

УДК 615.82/.84:617.584-089.873-057.36  
DOI <https://doi.org/10.32782/pub.health.2026.1.29>

**Щербина Данило Вікторович,**  
здобувач вищої освіти спеціальності 227 Терапія та реабілітація спеціалізації 227.01 Фізична терапія освітньої програми Терапія та реабілітація Національного фармацевтичного університету  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5184-5297>

**Таможанська Ганна Валеріївна,**  
кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри фізичної реабілітації і здоров'я Національного фармацевтичного університету  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2430-8467>

**Селюкова Наталія Юріївна,**  
доктор біологічних наук, доцент, старший дослідник, доцент кафедри фізичної реабілітації і здоров'я Національного фармацевтичного університету  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9657-6888>

**Іванов Віталій Миколайович,**  
аспірант кафедри економіки та маркетингу Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова; викладач кафедри фізичної реабілітації і здоров'я Національного фармацевтичного університету  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4442-8001>

## ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ІЗ ТРАНСФЕМОРАЛЬНОЮ АМПУТАЦІЄЮ У ВІДНОВНОМУ ПЕРІОДІ

**Актуальність.** Хронічний біль у попереку (люмбалгія) є поширеною вторинною патологією у пацієнтів із ампутаціями нижніх кінцівок, що зумовлено біомеханічним дисбалансом та девіаціями у кінематиці хребта під час пересування на протезі.

**Мета.** Теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка 8-тижневої комплексної програми фізичної терапії, спрямованої на стабілізацію поперекового відділу хребта у військовослужбовців із трансфemorальною ампутацією.

**Матеріали та методи.** У дослідженні взяли участь 9 військовослужбовців (середній вік – 33,9±6,4 року) з бойовою травмою та хронічною люмбалгією. Програма включала 16 занять (2 рази на тиждень), сфокусованих на зміцненні глибоких м'язів-стабілізаторів тулуба. Оцінювання проводилося за допомогою візуально-аналогової шкали (ВАШ), індексу Освестрі, тестів Соренсена та Томаса, а також методу ізокінетичної динамометрії.

**Результати дослідження.** Встановлено статистично значуще зниження інтенсивності болю за ВАШ ( $p < 0,001$ ) та зростання сили м'язів преса й розгиначів спини ( $p < 0,01$ ). Витривалість розгиначів попереку за тестом Соренсена зросла ( $p < 0,001$ ). Апаратна діагностика підтвердила приріст пікового крутного моменту та сумарної роботи м'язів-стабілізаторів ( $p < 0,05$ ). Програма виявилася однаково ефективною як для пацієнтів з односторонньою, так і з двосторонньою ампутацією ( $p > 0,05$  при міжгруповому порівнянні).

**Висновки.** Розроблена програма є безпечним та ефективним засобом корекції хронічного болю в спині. Вона забезпечує формування стійкого «м'язового корсета», що сприяє біомеханічній компенсації втрати кінцівки та запобігає вторинній інвалідації.

**Ключові слова:** фізична терапія, трансфemorальна ампутація, військовослужбовці, хронічний біль у попереку, стабілізація хребта, ізокінетична динамометрія.

**Shcherbyna D. V., Tamozhanska G. V., Seliukova N. Yu., Ivanov V. M. Features of physical therapy of military servants with transfemoral amputation in the recovery period**

**Topicality.** Chronic low back pain (lumbalgia) is a common secondary pathology in patients with lower limb amputations, which is caused by biomechanical imbalance and deviations in spinal kinematics during movement on a prosthesis.

**Purpose.** Theoretical justification and experimental verification of an 8-week comprehensive physical therapy program aimed at stabilizing the lumbar spine in military personnel with transfemoral amputation.

**Materials and methods.** The study involved 9 military personnel (mean age – 33.9±6.4 years) with combat trauma and chronic lumbalgia. The program included 16 classes (2 times a week) focused on strengthening the deep trunk stabilizer muscles. The assessment was carried out using the visual analogue scale (VAS), the Oswestry index, the Sorensen and Thomas tests, as well as the isokinetic dynamometry method.

**Results of the study.** A statistically significant decrease in pain intensity according to VAS ( $p < 0.001$ ) and an increase in the strength of the abdominal muscles and back extensors ( $p < 0.01$ ) were established. The endurance of the lumbar extensors according to the Sorensen test increased ( $p < 0.001$ ). Hardware diagnostics confirmed an increase in peak torque and total work of the stabilizer muscles ( $p < 0.05$ ). The program was equally effective for patients with unilateral and bilateral amputations ( $p > 0.05$  in the intergroup comparison).

**Conclusions.** The developed program is a safe and effective means of correcting chronic back pain. It provides the formation of a stable «muscle corset», which contributes to biomechanical compensation for the loss of a limb and prevents secondary disability.

**Key words:** physical therapy, transfemoral amputation, military personnel, chronic low back pain, spinal stabilization, isokinetic dynamometry.

**Вступ.** Ампутація є вимушеним хірургічним заходом з видалення кінцівки. Найчастіше до такого рішення призводять незворотні зміни при цукровому діабеті, серйозні судинні захворювання або критичні травматичні ураження [1; 2]. Протягом останньої чверті століття у світовій практиці спостерігається стійка тенденція до збільшення кількості подібних операцій. Згідно з прогностичними даними, у найближчі 15 років очікується зростання цього показника вдвічі [3]. В умовах повномасштабної агресії в Україні структура етіологічних чинників ампутацій зазнала суттєвих трансформацій, де домінуючу роль стали відігравати бойові поранення та мінно-вибухові травми. Це призвело до різкого зростання кількості осіб із втратою кінцівок. Попри відсутність консолідованої офіційної статистики та єдиного державного реєстру, масштабність цієї проблеми є безпрецедентною.

Пацієнти після ампутацій долають значні бар'єри на шляху до відновлення автономності, стикаючись із медичними ризиками та суттєвими економічними витратами. Особливу увагу слід приділяти загрозі розвитку вторинних патологій, таких як дегенеративно-дистрофічні зміни суглобів, остеопороз та хронічний люмбалгічний синдром. Ці стани переважно зумовлені формуванням компенсаторних стратегій пересування, недоліками протезування або впливом коморбідних захворювань [4; 5].

Питання хронічного больового синдрому у пацієнтів після ампутації нижніх кінцівок (АНК) залишається однією з найбільш обговорюваних проблем у реабілітології. Якщо раніше науковий пошук був зосереджений переважно на фантомних відчуттях та болю в ділянці кукси, то сучасна доказова база вказує на критичну поширеність дорсалгій. Зокрема, біль у поперековому відділі хребта виявляють у значної частини цієї популя-

ції, що, за результатами окремих досліджень, становить до 71% випадків [6].

Ключовим чинником розвитку патологічних станів у даній категорії пацієнтів є біомеханічний дисбаланс, зокрема девіації у кінематиці хребта, зумовлені специфікою пересування на протезі. Виражена асиметрія та гіперкінезія тулуба під час локомоції призводять до критичного зростання механічної напруги в поперековій ділянці [7]. Така інтенсифікація механічного тиску змушує глибокі стабілізатори тулуба функціонувати в режимі гіпертонусу для збереження рівноваги хребетного стовпа. Проте тривала експозиція високих навантажень виснажує адаптаційний ресурс м'язів, що суттєво підвищує ймовірність виникнення больового синдрому в попереку. У працях Ехде Д. М. підкреслюється, що [8] тривале спостереження (понад 6 місяців) за особами з втратою кінцівок виявило, що більше половини з них (52%) страждають від постійного болю в нижній частині спини. Для кожного п'ятого учасника (22%) цей стан призводить до серйозної інвалідації у побуті. Крім того, значна частка пацієнтів (близько 23–28%) відчуває негативний вплив болю на соціальну інтеграцію, зокрема на ведення домашнього господарства та взаємодію з родиною.

Хронічний поперековий біль є провідним тригером вторинної інвалідності у пацієнтів з АНК. Його виникнення тісно пов'язане з якістю протезування (підгонка гільзи, юстування протеза, довжина кінцівок) та терміном післяампутаційного періоду. Проте питання про те, як сила м'язів корпусу корелює з болем у цієї категорії осіб, залишається відкритим, на відміну від загальної популяції, де цей зв'язок є аксіоматичним.

**Мета та завдання.** Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці комплексної про-

грами фізичної терапії для військовослужбовців із трансфеморальною ампутацією у відновному періоді. Особливу увагу приділено аналізу впливу запропонованих заходів на динаміку функціонального стану, силові характеристики м'язів тулуба та показники якості життя пацієнтів у межах реабілітаційного закладу.

#### **Завдання:**

1. Визначити особливості клініко-функціонального стану та рівень больового синдрому в поперековому відділі хребта у військовослужбовців з АНК на етапі фізичної терапії (діагностичний етап).

2. Розробити програму фізичної терапії, спрямовану на зміцнення м'язів поперекового відділу хребта та корекцію біомеханічних порушень у військовослужбовців з АНК.

3. Експериментально апробувати розроблену програму фізичної терапії на цільовій групі пацієнтів. Проаналізувати та обговорити терапевтичний вплив впровадженої програми, оцінивши динаміку змін показників болю, функціонального стану поперекового відділу хребта та якості життя учасників дослідження.

**Методи дослідження.** У дослідженні взяли участь 9 чоловіків (військовослужбовців), які проходили відновне лікування в умовах реабілітаційної амбулаторії та висували скарги на хронічну люмбагію. Середній вік обстежених становив  $33,9 \pm 6,4$  року. Аналіз анамнестичних даних показав, що в усіх випадках причиною трансфеморальної ампутації була перенесена бойова травма, а середня тривалість післяопераційного періоду склала  $29,6 \pm 7,3$  місяців. Функціональні можливості учасників за шкалою Medicare Functional Classification Level (K-Level) відповідали середньому значенню  $2,5 \pm 0,3$ , що свідчить про обмежений або середній рівень мобільності в умовах громади.

Для комплексного оцінювання стану пацієнтів та верифікації результатів фізичної терапії було застосовано поєднання суб'єктивних опитувальників, мануальних тестів та об'єктивної апаратної діагностики.

Ступінь вираженості больового синдрому в поперековій ділянці визначали за допомогою візуально-аналогової шкали (ВАШ), де пацієнти самостійно фіксували рівень дискомфорту від 0 до 10 балів.

Рівень інвалідизації внаслідок болю у спині та його вплив на повсякденну активність оцінювали за допомогою Корейської версії індексу інвалідності Освестрі (K-ODI) [9].

Стан клубово-поперекового м'яза (*m. iliopsoas*) аналізували за допомогою тесту Томаса. Вимірю-

вали кут відхилення стегна від горизонтальної площини при фіксації контралатеральної кінцівки, що дозволило об'єктивно оцінити наявність згинальної контрактури [10].

Силу м'язів передньої черевної стінки та розгиначів спини визначали за 5-бальною шкалою. При оцінці преса рівень навантаження змінювали залежно від положення рук, а при тестуванні розгиначів забезпечували жорстку стабілізацію таза та нижніх кінцівок [6].

Спроможність м'язів-розгиначів до тривалого утримання пози оцінювали тестом Соренсена. За допомогою секундоміра фіксували час утримання тулуба у горизонтальному положенні при фіксації ніг ременем на рівні клубових гребенів.

Об'єктивне вимірювання силових характеристик проводили на ізокінетичному динамометрі. Основними параметрами аналізу виступали піковий крутний момент (Peak Torque) та сумарна робота (Total Work) при кутових швидкостях  $60^\circ/\text{с}$  та  $120^\circ/\text{с}$ .

Для мінімізації похибок проводили сувору іммобілізацію сегментів тіла. Вісь обертання приладу центрували на рівні сегмента L5–S1. Таз та стегна фіксували спеціальними поясами й подушками, а верхню частину корпусу стабілізували накладним диском на рівні лопаток.

Перед початком запису результатів кожен пацієнт виконував три пробні спроби на кожній швидкості для синхронізації з апаратною системою.

Фізикальний огляд кукси та збереженої кінцівки проводили без протеза. Для виключення суб'єктивізму та забезпечення надійності даних усі вимірювання здійснювалися за методом «сліпого оцінювання» двома незалежними досвідченими фізичними терапевтами.

Контроль ефективності розробленої програми здійснювався шляхом дворазового обстеження учасників. Вихідні дані (пре-тест) були отримані за тиждень до впровадження 8-тижневого курсу фізичної терапії, а підсумкова оцінка результатів (пост-тест) проводилася безпосередньо після завершення повного циклу втручання.

Зміст програми фізичної терапії. Пріоритетним завданням розробленого комплексу було зміцнення глибоких м'язів-стабілізаторів попереково-крижового сегмента хребта, зокрема поперекового м'яза живота (*m. transversus abdominis*), багатороздільних м'язів (*mm. multifidi*) та внутрішніх косих м'язів живота. Реабілітаційний курс тривав 8 тижнів і передбачав 16 тренувальних сесій (режим: два заняття на тиждень). Кожна сесія тривалістю 30 хвилин мала стандартизовану структуру: підготовча частина (5 хв), осно-

вний блок спеціальних вправ (20 хв) та заключна частина (5 хв). Підготовчий та заключний етапи включали загальнорозвиваючі вправи, а також елементи статичного й динамічного стретчингу, що виконувалися суворо в межах безболісної амплітуди.

При розробці комплексу вправ враховувалися специфічні біомеханічні особливості локомоції та статички осіб з АНК, які суттєво відрізняються від показників загальної популяції. Відбір та адаптація вправ здійснювалися на основі концепції стабілізації поперекового відділу хребта, що була детально описана у роботах Алуко А. [11] та Мун Х. Дж. [12]. Ключовим критерієм відбору була безпека виконання рухів пацієнтами з високим рівнем ампутації та можливість їх технічно правильної реалізації в умовах зміненого центру ваги тіла.

Робочий комплекс складався з 12 адаптованих вправ, розподілених на чотири тематичні модулі (по 3 вправи у кожному). Структура кожного заняття передбачала обов'язкове виконання двох базових вправ – втягування нижньої частини живота (активація поперечного м'яза) та підняття тулуба в положенні лежачи. Основна частина заняття базувалася на циклічній ротації модулів: протягом першого місяця (тижні 1–4) пацієнти послідовно виконували модулі з 1-го по 4-й, повторюючи кожен двічі на тиждень. У другий місяць (тижні 5–8) зазначена послідовність дублювалася, що дозволило забезпечити повний обсяг із 16 терапевтичних сеансів.

Кожен кінцевий рух вправи фіксувався учасниками протягом 10 секунд, повторюючись п'ять разів [13]. Під час виконання вправ особлива увага приділялася підтримці нормального дихання [14]. Фізичні терапевти надавали детальні усні інструкції, а також використовували навчальні відеоматеріали для візуалізації техніки.

Протягом усього 8-тижневого циклу спостерігався високий рівень комплаєнсу: усі залучені до дослідження пацієнти у повному обсязі виконали програму тренувань. Важливо зазначити, що під час реалізації курсу фізичної терапії не було зафіксовано жодного випадку загострення больового синдрому або виникнення небажаних соматичних реакцій, пов'язаних із фізичним навантаженням.

Критеріями включення у дослідну вибірку слугували: трансфеморальна ампутація (одно- або двостороння), стаж протезування понад 6 місяців та наявність хронічного болю в попереку (тривалістю  $\geq 3$  місяців). Усі дев'ять учасників, які увійшли до групи, надали офіційну згоду на участь у випробуванні розробленої програми фізичної терапії.

Дослідження здійснювалися з дотриманням міжнародних принципів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації, та відповідно до Закону України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» щодо етичних норм і правил проведення медичних досліджень за участю людини.

Обробка та аналіз первинних даних проводилися з використанням пакету статистичних програм SPSS (версія 18.0, SPSS Inc., Чикаго, США). Враховуючи малий обсяг вибірки, для оцінки результатів застосовувалися методи непараметричної статистики. Перевірка внутрішньогрупової динаміки показників (порівняння результатів до та після курсу фізичної терапії) здійснювалася за допомогою Т-критерію Вілкоксона. Для порівняльного аналізу дельта-значень (різниці між початковими та фінальними показниками) у пацієнтів з односторонньою та двосторонньою ампутацією використовувався U-критерій Манна-Вітні. Отримані результати представлені у формі середнього арифметичного значення та стандартного відхилення ( $M \pm SD$ ). Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез було прийнято за  $p < 0,05$ .

**Результати дослідження.** Побудова програми фізичної терапії базувалася на категорійному профілі військовослужбовця, розробленому згідно з принципами Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ). Використання адаптованого базового набору доменів дозволило комплексно оцінити не лише анатомо-фізіологічні порушення (силу м'язів, параметри ходи), а й обмеження життєдіяльності (мобільність, самообслуговування) та вплив факторів середовища на процес реабілітації.

Першим етапом аналізу став опис антропометричних та клініко-анамнестичних характеристик залучених до дослідження військовослужбовців. Аналіз даних таблиці 1 свідчить про те, що вибірку склали чоловіки молодого працездатного віку. Усі учасники дослідження мали травматичний генез ампутації, що безпосередньо пов'язано з виконанням бойових завдань.

Середній термін з моменту оперативного втручання склав понад два роки, що вказує на сформованість стабільних, хоча й патологічних, рухових патернів та тривалий досвід користування протезом. За рівнем функціональної мобільності група була відносно однорідною: середній показник K-level становив  $2,5 \pm 0,3$ , що відповідає здатності пацієнтів до пересування в межах громади з подоланням незначних перешкод. Щодо латера-

Таблиця 1

**Базові характеристики пацієнтів**

Характеристика	Значення
Вік, роки	33,9±6,4
Тривалість після ампутації, міс.	29,6±7,3
К-рівень	2,5±0,3
Індекс маси тіла, кг/м <sup>2</sup>	26,4±3,2
Причина ампутації	9 (100)
Сторона ампутації	
Права	3 (33,3)
Ліва	5 (55,5)
Обидві	1(11,1)

Примітка: значення представлені як середнє значення ± стандартне відхилення або число (%).

лізації дефекту, то у більшості випадків (55,5%) спостерігалася лівобічна ампутація. Один пацієнт (11,1%) мав двосторонню трансфеморальну ампутацію, що створювало додаткові виклики для стабілізації тулуба під час локомоції.

Оцінка результативності проведеного курсу вправ підтвердила наявність суттєвих позитивних зрушень у клінічному та біомеханічному статусі учасників дослідження, детальні значення яких наведені у таблиці 2.

Детальний аналіз суб'єктивних показників виявив статистично значуще зниження інтенсивності больового синдрому за ВАШ, що підтверджує терапевтичну ефективність запропонованої програми у купіруванні хронічної люмбагії. Водночас динаміка функціональних обмежень за індексом К-ODI, попри тенденцію до покращення, не досягла рівня статистичної значущості ( $p=0,345$ ). Така розбіжність може свідчити про те, що для трансформації суб'єктивного полегшення болю у стійке підвищення рівня повсякденної автономії необхідна більша тривалість

втручання або інтенсифікація реабілітаційних заходів.

Аналіз антропометричних показників не виявив статистично значущих змін довжини клубово-поперекового м'яза як на боці ампутації, так і на інтактній кінцівці. Це дозволяє припустити, що 8-тижневий термін втручання є недостатнім для ініціації видимих структурних перебудов глибоких міофасціальних структур. Натомість показники силових спроможностей та витривалості продемонстрували виражену позитивну динаміку. Зокрема, сила м'язів черевного преса та розгиначів спини достовірно зростає ( $p < 0,05$ ), що свідчить про ефективне зміцнення м'язового корсета та покращення стабілізації тулуба. Найбільш вагомий прогрес зафіксовано у показниках статичної витривалості розгиначів попереку: середній час утримання позиції у тесті Соренсена збільшився ( $p < 0,001$ ). Така динаміка підтверджує суттєве підвищення толерантності м'язів до тривалих статичних навантажень, необхідних для підтримки вертикальної пози та корекції постави.

Проведений аналіз силових характеристик м'язів тулуба в ізокінетичному режимі виявив виражену позитивну динаміку після завершення терапевтичного курсу. Вихідні вимірювання свідчили про значне переважання силового потенціалу м'язів-згиначів над розгиначами поперекового відділу хребта на обох кутових швидкостях. Проте після реалізації 8-тижневої програми тренувань було зафіксовано суттєве зростання пікового крутного моменту для обох м'язових груп. Особливо помітним виявився приріст показників м'язів-розгиначів, що вказує на ефективне відновлення силового балансу та зміцнення стабілізуючого апарату хребта (рис. 1).

Статистичний аналіз підтвердив достовірність позитивних змін у обох м'язових групах (згина-

Таблиця 2

**Порівняння клінічних параметрів військовослужбовців з ампутаціями нижніх кінцівок**

Показник	До лікування	Після лікування	P-значення
ВАШ	4,5±2,2	2,5±1,6	0,001*
Опитувальник Осверті	13,4±8,2	11,3±8,2	0,345
Довжина клубово-поперекового м'язу			
Уражена	10,6±7,9	13,5±11,9	0,377
Не уражена	10,7±7,7	9,8±8,8	0,908
Сила м'язів живота	4,3±0,7	4,8±0,3	0,007*
Сила м'язів розгиначів-спини	2,5±0,6	3,4±1,2	0,007*
Витривалість м'язів розгиначів-спини	21,3±20,7	45,8±35,1	0,001*

Примітки: Значення представлені як середнє значення ± стандартне відхилення. \* $p < 0,05$ , суттєва різниця порівняно з показником до тренування.

чах та розгиначах) на кожній із тестових швидкостей (60°/с та 120°/с), що доводить ефективність розробленої програми у контексті підвищення максимальної сили. Поряд із показниками пікового крутного моменту, статистично значуще зростання ( $p < 0,05$ ) продемонстрував і параметр сумарної роботи (Total Work). Таке поєднане покращення силових характеристик та загальної працездатності м'язів свідчить про суттєве підвищення м'язової потужності. Для пацієнтів із хронічним болем у спині ці зміни є фундаментальними, оскільки вони забезпечують кращу стабілізацію хребта та сприяють розвантаженню поперекового відділу (рис. 2).

Підсумковий аналіз отриманих даних підтвердив стабільну позитивну динаміку ключових

функціональних та силових параметрів у всій групі обстежених. Зокрема, зафіксовано статистично достовірне покращення показників інтенсивності болю (ВАШ), мануальної сили м'язів преса, а також сили та статичної витривалості розгиначів спини поряд із зростанням ізокінетичного пікового моменту та сумарної роботи. Зазначені позитивні зрушення були характерними як для осіб з однією, так і з двома АНК. Примітно, що міжгрупове порівняння не виявило суттєвих відмінностей у темпах прогресу між цими підгрупами пацієнтів. Даний факт слугує вагомим доказом універсальної клінічної ефективності розробленої інтервенції, оскільки вона забезпечує рівноцінно високу результативність у зміцненні м'язового корсета та нівелюванні



**Рис. 1.** Зміни пікового крутного моменту згиначів та розгиначів тулуба після фізичного навантаження



**Рис. 2.** Зміни загальної роботи згиначів та розгиначів тулуба після фізичного навантаження

алгічного синдрому незалежно від тяжкості анатомічного дефекту, що дозволяє рекомендувати єдиний методологічний підхід до фізичної терапії для обох категорій хворих.

**Висновки.** Адапована 8-тижнева програма фізичної терапії, спрямована на стабілізацію поперекового відділу хребта, продемонструвала високий профіль безпеки та добру переносимість у ветеранів із трансфеморальною ампутацією. Відсутність скарг на посилення болю під час занять підтверджує адекватність запропонованого режиму навантажень в умовах спеціалізованого реабілітаційного центру.

Доведено високу клінічну результативність розробленого комплексу вправ. Встановлено високозначуще зниження інтенсивності болювого синдрому за ВАШ ( $p < 0,001$ ), що свідчить про ефективність інтервенції в купіруванні хронічної люмбалгії. Паралельно зафіксовано достовірне ( $p < 0,01$ ) зростання силових показників м'язів преса та витривалості розгиначів спини, що є фундаментом для формування стійкого «м'язового корсета» та біомеханічної компенсації втрати кінцівки.

Об'єктивний ізокінетичний контроль підтвердив суттєвий приріст пікового крутного моменту та показників сумарної роботи м'язів-стабілізаторів тулуба на обох швидкостях тестування ( $p < 0,05$ ). Важливо, що програма продемонструвала гомогенну ефективність: ступінь функціонального покращення не мав статистично значущих відмінностей між пацієнтами з односторонньою та двосторонньою ампутацією, що вказує на універсальність методики незалежно від тяжкості анатомічного дефекту.

Відсутність статистично достовірних змін за індексом Освестрі та довжиною клубово-поперекового м'яза може бути зумовлена інертністю структурних адаптацій глибоких тканин та обмеженим терміном спостереження. Це вказує на доцільність пролонгації реабілітаційних заходів для досягнення сталих змін у щоденній активності пацієнтів.

Розроблена програма рекомендується для впровадження у практику фізичної терапії військовослужбовців із трансфеморальною ампутацією як доказовий засіб корекції хронічного болю в спині та інструмент профілактики вторинних порушень опорно-рухового апарату.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Sattar N.Y., Kausar Z., Usama S.A., Javaid M.A., Baig M.I., Khan U.S. fNIRS-based upper limb motion intention recognition using an artificial neural network for transhumeral amputees. *Sensors*. 2022. Vol. 22. № 3. P. 726–730. <https://doi.org/10.3390/s22030726>
2. Song J.W., Ryu H., Bai W., Xie Z., Vazquez-Guardado A., Nandivada K., Kanatzidis I., Sim G.D., Park K., Luan H., Huang Y., Rogers J. A., Ameer G.A. Bioresorbable, wireless, and battery-free system for electrotherapy and impedance sensing at wound sites. *Science Advances*. 2023. Vol. 9. № 8. P. 4687–4690. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ade4687>
3. Chang H.Y., Singh S., Mansour O., Bakre S., Alexander G.C. Association between sodium-glucose cotransporter 2 inhibitors and lower extremity amputation among patients with type 2 diabetes. *JAMA Internal Medicine*. 2018. Vol. 178. № 9. P. 1190–1198. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.3034>
4. Ichimura D., Hisano G., Murata H., Hobara H. Centre of pressure during walking after unilateral transfemoral amputation. *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12. № 1. P. 17501–17503. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22254-5>
5. Sions J.M., Beisheim E.H., Hoggarth M.A., Zeni J.A. Trunk muscle characteristics: differences between sedentary adults with and without unilateral lower limb amputation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2021. Vol. 102. № 7. P. 1331–1339. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.02.008>
6. Friel K., Domholdt E., Smith, D.G. Physical and functional measures related to low back pain in individuals with lower-limb amputation: An exploratory pilot study. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2005. Vol. 42. № 2. P. 155–166. <https://doi.org/10.1682/jrrd.2004.08.0090>
7. Hendershot B.D., Wolf E.J. Three-dimensional joint reaction forces and moments at the low back during over-ground walking in persons with unilateral lower-extremity amputation. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. 2014. Vol. 29. № 3. P. 235–242. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2013.12.005>
8. Ehde D.M., Smith D.G., Czerniecki J.M., Campbell K.M., Malchow D.M., Robinson L.R. Back pain as a secondary disability in persons with lower limb amputations. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001. Vol. 82. № 6. P. 731–734. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.21962>
9. Jeon C.H., Kim D.J., Kim S.K., Kim D.J., Lee H.M., Park H.J. Cross-cultural adaptation of the Korean version of the Oswestry Disability Index (ODI). *Journal of the Korean Society of Spine Surgery*. 2005. Vol. 12. № 2. P. 146–152.
10. Demoulin C., Vanderthommen M., Duysens C., Crielaard J.M. Spinal muscle evaluation using the Sorensen test: A critical appraisal of the literature. *Joint Bone Spine*. 2006. Vol. 73. № 1. P. 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2004.08.002>
11. Aluko A., DeSouza L., Peacock J. The effect of core stability exercises on variations in acceleration of trunk movement, pain, and disability during an episode of acute nonspecific low back pain: A pilot clinical trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2013. Vol. 36. № 8. P. 497–504. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2012.12.012>
12. Moon H.J., Choi K.H., Kim D.H., Kim H.J., Cho Y.K., Lee K.H., Kim J.H., Choi Y. J. Effect of lumbar stabilization and dynamic lumbar strengthening exercises in patients with chronic low back pain. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 2013. Vol. 37. № 1. P. 110–117. <https://doi.org/10.5535/arm.2013.37.1.110>

13. O'Sullivan P.B., Phytty G.D., Twomey L.T., Allison G.T. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*. 1997. Vol. 22. № 24. P. 2959–2967. <https://doi.org/10.1097/00007632-199712150-00020>
14. Akuthota V., Ferreira A., Moore T., Fredericson M. Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports*. 2008. Vol. 7. № 1. P. 39–44. <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69>

## REFERENCES:

1. Sattar, N. Y., Kausar, Z., Usama, S. A., Javaid, M. A., Baig, M. I., & Khan, U. S. (2022). fNIRS-based upper limb motion intention recognition using an artificial neural network for transhumeral amputees. *Sensors*, 22(3), 726–730. <https://doi.org/10.3390/s22030726> [in English]
2. Song, J. W., Ryu, H., Bai, W., Xie, Z., Vazquez-Guardado, A., Nandivada, K., Kanatzidis, I., Sim, G. D., Park, K., Luan, H., Huang, Y., Rogers, J. A., & Ameer, G. A. (2023). Bioresorbable, wireless, and battery-free system for electrotherapy and impedance sensing at wound sites. *Science Advances*, 9(8), 4687–4690. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ade4687>. [in English]
3. Chang, H. Y., Singh, S., Mansour, O., Bakre, S., & Alexander, G. C. (2018). Association between sodium-glucose cotransporter 2 inhibitors and lower extremity amputation among patients with type 2 diabetes. *JAMA Internal Medicine*, 178(9), 1190–1198. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.3034> [in English]
4. Ichimura, D., Hisano, G., Murata, H., & Hobara, H. (2022). Centre of pressure during walking after unilateral transfemoral amputation. *Scientific Reports*, 12(1), 17501–17503. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22254-5> [in English]
5. Sions, J. M., Beisheim, E. H., Hoggarth, M. A., & Zeni, J. A. (2021). Trunk muscle characteristics: Differences between sedentary adults with and without unilateral lower limb amputation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102(7), 1331–1339. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.02.008> [in English]
6. Friel, K., Domholdt, E., & Smith, D. G. (2005). Physical and functional measures related to low back pain in individuals with lower-limb amputation: An exploratory pilot study. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 42(2), 155–166. <https://doi.org/10.1682/jrrd.2004.08.0090> [in English]
7. Hendershot, B. D., & Wolf, E. J. (2014). Three-dimensional joint reaction forces and moments at the low back during over-ground walking in persons with unilateral lower-extremity amputation. *Clinical Biomechanics*, 29(3), 235–242. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2013.12.005> [in English]
8. Ehde, D. M., Smith, D. G., Czerniecki, J. M., Campbell, K. M., Malchow, D. M., & Robinson, L. R. (2001). Back pain as a secondary disability in persons with lower limb amputations. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(6), 731–734. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.21962> [in English]
9. Jeon, C. H., Kim, D. J., Kim, S. K., Kim, D. J., Lee, H. M., & Park, H. J. (2005). Cross-cultural adaptation of the Korean version of the Oswestry Disability Index (ODI). *Journal of the Korean Society of Spine Surgery*, 12(2), 146–152. [in English]
10. Demoulin, C., Vanderthommen, M., Duysens, C., & Crielaard, J. M. (2006). Spinal muscle evaluation using the Sorensen test: A critical appraisal of the literature. *Joint Bone Spine*, 73(1), 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2004.08.002> [in English]
11. Aluko, A., DeSouza, L., & Peacock, J. (2013). The effect of core stability exercises on variations in acceleration of trunk movement, pain, and disability during an episode of acute nonspecific low back pain: A pilot clinical trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 36(8), 497–504. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2012.12.012> [in English]
12. Moon, H. J., Choi, K. H., Kim, D. H., Kim, H. J., Cho, Y. K., Lee, K. H., Kim, J. H., & Choi, Y. J. (2013). Effect of lumbar stabilization and dynamic lumbar strengthening exercises in patients with chronic low back pain. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 37(1), 110–117. <https://doi.org/10.5535/arm.2013.37.1.110> [in English]
13. O'Sullivan, P. B., Phytty, G. D., Twomey, L. T., & Allison, G. T. (1997). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*, 22(24), 2959–2967. <https://doi.org/10.1097/00007632-199712150-00020> [in English]
14. Akuthota, V., Ferreira, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39–44. <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69> [in English]

Дата першого надходження статті до видання: 31.03.2026  
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 29.04.2026  
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.05.2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії  
 відкритого доступу (CC BY 4.0)