

**Відновлення мобільності військовослужбовців після вогнепальних переломів  
гомілки засобами фізичної терапії**

*Кальонова Ірина Валентинівна<sup>1</sup>, Потапова Олена Володимирівна<sup>2</sup>,  
Кузнєцов Андрій Олександрович<sup>3</sup>*

Опубліковано	Секція	УДК
30.08.2025	Фізична культура і спорт	615.82:616.718.5/.6-001.5]:355.1-057.36

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20195916>

**Анотація.** Сучасна військова агресія призвела до зростання кількості складних вогнепальних поранень нижніх кінцівок. Багатоосколкові переломи гомілки супроводжуються значними пошкодженнями м'яких тканин та тривалою втратою мобільності, що потребує впровадження ефективних програм фізичної терапії вже на ранніх етапах після хірургічного лікування. *Мета* роботи – обґрунтувати та оцінити ефективність програми фізичної терапії, заснованої на поєднанні терапевтичних вправ та лімфодренажного масажу, для відновлення функціонального стану нижньої кінцівки у військовослужбовців після вогнепальних переломів гомілки. *Матеріали та методи.* Обстежено 28 військовослужбовців чоловічої статі з багатоосколковими переломами кісток гомілки після остеосинтезу. Пацієнти були рандомізовані на основну (n=14) та контрольну (n=14) групи. Програма для основної групи включала спеціалізований лімфодренажний масаж, пропріоцептивне тренування у закритому кінематичному ланцюзі та тренування ходи з прогресивним осьовим навантаженням. Ефективність оцінювали за візуально-аналоговою шкалою болю, гоніометрією та опитувальником LEFS. *Результати* дослідження. На початку дослідження на третьому тижні після оперативного втручання в обох групах спостерігався високий рівень болю понад 60 мм та виражений функціональний дефіцит на рівні 10–11 балів за шкалою LEFS. Через чотири тижні реабілітації в основній групі зафіксовано достовірно кращу динаміку: інтенсивність болю знизилася до  $19,58 \pm 1,41$  мм, а показник LEFS зріс до  $42,83 \pm 2,25$  балів, що відповідає категорії помірних функціональних обмежень. Встановлено відновлення амплітуди згинання колінного суглоба до функціональних значень  $114,11 \pm 2,15$  градуса. У контрольній групі приріст показників мобільності був менш вираженим, а дефіцит тильного згинання стопи залишався чинником, що потребує тривалішого періоду відновлення порівняно із запропонованим підходом. *Висновки.* Поєднання лімфодренажного масажу та пропріоцептивних вправ з осьовим навантаженням дозволяє у більш стислі терміни знизити больовий синдром та відновити амплітуду

<sup>1</sup> кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри терапії та реабілітації, Запорізький національний університет, вул. Університетська, 66, Запоріжжя, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-9826-923X> [kalenova2608@gmail.com](mailto:kalenova2608@gmail.com)

<sup>2</sup> кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент, ст. викладач кафедри терапії та реабілітації, Запорізький національний університет, вул. Університетська, 66, Запоріжжя, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-5603-7940> [potapovaov18.1@gmail.com](mailto:potapovaov18.1@gmail.com)

<sup>3</sup> кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри терапії та реабілітації, Запорізький національний університет, вул. Університетська, 66, Запоріжжя, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-2871-3902> [kuznetsov.znu@gmail.com](mailto:kuznetsov.znu@gmail.com)

рухів. Перевищення мінімально важливої клінічної різниці за шкалою LEFS в основній групі підтверджує ефективність запропонованого підходу для швидкого повернення військовослужбовців до самостійного пересування.

**Ключові слова:** військовослужбовці, вогнепальні переломи гомілки, остеосинтез, фізична терапія, лімфодренажний масаж, терапевтичні вправи, шкала LEFS.

### **Restoration of mobility in military personnel after gunshot fractures of the lower leg by means of physical therapy**

**Annotation.** Modern military aggression has led to an increase in the number of complex gunshot wounds of the lower extremities. Comminuted fractures of the lower leg are accompanied by significant soft tissue damage and prolonged loss of mobility, which requires the implementation of effective physical therapy programs at the early stages after surgical treatment. *The aim* of the study is to substantiate and evaluate the effectiveness of a physical therapy program based on a combination of therapeutic exercises and lymphatic drainage massage for the restoration of the functional state of the lower extremity in military personnel after gunshot fractures of the lower leg. *Materials and Methods.* The study involved 28 male military personnel with comminuted fractures of the lower leg bones after osteosynthesis. Patients were randomized into the intervention group (n=14) and the control group (n=14). The program for the intervention group included specialized lymphatic drainage massage, proprioceptive training in a closed kinetic chain, and gait training with progressive axial loading. Effectiveness was evaluated using the Visual Analogue Scale for pain, goniometry, and the Lower Extremity Functional Scale (LEFS). *Results.* At the beginning of the study, in the third week after surgery, both groups showed high pain levels exceeding 60 mm and significant functional deficit at the level of 10–11 points on the LEFS scale. After four weeks of rehabilitation, significantly better dynamics were recorded in the intervention group: pain intensity decreased to  $19.58 \pm 1.41$  mm, and the LEFS score increased to  $42.83 \pm 2.25$  points, which corresponds to the category of moderate functional limitations. Restoration of the knee flexion range of motion to functional values of  $114.11 \pm 2.15$  degrees was established. In the control group, the increase in mobility indicators was less pronounced, and the deficit of ankle dorsiflexion remained a factor requiring a longer recovery period compared to the proposed approach. *Conclusions.* The combination of lymphatic drainage massage and proprioceptive exercises with axial loading allows for a more rapid reduction of pain syndrome and restoration of joint range of motion. Exceeding the minimally important clinical difference on the LEFS scale in the intervention group confirms the effectiveness of the proposed approach for the rapid return of military personnel to independent movement.

**Key words:** military personnel, gunshot fractures of the lower leg, osteosynthesis, physical therapy, lymphatic drainage massage, therapeutic exercises, LEFS scale.

### **Вступ**

*Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.* Сучасна військова агресія проти України зумовила різке зростання кількості мінно-вибухових та вогнепальних поранень, що характеризуються високою часткою поліструктурних пошкоджень. Згідно зі статистикою останніх збройних конфліктів, поранення кінцівок складають до 70% серед усіх бойових травм [1]. Вогнепальні переломи кісток гомілки є одними з найскладніших бойових травм через поєднання значного дефекту м'яких тканин, багатоосколкового характеру руйнування кістки та порушень місцевого кровообігу [2]. Лікування таких пацієнтів потребує не лише складної багатоетапної хірургічної реконструкції, а й тривалого періоду відновлення функціональних можливостей.

Актуальність даної проблеми виходить за межі суто клінічного аспекту і набуває загальнодержавного значення. Відновлення функціональної спроможності нижньої

кінцівки є основним чинником, що визначає можливість повернення військовослужбовця до виконання професійних обов'язків або його успішну соціальну та побутову адаптацію. Тривала втрата мобільності та стійкий больовий синдром не лише суттєво знижують якість життя ветеранів, а й створюють значне навантаження на систему охорони здоров'я та соціального забезпечення [3].

Незважаючи на успіхи в хірургічній стабілізації переломів, питання розробки та впровадження спеціалізованих програм фізичної терапії, які б дозволяли безпечно активізувати пацієнта вже на ранніх етапах після стабілізації, залишається одним із найбільш актуальних практичних завдань сучасної реабілітації [4]. Вирішення цього завдання потребує наукового обґрунтування поєднання засобів мануального впливу для менеджменту набряку та функціональних вправ для відновлення локомоторної функції, що і визначає актуальність даного дослідження.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* У сучасній науковій літературі відновлення військовослужбовців після вогнепальних поранень розглядається як комплексний процес, що базується на поєднанні хірургічної стабільності, біологічного загоєння тканин та функціональної адаптації пацієнта. Baum et al. (2022) у комплексному аналізі досвіду лікування бойової травми зазначають, що мінно-вибухові та вогнепальні поранення характеризуються «зоною молекулярного струсу», що вимагає специфічних підходів до фізичної терапії, які враховують не лише стан кістки, а й життєздатність оточуючих м'яких тканин [5].

У науковій літературі виділяють кілька сучасних концепцій відновлення при високоенергетичних травмах гомілки:

1. Концепція раннього осьового навантаження. Традиційні підходи дозованого навантаження сьогодні активно переглядаються. Системний огляд та мета-аналіз Elsenosy et al. (2025) доводить, що раннє навантаження після остеосинтезу не лише прискорює консолідацію перелому завдяки стимуляції регенерації кісткової тканини, а й суттєво знижує ризик розвитку атрофії м'язів [6]. Дослідження Canton et al. (2022) доповнюють цю тезу, вказуючи на те, що рання активізація є важливою для збереження нейронних зв'язків у головному мозку, які відповідають за контроль рухів [7].

2. Менеджмент набряку. Одним із головних бар'єрів до ранньої мобілізації є посттравматичний набряк. Thng & Sun (2025) акцентують увагу на тому, що набряк у зоні гомілки створює надлишковий інтерстиціальний тиск, який стає джерелом стійкого больового синдрому [8]. Автори доводять, що застосування спеціалізованих лімфодренажних технік на ранньому стаціонарному етапі дозволяє механічно зменшити цей тиск та прискорити виведення продуктів запалення. Це створює необхідні умови для комфортного та безболісного виконання активних вправ.

3. Концепція відновлення сенсомоторного контролю. Kadam et al. (2024) у своєму дослідженні обґрунтовують принцип, згідно з яким традиційні методи ізольованого зміцнення м'язів є недостатніми для відновлення цілісної функції кінцівки. Основним принципом їхнього підходу є пріоритетність відновлення нейром'язового контролю. Концепція базується на тому, що створення раннього дозованого контакту стопи з опорою дозволяє активізувати систему пропріорецепції, що забезпечує формування фізіологічного патерну ходьби та запобігає розвитку патологічних компенсацій і страху навантаження на пошкоджену гомілку [9].

Важливим аспектом сучасних наукових досліджень є об'єктивізація результатів відновлення за допомогою стандартизованих діагностичних інструментів. Ratter et al. (2025) у своєму дослідженні наголошують, що використання валідизованих шкал, зокрема шкали функціонального стану нижньої кінцівки LEFS (Lower Extremity

Functional Scale), дозволяє дослідникам точно оцінювати динаміку відновлення та ефективність обраної стратегії фізичної терапії у пацієнтів із бойовими травмами нижніх кінцівок [10].

Таким чином, у сучасній науковій літературі підхід до реабілітації при вогнепальних пораненнях гомілки зміщується в напрямку ранньої керованої функціональної активізації пацієнтів. Аналіз наукових праць свідчить, що інтенсифікація відновлювальних заходів на ранніх етапах є патофізіологічно обґрунтованою та необхідною для запобігання ускладненням. Проте, незважаючи на вивченість окремих методів, залишається недостатньо висвітленим питання інтеграції лімфодренажних технік та терапевтичних вправ на відновлення мобільності у єдиний реабілітаційний алгоритм. Це визначає потребу у розробці цілісної програми для військовослужбовців на ранньому стаціонарному етапі відновлення.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність програми фізичної терапії, що базується на інтеграції терапевтичних вправ та методів реабілітаційного масажу, для відновлення функціонального стану нижньої кінцівки у військовослужбовців після вогнепальних переломів гомілки.

*Об'єкт дослідження* – процес фізичної терапії військовослужбовців на стаціонарному етапі відновлення після вогнепальних багатоосколкових переломів кісток гомілки.

*Предмет дослідження* – методика інтегрованого застосування терапевтичних вправ і реабілітаційного масажу, а також показники функціонального відновлення військовослужбовців після вогнепальних поранень гомілки.

*Гіпотеза дослідження* – передбачається, що поєднання спеціалізованого масажу для менеджменту набряку з раннім активним функціональним навантаженням забезпечить статистично значуще зниження больового синдрому та пришвидшить відновлення мобільності військовослужбовців після вогнепальних поранень гомілки порівняно зі стандартними підходами.

*Наукова новизна дослідження* полягає у розробці комплексної програми фізичної терапії для військовослужбовців із вогнепальними пораненнями гомілки на основі інтеграції лімфодренажних технік та функціональних вправ. Запропонована концепція базується на ранньому навчанні правильному перекату стопи, що розпочинається вже при мінімальному осьовому навантаженні. Такий підхід забезпечує поєднання активної мобілізації суглобів із менеджментом набряку та спрямований на відновлення нейром'язового контролю кінцівки.

*Організація дослідження.* У ході дослідження було обстежено 28 військовослужбовців (чоловіки) віком від 22 до 48 років (середній вік  $34,2 \pm 5,4$  років), які отримали вогнепальні поранення нижніх кінцівок з багатоосколковими переломами кісток гомілки, та перебували на стаціонарному етапі лікування.

Критерії включення у дослідження:

- клінічно та рентгенологічно підтверджений вогнепальний багатоосколковий перелом кісток гомілки;
- стан після хірургічного лікування методом остеосинтезу (апаратами зовнішньої фіксації або внутрішніми конструкціями);
- наявність письмової інформованої згоди на участь у дослідженні та здатність виконувати інструкції фізичного терапевта.

Критерії виключення:

- наявність гострого запального процесу або інфекційних ускладнень в зоні операційного втручання;

- супутні травматичні пошкодження: пошкодження магістральних нервових стовбурів нижньої кінцівки з ознаками парезу / плегії, черепно-мозкова травма, травма хребта тощо;
- судинні ускладнення, зокрема тромбоз глибоких вен нижніх кінцівок;
- виражені когнітивні порушення, важкі форми посттравматичного стресового розладу;
- відмова пацієнта від участі на будь-якому етапі дослідження.

Шляхом простої рандомізації було сформовано дві групи – основну (ОГ, n=14) і контрольну (КГ, n=14), які були статистично однорідними за віком, характером пошкодження, типом хірургічного втручання та вихідними функціональними показниками ( $p > 0,05$ ). Початком втручання був третій тиждень після оперативного лікування, що обґрунтовано завершенням фази активного запалення, досягненням первинної консолідації та можливістю переходу до активного функціонального навантаження. Повторне обстеження проводилося після завершення інтенсивного курсу фізичної терапії тривалістю 4 тижні.

*Методи дослідження.* Аналіз ефективності запропонованої програми здійснювали за динамікою інтенсивності больового синдрому, відновленням амплітуди активних рухів у суглобах ураженої кінцівки та зміною рівня загальної функціональної активності пацієнтів. Для визначення больового синдрому використовували візуально-аналогову шкалу (ВАШ) у діапазоні від 0 до 100 мм. Оцінювання проводили окремо в стані спокою та під час виконання активних рухів, що дозволило диференціювати інтенсивність механічного болю, характерного для посттравматичного періоду при вогнепальних переломах. Амплітуду активних рухів у колінному та гомілково-над'ятковому суглобах визначали методом гоніометрії. Даний метод є базовим для верифікації порушень за доменом МКФ b710 «Функції рухливості суглоба» та дозволяє оцінити ефективність застосованих вправ та масажу у запобіганні формуванню м'язово-суглобових контрактур.

Для оцінки обмежень життєдіяльності використовували опитувальник LEFS, який є валідним інструментом оцінки результатів реабілітації пацієнтів після травм опорно-рухового апарату та рекомендований міжнародними настановами для моніторингу стану військовослужбовців [10]. Використання опитувальника LEFS дозволяє оцінити відновлення як базової мобільності, так і складних локомоторних навичок, що важливо для прогнозування спроможності військовослужбовця до виконання професійних навантажень.

Протокол дослідження було розроблено відповідно до принципів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини як об'єкта дослідження». Всі учасники надали письмову інформовану згоду на участь. Протокол дослідження було схвалено комісією з біоетики Запорізького національного університету.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням методів параметричної та непараметричної статистики. Для кількісного аналізу розраховували середнє арифметичне значення ( $M$ ) та стандартну помилку середнього ( $m$ ). Для оцінки статистичної значущості відмінностей між групами та всередині груп у динаміці використовували U-критерій Манна-Уїтні та T-критерій Вілкоксона. Статистично значущими вважали відмінності при  $p < 0,05$ .

### **Результати**

Програма фізичної терапії для пацієнтів основної групи була розроблена на засадах науково-доказової практики та концепції ранньої функціональної мобілізації. Втручання було спрямоване на мінімізацію вторинних ускладнень травми та відновлення опорної функції кінцівки. Програма включала такі компоненти:

1. Терапевтичний лімфодренажний масаж. Для менеджменту посттравматичного набряку та болю застосовувався спеціалізований протокол масажу. Техніка передбачала мануальний вплив за проксимально-дистальним принципом: спочатку проводилося стимулювання відтоку лімфи у стегновій ділянці, з поступовим переходом до зони гомілки. Використання прийомів м'якого розтирання та витискання сприяє зниженню внутрішньотканинного тиску та покращенню мікроциркуляції та венозного відтоку. Такий підхід дозволяє зменшити механічне подразнення больових рецепторів та прискорити регенерацію м'яких тканин у зоні вогнепального поранення [11].

2. Терапевтичні вправи для відновлення амплітуди рухів. Протокол включав активні та активні-допоміжні вправи для колінного та гомілково-надп'яtkового суглобів. У програмі ОГ особлива увага приділялася виконанню вправ у безболісному діапазоні з поступовим збільшенням амплітуди. Акцентоване опрацювання тильного та підшовного згинання стопи було спрямоване на підтримку еластичності ахіллового сухожилля та збереження ковзання сухожиль м'язів-розгиначів, що часто обмежується після остеосинтезу кісток гомілки [12].

3. Ізометричне та пропріоцептивне тренування. Для протидії атрофії м'язів застосовувалися ізометричні напруження м'язів гомілки та стегна з використанням опору. Для відновлення нейром'язового контролю в програму були включені вправи у закритому кінематичному ланцюзі. В положенні сидячи пацієнти виконували контрольований тиск стопою на опорну поверхню під різними кутами. У положенні стоячи застосовувалися вправи на поступове перенесення ваги тіла з боку в бік та вперед-назад, що забезпечувало динамічну стабілізацію гомілково-надп'яtkового суглоба та підготовку до повноцінного перекаату стопи [13].

4. Тренування ходи з прогресивним осьовим навантаженням. Навчання пересуванню на милицях розпочинали з режиму часткового навантаження на стопу 10–15% ваги тіла, з поступовим збільшенням навантаження відповідно до рекомендацій лікаря. Пацієнтів інструктували щодо дотримання правильного патерну перекаату стопи навіть при частковій опорі. Такий підхід запобігав формуванню патологічних компенсаторних стратегій ходи, сприяв адекватній сенсорній аферентації від підшви та стимулював процеси вторинної консолідації перелому [14].

Реабілітаційний процес у пацієнтів контрольної групи базувався на традиційному підході, та включав терапевтичні вправи на підтримку пасивної амплітуди рухів та профілактику м'язової атрофії. Класичний лікувальний масаж ділянки гомілки виконувався за загальноприйнятою методикою для покращення місцевого кровообігу. Навчання ходьбі з допоміжними засобами опори проводилося за стандартною методикою поступової вертикалізації без акцентованого використання технік нейром'язового контролю.

На момент початку дослідження клінічна картина пацієнтів обох груп була типовою для наслідків вогнепальних переломів кісток гомілки після металоостеосинтезу. Основні скарги військовослужбовців включали стійкий больовий синдром при рухах, значне обмеження амплітуди в суміжних суглобах та труднощі при спробах вертикалізації та навчання ходьбі з допоміжними засобами опори. Показники оцінки больового синдрому та гоніометрії у динаміці дослідження представлені в таблиці 1.

Аналіз вихідних даних продемонстрував суттєвий ступінь рухового дефіциту в обох групах. Показник згинання в колінному суглобі знаходився в межах 78–80 градусів, що свідчить про наявність захисного м'язового напруження та обмеження еластичності міофасціальних структур гомілки та параартикулярних тканин суглоба. Рухливість гомілково-надп'яtkового суглоба в обох групах була обмежена майже вдвічі порівняно з нормою, що ускладнювало опору на оперовану кінцівку. Інтенсивність болю за ВАШ при рухах у середньому перевищувала 60 мм, що на даному етапі реабілітації

обґрунтовується наявністю залишкового післяопераційного набряку та реактивною відповіддю м'яких тканин на початок активної мобілізації.

Таблиця 1. Динаміка показників болю та мобільності суглобів у пацієнтів основної і контрольної груп під впливом реабілітаційних заходів ( $M \pm m$ )

Показник	Основна група (n=14)		Контрольна група (n=14)	
	первинне обстеження	повторне обстеження	первинне обстеження	повторне обстеження
ВАШ болю при рухах, мм	60,17±1,21	19,58±1,41*	62,28±1,57	27,89±1,67**
Згинання коліна, градус	78,18±3,31	114,11±2,15*	80,28±3,14	105,73±2,82**
Плантарне згинання стопи, градус	28,72±0,63	44,18±1,14*	28,17±0,64	40,33±1,57**
Тильне згинання стопи, градус	14,95±0,72	18,16±0,12*	14,24±0,52	15,56±0,23**

Примітки: \* –  $p < 0,05$  статистично значуща різниця порівняно з первинним обстеженням в ОГ; \*\* –  $p < 0,05$  статистично значуща різниця між показниками ОГ та КГ при повторному обстеженні.

Повторне обстеження пацієнтів через 4 тижні після початку реабілітації виявило позитивну динаміку за всіма клінічними параметрами. Аналіз отриманих даних продемонстрував статистично значущу перевагу основної групи, де застосовувався розроблений комплексний підхід. Зокрема, інтенсивність болю в ОГ знизилася до рівня легкого дискомфорту 19,58±1,41 мм, тоді як у контрольній групі вона залишалася значно вищою. Це підтверджує виражений протинабряковий ефект специфічного дренажного масажу.

Динаміка відновлення амплітуди рухів у колінному суглобі була достовірно вищою в ОГ – показник досяг 114,11±2,15 градусів, що забезпечує можливість виконання складних функціональних навантажень. Пацієнти КГ також продемонстрували приріст мобільності, що дозволяє виконувати базові побутові дії, проте зі значно меншим функціональним резервом. Аналогічна тенденція спостерігалася в показниках гоніометрії гомілково-надп'яtkового суглобу. В основній групі об'єм рухів майже наблизився до фізіологічних значень, що сприяло покращенню якості самостійного пересування. В контрольній групі дефіцит тильного згинання стопи залишався клінічно значущим, що зумовлювало збереження певних обмежень при самостійному пересуванні. Динаміка спроможності пацієнтів до виконання щоденної життєдіяльності та рівня їхньої функціональної незалежності за шкалою LEFS наведено на рис. 1.

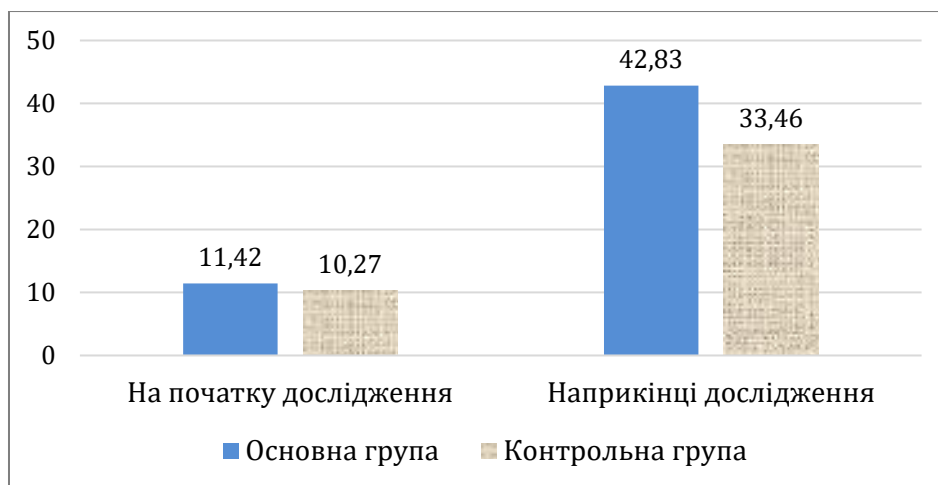


Рис. 1 Динаміка показників функціонального стану нижньої кінцівки за шкалою LEFS у пацієнтів основної та контрольної груп, у балах

Аналіз вихідного стану пацієнтів за шкалою LEFS не виявив статистично значущої різниці між групами ( $p > 0,05$ ). Показники в основній групі становили  $11,42 \pm 0,04$  бали, у контрольній –  $10,27 \pm 0,08$  бали, що вказує на значний рівень функціональних обмежень. Такі значення свідчать про наявність у пацієнтів значних труднощів у самообслуговуванні та нездатність до пересування без спеціальних засобів опори.

Повторне оцінювання після завершення реабілітаційного курсу виявило позитивну динаміку в обох групах, проте темпи відновлення в основній групі були достовірно вищими. В ОГ показник LEFS зріс до  $42,83 \pm 2,25$  бали, що свідчить про зменшення обмежень активності до рівня помірного функціонального дефіциту. Отримані значення показника LEFS підтверджують відновлення здатності пацієнтів до самостійного пересування та виконання базових побутових навантажень. У контрольній групі, де застосовувався стандартний підхід, показник LEFS наприкінці дослідження досяг  $33,46 \pm 1,94$  бали. Незважаючи на позитивну динаміку, зафіксований рівень балів вказує на збереження суттєвих труднощів при виконанні складніших рухових завдань. Різниця між групами наприкінці курсу склала 9,37 бала, що перевищує показник мінімально важливої клінічної різниці для даної шкали. Це дає підстави стверджувати, що інтеграція функціональних засобів та лімфодренажних технік забезпечує більш виражений кумулятивний ефект, сприяючи швидшому досягненню пацієнтами функціональної автономності порівняно зі стандартними протоколами.

### **Висновки**

Встановлено, що пацієнти на ранньому етапі реабілітації після оперативного лікування вогнепальних переломів гомілки характеризуються суттєвим обмеженням життєдіяльності та низьким рівнем функціональних можливостей. Вихідні показники за шкалою LEFS у межах 10–11 балів у поєднанні з виразним больовим синдромом свідчать про високу залежність військовослужбовців від сторонньої допомоги та додаткових засобів опори.

Доведено, що застосування комплексної програми з поєднанням технік лімфодренажного масажу та пропріоцептивних вправ з прогресивним осьовим навантаженням на стопу забезпечує статистично значуще зниження інтенсивності болю та відновлення амплітуди рухів у суміжних суглобах. Отримані результати свідчать, що запропонований підхід дозволяє досягти функціональних показників мобільності у більш стислі терміни, тоді як при застосуванні стандартних методик повне усунення дефіциту тильного згинання стопи потребує тривалішого періоду реабілітаційного впливу.

Комплексна програма фізичної терапії дозволила пацієнтам основної групи досягти рівня  $42,83 \pm 2,25$  бала за шкалою LEFS, що відповідає переходу до категорії помірного функціонального дефіциту. Той факт, що різниця між групами наприкінці курсу перевищила показник мінімально важливої клінічної різниці, доводить доцільність інтеграції функціонального тренування для прискорення повернення військовослужбовців до самостійного виконання повсякденних навантажень.

**Перспективи подальших досліджень** полягають в оцінці тривалості збереження позитивного реабілітаційного ефекту на наступних етапах відновлення військовослужбовців. Особливої уваги потребує питання розширення запропонованого алгоритму для пацієнтів із різним ступенем складності вогнепальних уражень, зокрема при поєднанні з дефектами кісткової тканини. Окрім того, важливим напрямком є впровадження інтегрованих програм фізичної терапії в широку клінічну практику стаціонарних відділень, що дозволить стандартизувати підходи до ранньої активізації пацієнтів із бойовою травмою нижніх кінцівок.

**Список використаних джерел**

1. Mathieu, L., Choufani, C., Andro, C., de l'Escalopier, N. (2025). Management of combat-related extremity injuries in modern armed conflicts. *Orthop Traumatol Surg Res*, 111(1S), 104055. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2024.104055>
2. Eskridge, S. L., Huang, B., McQuade, A., Goldman, S. M., Dearth, C. L. (2025). Acute Complications of United States Service Members with Combat-Related Lower Extremity Limb Salvage. *J Clin Med*, 14, 3923. <https://doi.org/10.3390/jcm14113923>
3. Perez, K. G., Eskridge, S. L., Clouser, M. C., McCabe, C. T., Galarneau, M. R. (2022). A Focus on Non-Amputation Combat Extremity Injury: 2001-2018. *Mil Med*, 187(5-6), 638-643. <https://doi.org/10.1093/milmed/usab143>
4. Saunders, D., & Rose, L. (2021). Regenerative rehabilitation of catastrophic extremity injury in military conflicts and a review of recent developmental efforts. *Connective Tissue Research*, 62(1), 83-98. <https://doi.org/10.1080/03008207.2020.1776707>
5. Baum, G. R., Baum, J. T., Hayward, D., MacKay, B. J. (2022). Gunshot Wounds: Ballistics, Pathology, and Treatment Recommendations, with a Focus on Retained Bullets. *Orthop Res Rev*, 5(14), 293-317. <https://doi.org/10.2147/ORR.S378278>
6. Elsenosy, A. M., Yousef, A. S., Hassan, E. et al. (2025). Early Versus Delayed Weight-Bearing Following Tibial Plateau Fracture Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*, 17(10), e95185. <https://doi.org/10.7759/cureus.95185>
7. Canton, G., Sborgia, A., Dussi, M. et al. (2022). Early weight bearing in tibial plateau fractures treated with ORIF: a systematic review of literature. *J Orthop Surg Res*, 17, 261. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03156-8>
8. Thng, C. B., & Sun, J. M. (2025). Current Insights into Post-Traumatic Lymphedema. *Trauma Care*, 5(4), 24. <https://doi.org/10.3390/traumacare5040024>
9. Kadam, A., Wani, S., Gadekar, G. et al. (2024). Effect of early weight bearing program with conventional physiotherapy on functional outcomes in surgically treated proximal tibia fracture: a pilot randomized controlled trial. *Arch Orthop Trauma Surg*, 144(6), 2481-2489. <https://doi.org/10.1007/s00402-024-05347-w>
10. Ratter, J., Pellekooren, S., Wiertsema, S. et al. (2022). Content validity and measurement properties of the Lower Extremity Functional Scale in patients with fractures of the lower extremities: a systematic review. *J Patient Rep Outcomes*, 6(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s41687-022-00417-2>
11. Majewski-Schrage, T., Snyder, K. (2016). The Effectiveness of Manual Lymphatic Drainage in Patients With Orthopedic Injuries. *J Sport Rehabil*, 25(1), 91-97. <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0222>
12. Hoyt, B. W., Pavey, G. J., Pasquina, P. F. et al. (2015). Rehabilitation of Lower Extremity Trauma: a Review of Principles and Military Perspective on Future Directions. *Curr Trauma Rep*, 1, 50-60. <https://doi.org/10.1007/s40719-014-0004-5>
13. Tang, K., Huang, L., Lin, X. et al. (2025). Effect of early weight bearing on rehabilitation in ankle fractures with syndesmotic injuries. *Sci Rep*, 15(1), 34957. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-18920-z>
14. Wang, C., Li, C. (2025). Early weight-bearing after ankle fracture surgery: a systematic review and meta-analysis of functional outcomes and safety. *J Orthop Surg Res*, 20(1), 785. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-06216-x>