-110](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3(3)-110)
2. Костюк В.П., Цвях А.І. Політравма: причини та реабілітація на пізніх стадіях травматичної хвороби. *Шпитальна хірургія. Журнал імені Л.Я. Ковальчука*. 2023. № (1). С. 63–68. Doi:10.11603/2414-4533.2023.1.13814
3. Лянскорунський В.М., Бур'янов О.А., Омельченко Т.М., Мясніков Д.В., Вакулич М.В., Дубров С.О. Аналіз результатів лікування пацієнтів із травмою на базі центру політравми. *Pain, Anaesthesia & Intensive Care*. 2020. № 4 (93). P. 55–62. DOI: 10.25284/2519-2078.4(93).2020.220677
4. Dini M.E., Wallace R.E., Klyce D.W., et al. Functional independence trajectories over 5 years in older veterans with traumatic brain injury: A model systems study. *PMR*. 2025. № 17 (6). P. 628–637. DOI: 10.1002/pmrj.13312
5. Christensen J., Ipsen T., Doherty P., Langberg H. Physical and social factors determining quality of life for veterans with lower-limb amputation(s) : a systematic review. *Disabil Rehabil*. 2016. № 38 (24). P. 2345–2353. DOI: 10.3109/09638288.2015.1129446
6. Черненко І.І. Особливості реабілітації хворих після бойової черепно-мозкової травми. *Психіатрія, неврологія та медична психологія*. 2022. № (20). P. 19–24. DOI: 10.26565/2312-5675-2022-20-03
7. Gray M., Chung J., Aguila F., Williams T.G., Teraoka J.K., Harris O.A. Long-Term Functional Outcomes in Military Service Members and Veterans After Traumatic Brain Injury / Polytrauma Inpatient Rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018. № 99 (2S). P. 33–39. DOI: 10.1016/j.apmr.2017.08.465
8. Karr J.E., Rippey C.S., Hubert T.J., Stein M.B., Adams T.G., Pietrzak R.H. Traumatic Brain Injury in US Veterans: Prevalence and Associations with Physical, Mental, and Cognitive Health. *Arch Phys Med Rehabil*. 2025. № 106 (4). P. 537–547. DOI: 10.1016/j.apmr.2024.11.010
9. Aravitska M.H., Saienko O.V. The influence of physical therapy on indicators of locomotive syndrome in elderly persons with osteoarthritis of the knee and obesity. *Clinical and Preventive Medicine*. 2023. № 4 (26). P. 6–13. [https://doi.org/10.31612/2616-4868.4\(26\).2023.01](https://doi.org/10.31612/2616-4868.4(26).2023.01)
10. Ракаєва А.Є., Аравіцька М.Г. Корекція гериатричного статусу, асоційованого з порушенням м'язової активності, в осіб похилого віку з постковідним синдромом засобами фізичної терапії. *Україна. Здоров'я нації*. 2024. № 1 (75). С. 172–178. <https://doi.org/10.32782/2077-6594/2024.1/30>
11. Smashna O. Strategies to Improve the Functioning and Quality of Life of Veterans with Post-Traumatic Stress Disorder and Mild Traumatic Brain Injury. *International Neurological Journal*. 2024. № 20 (6). P. 321–323. DOI: 10.22141/2224-0713.20.6.2024.1109
12. Webster J.B., Crunkhorn A., Sall J., Highsmith M.J., Pruziner A., Randolph B.J. Clinical Practice Guidelines for the Rehabilitation of Lower Limb Amputation: An Update from the Department of Veterans Affairs and Department of Defense. *Am J Phys Med Rehabil*. 2019. № 98 (9). P. 820–829. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001213
13. Wrisley D.M., Marchetti G.F., Kuharsky D.K., Whitney S.L. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Phys Ther*. 2004. № 84 (10). P. 906–918.
14. Franchignoni F., Orlandini D., Ferriero G., Moscato T.A. Reliability, validity, and responsiveness of the locomotor capabilities index in adults with lower-limb amputation undergoing prosthetic training. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004. № 85 (5). P. 743–748. DOI: 10.1016/j.apmr.2003.06.010

REFERENCES

1. Shvets, A.V., Horishna, O.V., Deputat, Y.M., Rychka, O.V., Zhaldak, A.Y., & Kikh, A.Y. (2022). Prognostic assessment of the need for medical rehabilitation among military officers of the Armed Forces of Ukraine based on the structure of their combat trauma. *Ukrainian Journal of Military Medicine*, 3 (3), 110–117. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3\(3\)-110](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3(3)-110)
2. Kostyuk, V.P., & Tsvyakh, A.I. (2023). Politravma: prychyny ta reabilitatsiya na piznikh stadiyakh travmatychnoyi khvoroby [Polytrauma: causes and rehabilitation in the late stages of traumatic disease]. *Shpyt. surgery. Journal named after L.Ya. Kovalchuk*, 1, 63–68. doi: 10.11603/2414-4533.2023.1.13814 [in Ukrainian].
3. Lyanskorunsky, V.M., Buryanov, O.A., Omelchenko, T.M., Myasnikov, D.V., Vakulych, M.V., & Dubrov, S.O. (2020). Analiz rezultativ likuvannya patsiyentiv z travmoyu na bazi tsentru politravmy [Analysis of the results of treatment of patients with trauma based on the polytrauma center]. *Pain, Anaesthesia & Intensive Care*, 4 (93), 55–62. doi:10.25284/2519-2078.4(93).2020.220677 [in Ukrainian]
4. Dini, M.E., Wallace, R.E., Klyce, D.W., Tyler, C.M., Vriesman, M., Juengst, S.B., Liou-Johnson, V., Gary, K.W., Dams-O'Connor, K., Kumar, R.G., Venkatesan, U.M., Merced, K., & Perrin, P.B. (2025). Functional independence trajectories over 5 years in older veterans with traumatic brain injury: A model systems study. *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation*, 17 (6), 628–637. <https://doi.org/10.1002/pmrj.13312>

5. Christensen, J., Ipsen, T., Doherty, P., & Langberg, H. (2016). Physical and social factors determining quality of life for veterans with lower-limb amputation(s): a systematic review. *Disability and rehabilitation*, 38 (24), 2345–2353. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1129446>
6. Chernenko, I.I. (2022). Osoblyvosti reabilitatsiyi khvorykh pislya boyovoyi cherepno mozkovoyi travmy [Peculiarities of rehabilitation of patients after combat craniocerebral trauma]. *Psychiatry, neurology and medical psychology*, 20, 19–24. DOI: 10.26565/2312-5675-2022-20-03 [in Ukrainian]
7. Gray, M., Chung, J., Aguila, F., Williams, T.G., Teraoka, J.K., & Harris, O.A. (2018). Long-Term Functional Outcomes in Military Service Members and Veterans After Traumatic Brain Injury/Polytrauma Inpatient Rehabilitation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 99 (2S), S. 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.08.465>
8. Karr, J.E., Rippey, C.S., Hubert, T.J., Stein, M.B., Adams, T.G., & Pietrzak, R.H. (2025). Traumatic Brain Injury in US Veterans: Prevalence and Associations with Physical, Mental, and Cognitive Health. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 106 (4), 537–547. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2024.11.010>
9. Aravitska, M.H., & Saienko, O.V. (2023). The influence of physical therapy on indicators of locomotive syndrome in elderly persons with osteoarthritis of the knee and obesity. *Clinical and Preventive Medicine*, 4 (26), 6–13. [https://doi.org/10.31612/2616-4868.4\(26\).2023.01](https://doi.org/10.31612/2616-4868.4(26).2023.01)
10. Rakaieva, A.Ie., & Aravitska, M.H. (2024). Korektsiia heriatrychnoho statusu, asotsiiovanoho z porushenniam mi-azovoi aktyvnosti, v osib pokhyloho viku z postkovidnym syndromom zasobamy fizychnoi terapii [Correction of sarcopenia in elderly patients with post-COVID-19 syndrome using physical therapy]. *Ukraina. Zdorovia natsii*, 1 (75), 172–178. <https://doi.org/10.32782/2077-6594/2024.1/30> [in Ukrainian].
11. Smashna, O. (2024). Strategies to Improve the Functioning and Quality of Life of Veterans with Post-Traumatic Stress Disorder and Mild Traumatic Brain Injury. *International Neurological Journal*, 20 (6), 321–323. DOI: 10.22141/2224-0713.20.6.2024.1109
12. Webster, J.B., Crunkhorn, A., Sall, J., Highsmith, M.J., Pruziner, A., & Randolph, B.J. (2019). Clinical Practice Guidelines for the Rehabilitation of Lower Limb Amputation: An Update from the Department of Veterans Affairs and Department of Defense. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 98 (9), 820–829. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001213>
13. Wrisley, D.M., Marchetti, G.F., Kuharsky, D.K., & Whitney, S.L. (2004). Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Physical therapy*, 84 (10), 906–918.
14. Franchignoni, F., Orlandini, D., Ferriero, G., Moscato, T.A. Reliability, validity, and responsiveness of the locomotor capabilities index in adults with lower-limb amputation undergoing prosthetic training. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004. № 85 (5). P. 743–748. DOI: 10.1016/j.apmr.2003.06.010