

**МІНІСТЕРСТВО МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ**

Факультет магістратури, заочного навчання та підвищення кваліфікації
Кафедра терапії, реабілітації та медичних дисциплін

САСІН ВІКТОР МИХАЙЛОВИЧ

**КОРЕКЦІЯ СТЕРЕОТИПУ ХОДЬБИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПІСЛЯ
ОПЕРАТИВНОГО ВТРУЧАННЯ З ПРИВОДУ УШКОДЖЕННЯ
ПЕРЕДНЬОЇ ХРЕСТОПОДІБНОЇ ЗВ'ЯЗКИ**

Кваліфікаційна робота

Освітній рівень	другий (магістерський) рівень
Галузь знань	01 Освіта/Педагогіка
Спеціальність	017 Фізична культура і спорт
Спеціалізація	Фізкультурно-спортивна реабілітація

Науковий керівник: Рубан Лариса Анатоліївна, кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент

Харків - 2026

АНОТАЦІЯ **магістерської роботи**

Сасін Віктор Михайлович. Корекція стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки.

Актуальність дослідження. Статистичних даних щодо пошкоджень ПКС у військовослужбовців в Україні майже відсутні, проте через специфіку служби ця травма є поширеною. Військовослужбовці часто піддаються ризику травм колінних суглобів, а саме: розриви мениску та передньої хрестоподібної зв'язки внаслідок прямого удару в коліно або при падінні, що може призвести до нестабільності суглоба, болю та набряку [15, 28, 37].

Корекція стереотипу ходьби після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки є тривалим, поетапним процесом, спрямованим на нормалізацію біомеханіки руху, підвищення нейром'язового контролю та відновлення функціональної здатності [31, 43, 51]. Раннє відновлення амплітуди руху в колінному суглобі [37, 40, 54], стереотипу ходьби засобами фізкультурно-спортивної реабілітації дозволяє мінімізувати ризики повторного травмування та забезпечити повернення військовослужбовців в ряди ЗСУ.

Мета дослідження – дослідити вплив програми корекції стереотипу ходьби засобами фізкультурно-спортивної реабілітації у військовослужбовців з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати науково-методичну літературу з питань порушень та відновлення стереотипу ходьби після ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки.

2. Визначити особливості порушення стереотипу ходьби та функціонального стану колінного суглоба військовослужбовців при ушкодженні передньої хрестоподібної зв'язки.
3. Розробити програму фізкультурно-спортивної реабілітації, спрямовану на корекцію стереотипу ходьби військовослужбовців після ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки.
4. Оцінити ефективність запропонованої програми за показниками біомеханіки ходьби та функціонального стану колінного суглоба військовослужбовців.

Матеріал і методи: Дослідження проводили протягом 2024–2025 років в три етапи на двох базах. В ДП «Клінічний санаторій «Роца»» з 7 дня після хірургічного втручання початок роботи з чоловіками за програмою. Тривалість програми 21 день. В спортивному клубі «Рекорд» з чоловіками займалися кожен день з 22 дня реабілітації до 90 днів. Загальна тривалість програми 3 місяці. Дослідження проведено за участю 9 військовослужбовців віком 27–36 років, які зазнали ушкодження ПХЗ колінного суглоба під час виконання службово-бойових завдань. До початку військової служби всі обстежені особи систематично займалися спортом на професійному рівні, що зумовлювало високі вимоги до функціонального стану опорно-рухового апарату, зокрема колінних суглобів, а також до якості рухових навичок і стереотипу ходьби. Для даної категорії осіб відновлення функції колінного суглоба має особливе значення не лише з точки зору повернення до повсякденної активності та виконання службових обов'язків, але й з позицій можливості подальшого повернення до спортивної діяльності після завершення військової служби.

Методи дослідження: теоретичні методи, клініко-функціональні методи: Lachman test, Pivot-shift test, Anterior drawer test, Manual Muscle Testing, вимірювання обсягу рухів у колінному суглобі за допомогою гоніометрії, педагогічні методи, методи математичної статистики.

Об'єкт дослідження – фізкультурно-спортивна реабілітація при ушкодженні передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба.

Предмет дослідження – корекція стереотипу ходьби військовослужбовців засобами фізкультурно-спортивної реабілітації після оперативного лікування передньої хрестоподібної зв'язки на тренувальному руховому режимі.

Результати: Програма корекції стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки ґрунтувалася на сучасних положеннях фізкультурно-спортивної реабілітації та біомеханіки рухів і була спрямована на поетапне відновлення фізіологічної ходи з урахуванням специфіки військової служби та попереднього спортивного досвіду пацієнтів. Методика фізкультурно-спортивної реабілітації військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки була спрямована на поетапне відновлення функціонального стану колінного суглоба та корекцію порушеного стереотипу ходьби з урахуванням вікових особливостей (27–36 років), попереднього спортивного досвіду та специфіки військової діяльності. Реабілітаційні заходи реалізовувалися на основі принципів індивідуалізації, поступовості, функціональної спрямованості та безперервного контролю. Відновлення нормального стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки здійснювалося з використанням комплексного підходу, що поєднував засоби кінезіотерапії, лікувального масажу, міостимуляції та фізіотерапевтичних процедур. Застосування цих засобів було диференційоване відповідно до етапів реабілітаційної програми та функціонального стану колінного суглоба. За результатами мануального м'язового тестування встановлено, що у військовослужбовців, які завершили програму реабілітації, сила основних м'язових груп нижньої кінцівки досягала рівня 4–5 балів, що відповідало функціональним вимогам до спортивної діяльності. Дані гоніометричного

обстеження підтвердили відновлення фізіологічного обсягу рухів у колінному суглобі, зокрема повного розгинання та достатнього згинання, необхідних для виконання бігових, стрибкових і координаційно складних рухів. Результати клінічних тестів стабільності (Lachman test, Anterior drawer test, Pivot-shift test) після завершення програми відповідали 0–1 балу, що свідчило про відсутність клінічно значущої передньої нестабільності.

Після впровадження програми фізкультурно-спортивної реабілітації зафіксовано достовірне покращення показників стабільності колінного суглоба ($p < 0,05$). Зменшення середніх балів у клінічних тестах свідчить про ефективне відновлення функціональної надійності зв'язкового апарату, що є ключовою умовою нормалізації опорної фази ходьби та забезпечення безпечних динамічних навантажень. Гоніометричний аналіз показав значне збільшення активного та пасивного обсягу рухів у колінному суглобі ураженої кінцівки. Після завершення програми показники згинання та розгинання наблизилися до рівня неураженої кінцівки, що вказує на відновлення симетрії рухів та формування фізіологічного стереотипу ходьби. Особливо важливим є відновлення повного розгинання колінного суглоба, оскільки його дефіцит істотно порушує біомеханіку ходьби та бігу.

Висновки: Після завершення реабілітаційної програми відзначено нормалізацію результатів клінічних тестів стабільності колінного суглоба, достовірне збільшення обсягу активних і пасивних рухів, а також досягнення рівня 90–95% від показників неураженої кінцівки за більшістю функціональних тестів, що відповідає сучасним критеріям готовності до повернення до спортивної діяльності. Отримані результати підтверджують доцільність її використання у системі фізкультурно-спортивної реабілітації з метою безпечного повернення до спорту та зниження ризику повторного ушкодження.

Ключові слова: військослужбовці, передня хрестоподібна зв'язка, стереотип ходьби, фізкультурно-спортивна реабілітація.

ABSTRACT

final qualifying paper

Sasin Viktor. Correction of walking patterns in military personnel after surgery for anterior cruciate ligament injuries

Relevance of the study. There is almost no statistical data on PCL injuries among military personnel in Ukraine, but due to the specific nature of military service, this injury is common. Military personnel are often at risk of knee joint injuries, namely meniscus and anterior cruciate ligament tears due to a direct blow to the knee or a fall, which can lead to joint instability, pain, and swelling [15, 28, 37].

Correcting gait patterns after anterior cruciate ligament reconstruction is a long, step-by-step process aimed at normalizing the biomechanics of movement, improving neuromuscular control, and restoring functional ability [31, 43, 51]. Early restoration of the range of motion in the knee joint [37, 40, 54] and gait pattern through physical and sports rehabilitation minimizes the risk of re-injury and ensures the return of military personnel to the Armed Forces of Ukraine.

The aim of the study is to investigate the effect of a program for correcting gait patterns through physical and sports rehabilitation in military personnel with anterior cruciate ligament injuries.

Research objectives:

1. To analyze scientific and methodological literature on disorders and restoration of walking patterns after anterior cruciate ligament injuries.
2. To identify the characteristics of walking pattern disorders and the functional state of the knee joint in military personnel with anterior cruciate ligament injuries.
3. To develop a physical education and sports rehabilitation program aimed at correcting the gait pattern of military personnel after anterior cruciate ligament injury.

4. To evaluate the effectiveness of the proposed program based on indicators of gait biomechanics and the functional state of the knee joint in military personnel.

Materials and methods: The study was conducted in 2024–2025 in three stages at two bases. At the Roscha Clinical Sanatorium, work with men began on the program 7 days after surgery. The duration of the program was 21 days. At the Record Sports Club, men exercised every day from the 22nd day of rehabilitation to the 90th day. The total duration of the program was 3 months. The study was conducted with the participation of 9 military personnel aged 27–36 who suffered damage to the knee joint during the performance of combat duties. Before starting military service, all the people who were checked out were into sports at a professional level, which meant they had high demands on the functional state of their musculoskeletal system, especially their knee joints, as well as on the quality of their motor skills and walking pattern. For this category of individuals, restoration of knee joint function is of particular importance not only in terms of returning to daily activities and performing official duties, but also in terms of the possibility of returning to sports activities after completing military service.

Research methods: theoretical methods, clinical and functional methods: Lachman test, Pivot-shift test, Anterior drawer test, Manual Muscle Testing, measurement of the range of motion in the knee joint using goniometry, pedagogical methods, methods of mathematical statistics.

The object of the study is physical and sports rehabilitation for anterior cruciate ligament injuries of the knee joint.

The subject of the study is the correction of the walking pattern of military personnel by means of physical culture and sports rehabilitation after surgical treatment of the anterior cruciate ligament in a training movement regime.

Results: The program for correcting the walking pattern of military personnel after surgery for anterior cruciate ligament injury was based on modern principles of physical education and sports rehabilitation and biomechanics of movements and was aimed at the gradual restoration of physiological gait, taking

into account the specifics of military service and the previous sports experience of patients. The methodology of physical and sports rehabilitation of military personnel after surgery for anterior cruciate ligament injury was aimed at the gradual restoration of the functional state of the knee joint and correction of the disturbed walking pattern, taking into account age characteristics (27–36 years), previous sports experience, and the specifics of military activity. Rehabilitation measures were implemented based on the principles of individualization, gradualness, functional orientation, and continuous monitoring. The restoration of normal gait patterns in military personnel after surgery for anterior cruciate ligament injury was carried out using a comprehensive approach that combined kinesiotherapy, therapeutic massage, myostimulation, and physiotherapy procedures. The use of these methods was differentiated according to the stages of the rehabilitation program and the functional state of the knee joint. Manual muscle testing showed that the strength of the main muscle groups of the lower extremities in military personnel who completed the rehabilitation program reached a level of 4–5 points, which met the functional requirements for sports activities. Goniometric examination data confirmed the restoration of the physiological range of motion in the knee joint, in particular full extension and sufficient flexion, necessary for running, jumping, and coordination-intensive movements. The results of clinical stability tests (Lachman test, Anterior drawer test, Pivot-shift test) after completion of the program corresponded to 0–1 points, indicating the absence of clinically significant anterior instability.

After the implementation of the physical and sports rehabilitation program, a significant improvement in knee joint stability indicators was recorded ($p < 0.05$). The decrease in average scores in clinical tests indicates effective restoration of the functional reliability of the ligamentous apparatus, which is a key condition for normalizing the support phase of walking and ensuring safe dynamic loads. Goniometric analysis showed a significant increase in the active and passive range of motion in the knee joint of the affected limb. After completing the program, the flexion and extension indicators approached the level of the unaffected limb,

indicating the restoration of symmetry of movements and the formation of a physiological walking pattern. The restoration of full extension of the knee joint is especially important, since its deficiency significantly disrupts the biomechanics of walking and running.

Conclusions: After completing the rehabilitation program, normalization of the results of clinical tests of knee joint stability, a significant increase in the range of active and passive movements, as well as the achievement of 90–95% of the indicators of the unaffected limb in most functional tests were noted, which meets the current criteria for readiness to return to sports activities. The results confirm the feasibility of its use in physical and sports rehabilitation for the purpose of safe return to sports and reducing the risk of re-injury.

Keywords: military personnel, anterior cruciate ligament, gait pattern, physical and sports rehabilitation.

ЗМІСТ

ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВІДНОВЛЕННЯ СТЕРЕОТИПУ ХОДЬБИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПІСЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ВТРУЧАННЯ З ПРИВОДУ УШКОДЖЕННЯ ПЕРЕДНЬОЇ ХРЕСТОПОДІБНОЇ ЗВ'ЯЗКИ	14
1.1. Анатомо-біомеханічна характеристика колінного суглоба та роль передньої хрестоподібної зв'язки	15
1.1.1. Механізми ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки у військовослужбовців	19
1.2. Порушення стереотипу ходьби після оперативного втручання на передньої хрестоподібної зв'язки	22
1.3. Сучасні підходи до відновлення ходьби після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки	26
Висновки до 1 розділу	29
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	31
2.1. Методи дослідження	31
2.2. Організація дослідження	37
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ КОРЕКЦІЇ СТЕРЕОТИПУ ХОДЬБИ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПІСЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕДНЬОЇ ХРЕСТОПОДІБНОЇ ЗВ'ЯЗКИ	39
3.1. Принципи побудови програми корекції стереотипу ходьби військовослужбовців засобами фізкультурно-спортивної реабілітації	39
3.2. Структура та етапи програми корекції стереотипу ходьби військовослужбовців	42
3.3. Засоби кінезіотерапії у відновленні нормальної ходьби військовослужбовців	43

3.4. Аналіз ефективності програми корекції стереотипу ходьби	50
3.5. Оцінка готовності військовослужбовців до повернення до спортивної діяльності	58
Висновки до 3 розділу	63
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОДЕРЖАНИХ ДАНИХ	65
ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70

ВСТУП

Ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки є однією з найбільш поширених і функціонально значущих травм колінного суглоба у спортсменів, у тому числі серед військовослужбовців, які в умовах війни були змушені перервати спортивну кар'єру та зазнали підвищених фізичних і психоемоційних навантажень [3, 10, 14]. Навіть після хірургічного відновлення цілісності зв'язкового апарату у значної частини осіб зберігаються порушення стереотипу ходьби, асиметрія рухів і зниження нейром'язового контролю, що унеможлиблює безпечне повернення до тренувального та змагального процесу.

З огляду на необхідність відновлення спортивної працездатності після завершення військової служби, особливої актуальності набуває розробка та наукове обґрунтування програм фізкультурно-спортивної реабілітації, спрямованих на корекцію стереотипу ходьби як базової складової підготовки спортсменів до повноцінного повернення в спорт та профілактики повторних травм.

Мета дослідження – дослідити вплив програми корекції стереотипу ходьби засобами фізкультурно-спортивної реабілітації у військовослужбовців з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки.

Завдання дослідження:

4. Проаналізувати науково-методичну літературу з питань порушень та відновлення стереотипу ходьби після ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки.
5. Визначити особливості порушення стереотипу ходьби та функціонального стану колінного суглоба військовослужбовців при ушкодженні передньої хрестоподібної зв'язки.

6. Розробити програму фізкультурно-спортивної реабілітації, спрямовану на корекцію стереотипу ходьби військовослужбовців після ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки.

7. Оцінити ефективність запропонованої програми за показниками біомеханіки ходьби та функціонального стану колінного суглоба військовослужбовців.

Об'єкт дослідження – фізкультурно-спортивна реабілітація при ушкодженні передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба.

Предмет дослідження – корекція стереотипу ходьби військовослужбовців засобами фізкультурно-спортивної реабілітації після оперативного лікування передньої хрестоподібної зв'язки на тренувальному руховому режимі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Кваліфікаційну роботу виконано згідно пріоритетного тематичного «Здоров'я формуючі технології та процес фізичної терапії осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп» (2019-2024 рр.). Номер державної реєстрації 0119U102115.

Особистий внесок магістранта. Магістрантом самостійно обґрунтовано актуальність теми, визначено мету і завдання дослідження, розроблено та впроваджено програму корекції стереотипу ходьби у військовослужбовців засобами фізкультурно-спортивної реабілітації, організовано та проведено реабілітаційний експеримент, здійснено оцінку стереотипу ходьби й функціонального стану колінного суглоба, виконано статистичну обробку результатів, сформульовано висновки.

Апробація результатів дослідження. Результати роботи доповідались на науково-практичному семінарі кафедри, міжнародній конференції «Актуальні питання сучасного масажу» конференції магістрантів.

Обсяг і структура роботи. Робота написана на 77 сторінках комп'ютерної верстки і складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (57). У роботі представлені таблиці (7), рисунки (7), схема (1).

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВІДНОВЛЕННЯ ХОДЬБИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПІСЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕДНЬОЇ ХРЕСТОПОДІБНОЇ ЗВ'ЯЗКИ

Порушення стереотипу ходьби є одним із найпоширеніших функціональних наслідків після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки (ПКС). Зміни біомеханіки опорної та махової фази, асиметрія навантаження, зниження сили квадрицепса та дефіцит пропріоцепції можуть зберігатися до 6–12 місяців, що підвищує ризик повторної травми та розвитку гонартрозу. Тому корекція ходьби є ключовою складовою реабілітаційної програми [26, 33, 42].

Статистичних даних щодо пошкоджень ПКС у військовослужбовців в Україні майже відсутні, проте через специфіку служби ця травма є поширеною. Військовослужбовці часто піддаються ризику травм колінних суглобів, а саме: розриви мениску та передньої хрестоподібної зв'язки внаслідок прямого удару в коліно або при падінні, що може призвести до нестабільності суглоба, болю та набряку [15, 28, 37].

На відміну від цивільного населення, військові піддаються екстремальним навантаженням, що поєднують силові, швидкісні, вибухові та ударні рухи, а також мають значну вагу спорядження. Пошкодження ПКС у військовослужбовців є поширеною травмою опорно-рухового апарату, яка призводить до зниження боєздатності, втрати функціональної стабільності колінного суглоба та обмеження можливості виконувати службові обов'язки. Через це частота пошкоджень ПКС у них є вищою, а наслідки — більш критичними для професійної діяльності [16, 17, 22].

Корекція стереотипу ходьби після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки є тривалим, поетапним процесом, спрямованим на

нормалізацію біомеханіки руху, підвищення нейром'язового контролю та відновлення функціональної здатності [31, 43, 51]. Раннє відновлення амплітуди руху в колінному суглобі [37, 40, 54], стереотипу ходьби засобами фізкультурно-спортивної реабілітації дозволяє мінімізувати ризики повторного травмування та забезпечити повернення військовослужбовців в ряди ЗСУ.

1.1. Анатомо-біомеханічна характеристика колінного суглоба та роль передньої хрестоподібної зв'язки

Колінний суглоб є одним із найбільш функціонально навантажених суглобів опорно-рухового апарату людини, який забезпечує опору, амортизацію та передачу механічних навантажень під час ходьби, бігу, стрибків і виконання складних координаційних рухів. Анатомічно колінний суглоб утворений стегноюю та великогомілковою кістками, а також надколінком, і належить до складних комбінованих суглобів, що поєднують властивості блокоподібного та виросткового суглобів.

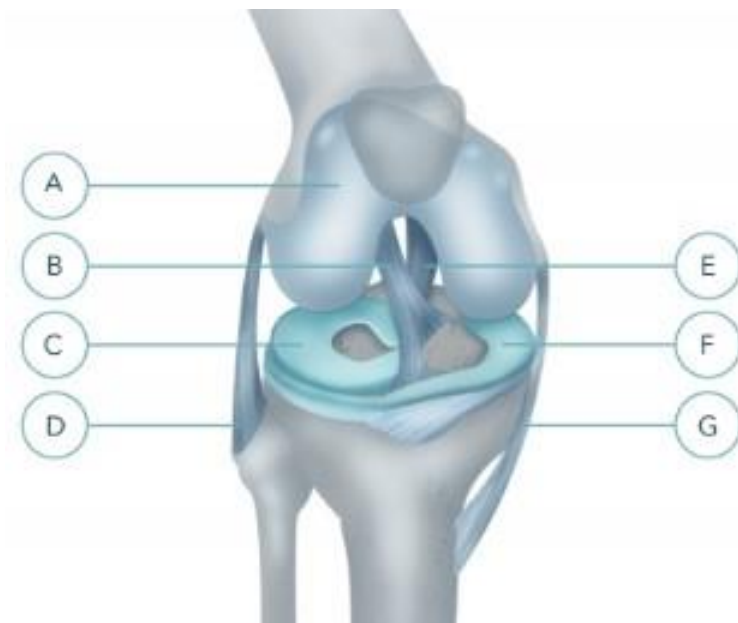
Стабільність колінного суглоба забезпечується взаємодією пасивних і активних стабілізаторів. До пасивних стабілізаторів належать суглобова капсула, меніски та зв'язковий апарат, зокрема передня та задня хрестоподібні, а також колатеральні зв'язки. Активну стабілізацію здійснюють м'язи стегна та гомілки, насамперед чотириголовий і двоголовий м'язи стегна, які відіграють ключову роль у контролі рухів у сагітальній площині [9, 12, 19, 25, 49].

Передня хрестоподібна зв'язка (ПХЗ) розташована в центральній частині колінного суглоба, бере початок від переднього міжвиросткового поля великогомілкової кістки та прикріплюється до внутрішньої поверхні латерального виростка стегнової кістки. Основною функцією ПХЗ є обмеження переднього зміщення великогомілкової кістки відносно стегнової,

а також контроль ротаційних рухів коліна, особливо під час динамічних навантажень [36, 44, 46, 56].

Передня хрестоподібна зв'язка є однією з ключових стабілізуючих структур колінного суглоба, яка забезпечує з'єднання між стегною та великогомілковою кістками. ПХЗ розташована внутрішньосуглобово, але позасиновіально, оскільки її поверхня вкрита тонким шаром синовіальної мембрани. Зв'язка бере початок від задньої частини внутрішньої поверхні латерального виростка стегнової кістки та прямує до передньої міжвиросткової ділянки великогомілкової кістки (рис. 1.1).

Зображення взято з інтернет джерел



А – суглобовий хрящ
 В – передня хрестоподібна зв'язка
 С – зовнішній (латеральний) меніск
 D – малогомілкова (зовнішня) колатеральна зв'язка
 Е – задня хрестоподібна зв'язка
 F – внутрішній (медіальний) меніск
 G – великогомілкова (внутрішня) колатеральна зв'язка

Рис. 1.1. Правий колінний суглоб (вид спереду, без наколіннику)

Анатомічно ПХЗ складається з двох основних пучків:

- ✓ передньо-медіального (АМ-пучка) – забезпечує стабілізацію переважно при згинанні коліна;
- ✓ задньо-латерального (ЗЛ-пучка) – активніший у положенні розгинання.

Кожен з пучків виконує специфічну роль залежно від положення кінцівки, що зумовлює складність біомеханіки та важливість анатомічно точного відтворення структури під час реконструктивних операцій.

ПХЗ складається переважно з щільної волокнистої сполучної тканини, основними структурними компонентами якої є: колагенові волокна типу I (до 90 %); еластичні волокна; фібробласти та фіброцити; протеоглікани міжклітинного матриксу [23, 32].

Колагенові волокна орієнтовані паралельно до механічної осі зв'язки, що забезпечує їй високу стійкість до розтягування. Мікроскопічно волокна утворюють щільні пучки, які адаптуються до функціонального навантаження. За нормальних умов ПХЗ витримує навантаження понад 2000–2500 Н, що забезпечує стабільність під час рухів зі значними зсувними й ротаційними компонентами [].

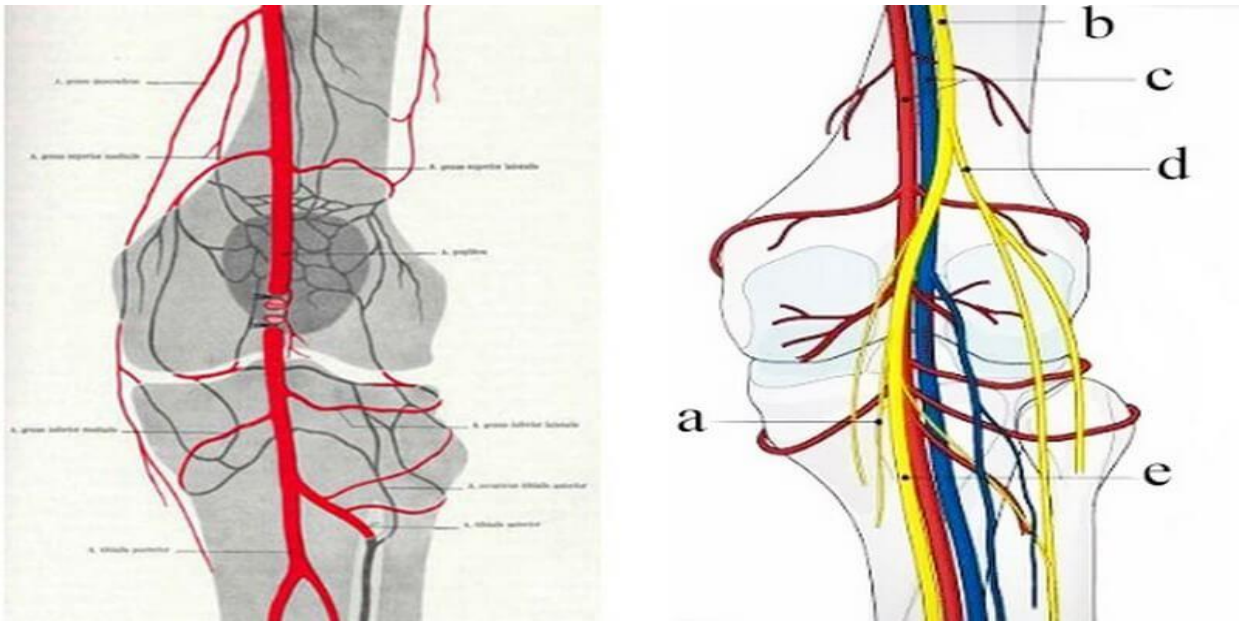
Вміст води в тканині сягає 60–70 %, що забезпечує в'язкоеластичні властивості зв'язки: вона здатна дещо подовжуватися під дією сили і повертатися до початкової довжини після її усунення.

Кровопостачання та іннервація

ПХЗ має відносно низький рівень васкуляризації, що істотно впливає на процеси її загоєння та відновлення після травми. Основне кровопостачання забезпечується гілками середньої колатеральної артерії коліна, що походить від підколінної артерії. Периферична васкуляризація слабка, а центральна частина зв'язки практично аваскулярна.

Іннервація представлена сенсорними нервовими закінченнями: механорецептори (тільця Пачіні, Руффіні) – відповідають за пропріоцепцію; вільні нервові закінчення – забезпечують ноцицепцію.

Саме тому ушкодження ПХЗ супроводжується не лише механічною нестабільністю, але й порушенням пропріоцепції, що зумовлює необхідність включення нейром'язових вправ у програму реабілітації.



- a. Ікроніжний нерв b. Великогомілковий нерв c. Підколінна артерія/вена
 d. Загальний малогомілковий нерв e. Великогомілковий нерв

Рис. 1.2. Кровопостачання та іннервація надколінка та колінного суглоба

Функціональна роль передньої хрестоподібної зв'язки [8, 33, 35]

Передня хрестоподібна зв'язка виконує декілька критично важливих функцій у біомеханіці колінного суглоба:

1. Обмеження переднього зміщення великогомілкової кістки відносно стегнової. ПХЗ є основним стабілізатором у сагітальній площині та запобігає так званому «передньому висуванню» гомілки.
2. Контроль внутрішньої ротації великогомілкової кістки
 У поєднанні зі ЗЛ-пучком зв'язка стабілізує суглоб під час різких поворотів і маневрів.
3. Запобігання вальгусним і варусним перевантаженням
 Хоча ці функції переважно виконують колатеральні зв'язки, ПХЗ бере участь у комплексній стабілізації.
4. Забезпечення пропріоцептивного контролю рухів. Завдяки механорецепторам зв'язка бере участь у регуляції м'язової активності, координації та реакційної стабілізації.

З біомеханічної точки зору ПХЗ відіграє провідну роль у забезпеченні стабільності колінного суглоба під час фази опори при ходьбі, коли на суглоб діють значні осьові, зсувні та ротаційні сили. Порушення цілісності зв'язки призводить до змін кінематики колінного суглоба, появи компенсаторних рухів у суміжних суглобах і формування патологічного стереотипу ходьби, що проявляється асиметрією кроку, зменшенням фази опори на ушкоджену кінцівку та зниженням ефективності рухів [2, 13, 30, 47].

Травма передньої хрестоподібної зв'язки найчастіше виникає внаслідок поєднання таких механічних чинників: різка зміна напрямку руху або ротація коліна при фіксованій стопі; надмірне переднє зміщення гомілки; нестабільність у фронтальній площині (вальгусний стрес); приземлення після стрибка із недостатньою м'язовою координацією [34, 57].

Особливо високий ризик травми характерний для військовослужбовців, спортсменів, а також осіб, які виконують швидкі, вибухові або ротаційні рухи нижньої кінцівки.

Таким чином, анатоμο-біомеханічні особливості колінного суглоба та ключова роль передньої хрестоподібної зв'язки у забезпеченні його стабільності зумовлюють необхідність цілеспрямованої корекції рухових порушень після оперативного втручання, зокрема відновлення правильного стереотипу ходьби як основи подальшої функціональної та спортивної реабілітації.

1.1.1. Механізми ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки у військовослужбовців

Ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки у військовослужбовців зумовлені поєднанням високих фізичних навантажень, специфічних умов службово-бойової діяльності та підвищеного ризику травматизму. На відміну від цивільного населення, військовослужбовці часто виконують рухові дії в

умовах дефіциту часу, обмеженої видимості, нерівного рельєфу та додаткового обтяження у вигляді спорядження, що суттєво збільшує навантаження на колінний суглоб [55].

Основними механізмами ушкодження ПХЗ є безконтактні та контактні травми. Безконтактний механізм найчастіше пов'язаний із різкою зміною напрямку руху, раптовою зупинкою, приземленням після стрибка або ротацією тулуба при фіксованій стопі. У таких умовах виникає надмірне переднє зміщення великогомілкової кістки та внутрішня ротація колінного суглоба, що перевищує міцнісні можливості передньої хрестоподібної зв'язки [5-7].

Контактні ушкодження ПХЗ у військовослужбовців виникають внаслідок прямого або непрямого зовнішнього впливу, зокрема під час падінь, зіткнень, ударів, вибухової хвилі або різкого поштовху в ділянку стегна чи гомілки. Такі механізми часто поєднуються з ушкодженням інших структур колінного суглоба — менісків, колатеральних зв'язок і суглобового хряща, що ускладнює перебіг відновлення [18].

Контактні ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки у військовослужбовців виникають внаслідок прямого або непрямого зовнішнього механічного впливу на колінний суглоб, що призводить до перевищення фізіологічних меж стабільності зв'язкового апарату. На відміну від безконтактних травм, контактні ушкодження характеризуються раптовою дією значних зовнішніх сил, які часто поєднуються з нефізіологічним положенням кінцівки та високою швидкістю руху [38, 48].

Прямий контактний механізм ушкодження ПХЗ реалізується внаслідок удару або тиску, спрямованого безпосередньо в ділянку колінного суглоба, переважно з передньої або латеральної поверхні. Такий вплив викликає різке заднє зміщення стегнової кістки або переднє зміщення великогомілкової кістки відносно стегна, що створює надмірне навантаження на передню хрестоподібну зв'язку. У військових умовах подібні ситуації виникають під

час падінь, зіткнень з іншими військовослужбовцями або технікою, а також при впливі вибухової хвилі [50].

Непрямий контактний механізм ушкодження ПХЗ пов'язаний із передачею сили на колінний суглоб через інші сегменти кінцівки або тулуба. Зокрема, удар у ділянку стегна або тазу може спричинити різку зміну напрямку руху, внутрішню або зовнішню ротацію коліна при фіксованій стопі, що призводить до комбінованого навантаження на ПХЗ. Такі механізми характерні для ситуацій втрати рівноваги, різких поштовхів або падінь з висоти в умовах обмеженого контролю положення тіла.

Особливістю контактних ушкоджень ПХЗ у військовослужбовців є часте поєднання з іншими травматичними ураженнями колінного суглоба, зокрема розривами менісків, ушкодженням медіальної та латеральної колатеральних зв'язок, а також суглобового хряща. Це зумовлено високою енергією травмуючого впливу та складними багатоплощинними навантаженнями, що діють на суглоб у момент травми.

Неконтактні ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки у військовослужбовців виникають без прямого зовнішнього впливу на колінний суглоб та зумовлені поєднанням біомеханічних, нейром'язових і функціональних чинників, що реалізуються під час виконання складних рухових дій. За даними сучасних досліджень, саме неконтактний механізм є домінуючим у структурі розривів ПХЗ та особливо характерним для осіб, діяльність яких пов'язана з високою динамікою рухів і значними фізичними навантаженнями.

Ключовим патобіомеханічним чинником неконтактного ушкодження ПХЗ є різка зміна кінематичних параметрів руху за умови недостатнього нейром'язового контролю. Типовими ситуаціями є раптова зупинка, різка зміна напрямку руху, приземлення після стрибка або виконання повороту тулуба при фіксованій стопі. У таких умовах виникає комбінація переднього зсуву великогомілкової кістки, внутрішньої ротації та вальгусного

положення колінного суглоба, що призводить до критичного навантаження на ПХЗ [39].

У військовослужбовців значну роль у формуванні неконтактних ушкоджень відіграє виконання рухів у стані фізичної втоми, яка знижує точність м'язової активації та швидкість захисних рефлексорних реакцій. Порушення взаємодії між чотириголовим м'язом стегна та м'язами-згиначами гомілки, зокрема зниження активності задньої групи м'язів стегна, сприяє збільшенню переднього зсуву великогомілкової кістки та зростанню навантаження на ПХЗ [45].

Важливим фактором ризику неконтактних ушкоджень є носіння бойового спорядження, яке змінює центр маси тіла, підвищує інерційні сили та ускладнює контроль положення нижніх кінцівок під час руху. Додаткове навантаження посилює осьовий тиск на колінний суглоб та збільшує амплітуду компенсаторних рухів, що підвищує ймовірність травмування навіть за відсутності зовнішнього контакту. Крім того, тривалі марш-кидки, біг по пересіченій місцевості, стрибки з висоти та виконання тактичних маневрів у стані втоми сприяють зниженню нейром'язового контролю і підвищують ймовірність травматизації колінного суглоба [11, 25].

Таким чином, механізми ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки у військовослужбовців мають багатофакторний характер і поєднують біомеханічні, функціональні та зовнішні чинники, що зумовлює необхідність комплексного підходу до профілактики та реабілітації з особливим акцентом на відновлення стабільності колінного суглоба та правильного стереотипу рухів.

1.2. Порушення стереотипу ходьби після оперативного втручання на передньої хрестоподібної зв'язки

Стереотип ходьби — це комплексна, автоматизована та висококоординована форма локомоторної діяльності людини, яка забезпечує

переміщення тіла у просторі з мінімальними енергетичними затратами та максимальною стабільністю. Формування стереотипу ходьби є результатом взаємодії центральної нервової системи, опорно-рухового апарату, сенсомоторних систем та пропріоцептивної регуляції [4].

Нейрофізіологічні основи формування стереотипу ходьби. Основою формування ходьби є робота центральних генераторів ходи (Central Pattern Generators, CPG), розташованих у спинному мозку. Вони створюють ритмічні рухові патерни нижніх кінцівок навіть за відсутності довільного контролю кори головного мозку. Кінетичні та кінематичні параметри руху коригуються вищими центрами: моторною корою, мозочком, базальними гангліями, соматосенсорною корою [20, 21].

Периферична регуляція здійснюється за допомогою пропріорецепторів м'язів, зв'язок, капсул суглобів та шкіри, які забезпечують безперервний сенсорний зворотний зв'язок, необхідний для підтримання рівноваги, стабільності та оптимальної довжини кроку.

Біомеханічна структура циклу ходьби [24]. Цикл ходьби - це час від моменту, коли п'ятка однієї ноги торкається землі, до моменту, коли та ж сама п'ятка торкається землі знову, або повторюваний патерн, що складається з кроків і переміщень. Цикл ходи поділяється на дві фази, які далі поділяються на підфази:

1. Фаза опори (60% циклу ходи) – під час якої деяка частина стопи контактує з землею:

- ✓ Початковий контакт (торкання п'ятою)
- ✓ Завантаження стопи (реакція на навантаження)
- ✓ Середина опорної фази (стійка на одній нозі)
- ✓ Завершальний етап опорної фази (підйом п'яти)
- ✓ Підготовчий етап махової фази (підйом великого пальця)

2. Фаза маху (40% циклу ходи) – під час якої стопа не контактує з землею(10):

- ✓ Початковий етап махової фази (прискорення)

- ✓ Середній етап махової фази
- ✓ Завершальний етап махової фази (уповільнення) (рис. 1.3).

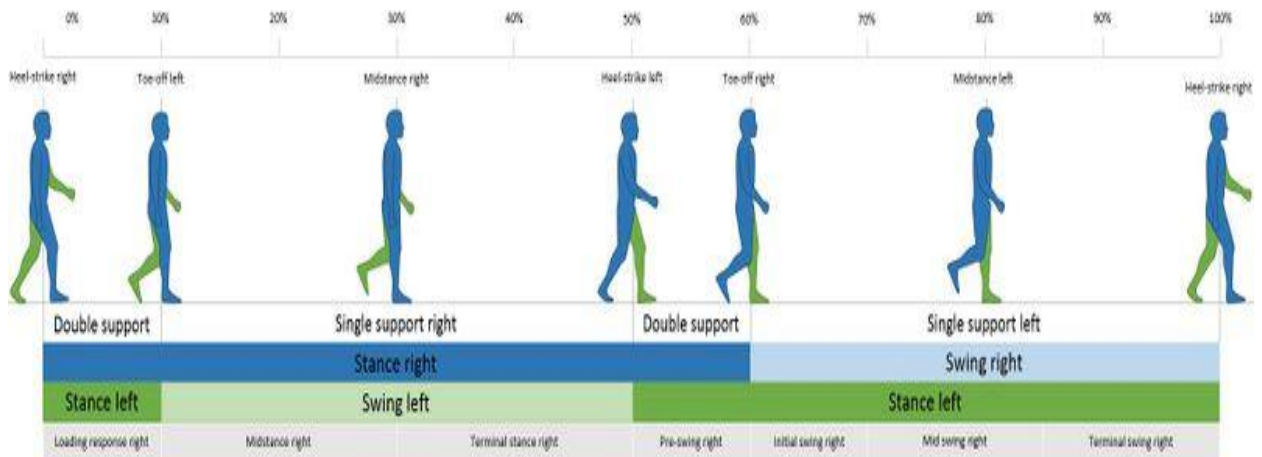


Рис. 1.3 Цикл ходи (https://www.physio-pedia.com/File:Gait_cycle.jpg)

Кожна з фаз містить підфази:

Фаза опори:

- ✓ Initial Contact — початковий контакт;
- ✓ Loading Response — прийом ваги;
- ✓ Mid Stance — середня опора;
- ✓ Terminal Stance — кінцева опора;
- ✓ Pre-Swing — передмах.

Фаза переносу:

- ✓ Initial Swing — початковий мах;
- ✓ Mid Swing — середній мах;
- ✓ Terminal Swing — кінцевий мах.

Кожна підфаза відображає визначену послідовність м'язової активності, переміщення центрів маси та зміни моментів сили, що забезпечують плавність та ефективність руху.

Кінематичні та кінетичні характеристики ходьби

Під час нормальної ходьби спостерігаються характерні зміни кутів у суглобах:

- у кульшовому суглобі: від розгинання до 10–20° до згинання до 30–35°;

- у колінному суглобі: згинання до 60° у фазі маху;
- у гомілковостопному суглобі: дорзальне згинання до 10–15° та плантарне — до 20°.

Основні кінетичні параметри забезпечуються взаємодією сил реакції опори, моментів сили гравітації та активності м'язів нижніх кінцівок і тулуба. Ефективний стереотип ходьби передбачає: мінімальні вертикальні коливання центру мас; симетричні параметри кроку; економічність енергетичних витрат.

М'язовий компонент стереотипу ходьби.

М'язи нижніх кінцівок працюють у чітко визначених функціональних ланцюгах:

- квадрицепс — стабілізує колінний суглоб у фазі прийому ваги;
- підколінні м'язи — контролюють рух гомілки, забезпечують згинання коліна у фазі маху;
- камбалоподібний і литковий м'язи — формують відштовхування;
- м'язи-стабілізатори тазу (*m. gluteus medius*) — запобігають боковій нестабільності.

Порушення активності хоча б одного м'язового ланцюга призводить до компенсаційних змін у суглобах та порушення нормального стереотипу ходьби.

Фактори, що впливають на формування стереотипу ходьби

Формування та підтримання нормального стереотипу залежить від:

- структурної цілісності опорно-рухового апарату;
- пропріоцептивної чутливості;
- стану нервово-м'язової провідності;
- сили і витривалості м'язів нижніх кінцівок;
- стабільності тазу і корпусу;
- рівня фізичної підготовленості.

Особливо значимим є стан колінного суглоба і його зв'язкового апарату, адже ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки суттєво порушує механіку кроку. При нестабільності ПХЗ виникають:

асиметрія кроків,

зменшення довжини кроку на ураженій стороні,

зниження швидкості ходьби,

надмірна активація підколінних м'язів як компенсаторний механізм,

ротаційна нестабільність під час зміни напрямку.

Отже, після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки у більшості пацієнтів, зокрема військовослужбовців, зберігаються порушення стереотипу ходьби, що проявляються асиметрією кроку, зменшенням тривалості фази опори на ушкоджену кінцівку, обмеженням амплітуди рухів у колінному суглобі та змінами міжм'язової координації. Такі порушення зумовлені не лише структурними змінами в суглобі, а й недостатнім відновленням нейром'язового контролю, пропріоцепції та функціональної стабільності коліна. Формування компенсаторних рухових патернів у ранньому післяопераційному періоді може призводити до перевантаження суміжних суглобів, підвищення ризику повторних травм і зниження рухової та професійної працездатності. У зв'язку з цим корекція стереотипу ходьби повинна розглядатися як обов'язковий і цілеспрямований компонент фізичної терапії після реконструкції ПХЗ, особливо у військовослужбовців та спортсменів, орієнтованих на повернення до повноцінної фізичної і спортивної діяльності.

1.3. Сучасні підходи до відновлення ходьби після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки

Відновлення стереотипу ходьби після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки є одним із ключових завдань реабілітації, оскільки якість ходьби визначає рівень функціональної готовності пацієнта до

повсякденної, професійної та спортивної діяльності. Сучасні підходи до реабілітації базуються на принципах ранньої активізації, індивідуалізації навантажень, поетапності та функціональної спрямованості втручань [1, 29, 41].

Одним із провідних напрямів сучасної реабілітації є раннє відновлення осьового навантаження та нормалізація фази опори під час ходьби. Доведено, що тривале обмеження навантаження на ушкоджену кінцівку сприяє формуванню патологічних рухових патернів, тому сучасні протоколи передбачають поступове відновлення повної опори за умови адекватного контролю болю, набряку та стабільності колінного суглоба. Важливе значення надається тренуванню симетрії кроку та рівномірному розподілу навантаження між нижніми кінцівками [29, 52].

Значний акцент у відновленні ходьби після реконструкції ПХЗ робиться на відновлення нейром'язового контролю та пропріоцептивної чутливості. Застосування вправ на стабілізацію колінного суглоба, балансування на нестабільних поверхнях, а також завдань із сенсомоторною стимуляцією сприяє покращенню координації рухів і зменшенню ризику формування компенсаторних механізмів. Такі підходи є особливо актуальними для військовослужбовців та спортсменів, діяльність яких потребує високого рівня координації та контролю рухів.

Сучасні програми терапії та реабілітації також передбачають цілеспрямовану корекцію м'язового дисбалансу, що виникає після оперативного втручання. Особлива увага приділяється відновленню функції чотириголового м'яза стегна та задньої групи м'язів стегна, які відіграють ключову роль у стабілізації колінного суглоба під час ходьби. Поєднання ізотонічних, ізометричних і функціональних вправ дозволяє забезпечити поступовий перехід від ізольованого зміцнення м'язів до складних рухових дій [29, 37, 54].

Важливим сучасним підходом є використання функціонально орієнтованих вправ, які імітують умови реальної рухової діяльності.

Тренування ходьби з варіацією швидкості, напрямку руху, довжини кроку та ритму сприяє формуванню адаптивних рухових стратегій і підвищує ефективність відновлення. У військовослужбовців додатково застосовуються вправи з урахуванням носіння спорядження та виконання тактичних рухів.

Окреме місце в сучасних підходах до відновлення ходьби після реконструкції ПХЗ займає біомеханічний аналіз рухів із використанням відеоаналізу, тредміл-тренування та, за можливості, інструментальних методів оцінки ходьби. Отримані дані дозволяють об'єктивно оцінити якість стереотипу ходьби та своєчасно коригувати програму фізичної терапії відповідно до індивідуальних особливостей пацієнта.

Таким чином, сучасні підходи до відновлення ходьби після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки ґрунтуються на комплексному поєднанні ранньої активізації, нейром'язового тренування, корекції м'язового дисбалансу та функціонально спрямованих вправ. Реалізація цих підходів створює передумови для відновлення фізіологічного стереотипу ходьби та безпечного повернення військовослужбовців і спортсменів до професійної та спортивної діяльності.

У сучасній літературі реабілітація після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки розглядається як багатофакторний процес, що включає поетапну мобілізацію, нейром'язове тренування та корекцію ходьби. Одним із класичних підходів є рання мобілізація пацієнта, розроблена на базі протоколів Каролінського інституту (Швеція) та клініки Shelbourne (США). За цими протоколами пацієнтів активізують уже в перші тижні після операції, що дозволяє відновлювати стабільні патерни ходьби та безпечно повертатися до щоденної активності протягом 4–7 тижнів без використання милиць чи ортезів за умови тісної співпраці між хірургом, пацієнтом і фізіотерапевтом [55].

Універсальними елементами більшості протоколів реабілітації є поетапність і фазовість: від зменшення болю та набряку в ранньому періоді до нарощування м'язової сили та контролю рухів у пізніх стадіях.

Doroshenko, Naida, Kitsak і Liakhovych (2019) підкреслюють важливість етапної реабілітації, при якій відновлення ходьби інтегрується з корекцією функціонального стану м'язів і стабільності суглоба в кожній фазі післяопераційного періоду [51].

Комплексний підхід до реабілітації, що включає стабілометрію, механотерапію, лікувальну гімнастику та стимуляцію м'язів, запропонований Роем, Русановою та Кравчук (2019). Автори зазначають, що така програма дозволяє статистично достовірно покращити симетрію параметрів ходьби (наприклад, довжину кроку) у пацієнтів, які проходять відновлення за сучасними протоколами порівняно з традиційними методами фізичної терапії.

Окремі програми, представлені Грубаром та співавторами (2021), включають комплексний підхід із врахуванням фазовості післяопераційного періоду. У цих методиках підкреслюється поступове збільшення навантаження, поєднання механотерапії, електроміостимуляції та спеціальних вправ, що сприяє не лише кращому обсягу рухів у колінному суглобі, але й швидшому відновленню тону м'язів, що має прямий вплив на нормалізацію ходьби.

Також сучасні автори, зокрема Семика, Реміняк і Без'язична (2020), пропонують алгоритм реабілітаційного втручання, який включає комплексну оцінку, планування втручань, їх здійснення та контроль результатів. Такий алгоритмічний підхід дозволяє систематизувати процес відновлення і забезпечити плавний перехід від раннього до пізнього етапу реабілітації, що позитивно впливає на формування фізіологічного стереотипу ходьби після реконструкції ПХЗ [32].

Висновки до 1 розділу

1. Проведений теоретичний аналіз наукових джерел дозволив встановити, що ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки є однією з найпоширеніших

травм колінного суглоба у військовослужбовців, зокрема осіб із спортивним минулим, що обумовлено поєднанням високих фізичних навантажень, екстремальних умов діяльності та впливу контактних і неконтактних механізмів травмування. Анатомо-біомеханічні особливості колінного суглоба та провідна роль передньої хрестоподібної зв'язки у забезпеченні його стабільності зумовлюють суттєві порушення кінематики та кінетики нижньої кінцівки після її ушкодження й оперативного втручання.

2. Встановлено, що після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки у військовослужбовців формуються стійкі порушення стереотипу ходьби, які проявляються асиметрією кроку, зниженням опорної функції оперованої кінцівки та компенсаторними руховими реакціями. Навіть за умови анатомічно успішного хірургічного лікування такі порушення можуть зберігатися тривалий час, що негативно впливає на функціональну готовність до виконання службових і спортивних завдань.

3. Аналіз сучасних науково обґрунтованих підходів до фізкультурно-спортивної реабілітації показав, що найбільш ефективними є комплексні, поетапні програми реабілітації, які поєднують ранню активізацію, розвиток м'язової сили, нейром'язовий контроль, пропріоцептивне тренування та спеціалізовану корекцію ходьби. Важливу роль відіграє використання алгоритмізованих моделей реабілітації та біомеханічного аналізу рухів, що дозволяє індивідуалізувати навантаження та об'єктивно оцінювати ефективність відновлення.

Таким чином, узагальнення матеріалів розділу 1 підтверджує доцільність цілеспрямованого впровадження сучасних, індивідуалізованих програм корекції стереотипу ходьби у військовослужбовців після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки, що є необхідною умовою їх безпечного повернення до професійної діяльності та спортивної практики.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети та виконання завдань дослідження було використано комплекс взаємодоповнювальних методів, що забезпечили всебічний аналіз стану опорно-рухового апарату, особливостей стереотипу ходьби та ефективності реабілітаційних заходів у військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки.

2.1. Методи дослідження

Теоретичні методи. Застосовано аналіз, систематизацію та узагальнення сучасних наукових джерел з питань анатомо-біомеханічних особливостей колінного суглоба, механізмів ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки, порушень стереотипу ходьби та сучасних підходів до фізкультурно-спортивної реабілітації після реконструкції ПХЗ.

Клініко-функціональні методи. Для підтвердження ефективності програми фізкультурно-спортивної реабілітації проводили клінічне обстеження військовослужбовців, що включало збір анамнестичних даних, оцінювання м'язової сили за мануальним м'язовим тестуванням, а також визначення стабільності колінного суглоба з використанням клінічних тестів (Lachman test, Pivot-shift test, Anterior drawer test), вимірювання обсягу рухів у колінному суглобі за допомогою гоніометрії (<https://langs.physio-pedia.com/uk/gait-definitions-uk/>).

Оцінювання м'язової сили здійснювали за допомогою *мануального м'язового тестування (Manual Muscle Testing, MMT)* відповідно до загальноприйнятої п'ятибальної шкали. Визначали силу основних м'язових груп нижньої кінцівки, зокрема чотириголового та двоголового м'язів стегна,

сідничних м'язів, а також м'язів гомілки. Рівень м'язової сили оцінювали за здатністю пацієнта виконувати активні рухи в повному обсязі з подоланням сили тяжіння та додаткового опору дослідника. Отримані результати використовували для порівняльного аналізу між ураженою та неураженою кінцівками, а також для оцінки динаміки відновлення в процесі реабілітаційних заходів (<https://langs.physio-pedia.com/uk/gait-definitions-uk/>).

Методика визначення стабільності колінного суглоба (Lachman test). Оцінювання стабільності колінного суглоба здійснювали за допомогою тесту Лахмана (Lachman test), який є одним із найбільш інформативних клінічних тестів для виявлення передньої нестабільності, зумовленої ушкодженням або недостатністю передньої хрестоподібної зв'язки. Обстеження проводили у положенні пацієнта лежачи на спині з розслабленими м'язами нижньої кінцівки. Колінний суглоб згинали під кутом приблизно 20–30°, що забезпечує мінімальний вплив м'язового напруження на результати тестування (рис.2.1).



Рис. 2.1. Методика оцінювання стабільності колінного суглоба за допомогою тесту Лахмана (Lachman test)

Дослідник фіксував стегно однією рукою, тоді як іншою рукою здійснював переднє зміщення великогомілкової кістки відносно стегнової. Оцінювали величину переднього зміщення гомілки та характер кінцевого відчуття («end-feel»), порівнюючи результати ураженої та неураженої

кінцівок. Тест вважали позитивним за наявності збільшеного переднього зсуву великогомілкової кістки та відсутності або зниження щільності кінцевого опору, що свідчило про недостатність передньої хрестоподібної зв'язки.

Результати тесту інтерпретували за якісною шкалою:

- негативний тест — відсутність патологічного переднього зміщення;
- слабо позитивний — незначне збільшення зсуву порівняно з контралатеральною кінцівкою;
- помірно позитивний — чітко виражене збільшення переднього зміщення;
- різко позитивний — значне переднє зміщення без чіткого кінцевого опору.

Отримані дані використовували для оцінки функціональної стабільності колінного суглоба до початку реабілітаційних заходів та після їх завершення, а також для визначення ефективності відновлення зв'язкового апарату у процесі фізичної терапії.

Методика визначення стабільності колінного суглоба (Pivot-shift test). Оцінювання ротаційної стабільності колінного суглоба проводили за допомогою тесту Pivot-shift, який є інформативним клінічним методом діагностики функціональної недостатності передньої хрестоподібної зв'язки. Обстеження виконували в положенні пацієнта лежачи на спині з повністю розслабленими м'язами нижньої кінцівки (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Методика оцінювання стабільності колінного суглоба за допомогою тесту Pivot-shift

Дослідник однією рукою утримував гомілку у положенні внутрішньої ротації, іншою — прикладав вальгусне навантаження на колінний суглоб. Повільно згинаючи коліно від положення повного розгинання до приблизно 30–40°, оцінювали наявність підвивиху та характерного «ковзання» або раптового зміщення великогомілкової кістки відносно стегнової, що вказує на ротаційну нестабільність.

Тест вважали позитивним у разі виникнення відчутного або візуально помітного підвивиху великогомілкової кістки з подальшим її самовільним вправленням під час згинання колінного суглоба. Ступінь вираженості позитивного результату оцінювали якісно за такими градаціями:

- негативний тест — відсутність патологічних зміщень;
- слабо позитивний — незначне ковзання без чіткого підвивиху;
- помірно позитивний — виражене ковзання з короткочасним підвивихом;
- різко позитивний — значний підвивих із чітким «clunk»-ефектом.

Результати тесту Pivot-shift використовували для оцінки динаміки ротаційної стабільності колінного суглоба до початку та після завершення курсу фізичної терапії, а також для комплексної характеристики функціонального стану колінного суглоба у військовослужбовців після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки.

Методика визначення стабільності колінного суглоба (Anterior Drawer Test). Оцінювання передньої стабільності колінного суглоба здійснювали за допомогою тесту передньої шухляди (Anterior Drawer Test), який застосовується для виявлення переднього зміщення великогомілкової кістки відносно стегнової та оцінки функціонального стану передньої хрестоподібної зв'язки. Обстеження проводили у положенні пацієнта лежачи на спині з зігнутих у колінному суглобі під кутом приблизно 90° та стопою, зафіксованою на поверхні кушетки для запобігання руху (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Методика визначення стабільності колінного суглоба (Anterior Drawer Test).

Дослідник розміщував обидві руки на проксимальній частині гомілки нижче колінного суглоба, охоплюючи її великими пальцями у ділянці суглобової щілини, та здійснював переднє тягнення великогомілкової кістки. Під час виконання тесту оцінювали величину переднього зміщення гомілки та характер кінцевого опору, порівнюючи результати ураженої та контралатеральної кінцівок.

Тест вважали позитивним за наявності надмірного переднього зміщення великогомілкової кістки без чіткого кінцевого опору, що свідчило про недостатність передньої хрестоподібної зв'язки. Результати інтерпретували за якісною шкалою:

- негативний тест - відсутність патологічного переднього зсуву;
- слабо позитивний - незначне збільшення зсуву;
- помірно позитивний - чітко виражене переднє зміщення;
- різко позитивний - значне переднє зміщення з відсутністю стабільного кінцевого опору.

Отримані дані використовували для комплексної оцінки стабільності колінного суглоба до початку та після завершення курсу реабілітації, а також для порівняльного аналізу з результатами тестів Лахмана та Pivot-shift з метою підвищення достовірності клінічної оцінки.

Вимірювання обсягу рухів у колінному суглобі за допомогою *гоніометрії*. Оцінювання обсягу рухів у колінному суглобі проводили за допомогою *стандартного клінічного гоніометра*, що дозволяє об'єктивно визначати активні та пасивні кути згинання та розгинання суглоба. Пацієнт перебував у положенні лежачи на спині, при цьому таз та стегно фіксували для виключення компенсаторних рухів. Гоніометр розташовували вздовж поздовжньої осі стегна та гомілки, центр інструмента суміщали з латеральним надколінком.

Процедура вимірювання включала:

Активне розгинання та згинання колінного суглоба — пацієнт самостійно виконував рухи в межах больового порогу.

Пасивне розгинання та згинання — дослідник допомагав руху, фіксуючи кінцевий обсяг без перевищення больового порогу (рис. 2.4).



Рис. 2.4 Методика гоніометрії для оцінювати відновлення функціональної мобільності колінного суглоба

Отримані значення записували в градусах ($^{\circ}$) і використовували для порівняння ураженої та контралатеральної кінцівок, а також для оцінки динаміки відновлення після курсу реабілітації. Використання гоніометрії

дозволяє кількісно оцінювати відновлення функціональної мобільності колінного суглоба та визначати ефективність реабілітаційної програми.

Педагогічні методи. Застосовано педагогічне спостереження, педагогічний експеримент та аналіз динаміки показників у процесі реалізації програми фізкультурно-спортивної реабілітації, спрямованої на корекцію стереотипу ходьби.

Методи математичної статистики. Для обробки отриманих результатів використовувалися методи описової статистики в Excel 2020. (середнє значення, стандартне відхилення), а також методи порівняльного аналізу з визначенням рівня статистичної значущості змін ($p < 0,05$). Було визначено такі показники: середнє значення величини – \bar{X} ; стандартна помилка середнього арифметичного – m ; середнє квадратичне відхилення – σ ; дисперсія вибірки – D ; критерій достовірності Ст'юдента – t ; ступінь істотності – p . У випадках відмінності груп при $p < 0,05$ ми оцінювали як статистично значущі, при $p > 0,05$ – статистично незначущі.

2.2. Організація дослідження

Дослідження проводили протягом 2024–2025 років в три етапи на двох базах. В ДП «Клінічний санаторій «Роща»» з 7 дня після хірургічного втручання початок роботи з чоловіками за програмою. Тривалість програми 21 день. В спортивному клубі «Рекорд» з чоловіками займалися кожен день з 22 дня реабілітації до 90 днів. Загальна тривалість програми 3 місяці.

На першому етапі був проведений аналіз і обробка науково-методичної літератури. Проаналізовано основні підходи що до застосування засобів фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах колінного суглоба, зокрема передньої хрестоподібної зв'язки на ранньому відновному періоді.

На другому етапі було проведено первинне обстеження чоловіків на базі ДП «Клінічний санаторій «Роща»».

Дослідження проведено за участю 9 військовослужбовців віком 27–36 років, які зазнали ушкодження ПХЗ колінного суглоба під час виконання службово-бойових завдань. До початку військової служби всі обстежені особи систематично займалися спортом на професійному рівні, що зумовлювало високі вимоги до функціонального стану опорно-рухового апарату, зокрема колінних суглобів, а також до якості рухових навичок і стереотипу ходьби. Для даної категорії осіб відновлення функції колінного суглоба має особливе значення не лише з точки зору повернення до повсякденної активності та виконання службових обов'язків, але й з позицій можливості подальшого повернення до спортивної діяльності після завершення військової служби.

У зв'язку з цим актуальним є застосування програми корекції стереотипу ходьби засобами фізкультурно-спортивної реабілітації, спрямованої на відновлення стабільності колінного суглоба, м'язової сили, обсягу рухів з урахуванням високих функціональних вимог, притаманних особам зі спортивним минулим.

На третьому етапі дослідження була проведено формувальний педагогічний експеримент. Проведено обробку отриманих даних, оцінку ефективності розробленої програми корекції стереотипу ходьби засобами фізкультурно-спортивної реабілітації. В результаті роботи нами були зроблені обґрунтовані висновки та дані рекомендації для подальшої самостійної роботи респондентам.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ КОРЕКЦІЇ СТЕРЕОТИПУ ХОДЬБИ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПІСЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПЕРЕДНЬОЇ ХРЕСТОПОДІБНОЇ ЗВ'ЯЗКИ

3.1. Принципи побудови програми корекції стереотипу ходьби військовослужбовців засобами фізкультурно-спортивної реабілітації

Програма корекції стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки ґрунтувалася на сучасних положеннях фізкультурно-спортивної реабілітації та біомеханіки рухів і була спрямована на поетапне відновлення фізіологічної ходи з урахуванням специфіки військової служби та попереднього спортивного досвіду пацієнтів.

1. *Принцип індивідуалізації.* Програма будувалася з урахуванням віку, рівня фізичної підготовленості, виду попередньої спортивної діяльності, характеру оперативного втручання, термінів післяопераційного періоду та ступеня функціональних порушень колінного суглоба. Індивідуальний підхід дозволяв оптимально дозувати навантаження та коригувати зміст реабілітаційних заходів.

2. *Принцип поетапності та поступового навантаження.* Корекція стереотипу ходьби здійснювалася поетапно — від відновлення обсягу рухів і м'язової сили до формування правильних просторово-часових характеристик ходи та інтеграції навичок у складні рухові умови. Збільшення інтенсивності та складності вправ відбувалося поступово, відповідно до функціональних можливостей військовослужбовців.

3. *Принцип біомеханічної доцільності.* Усі вправи та рухові завдання добиралися з урахуванням біомеханіки колінного суглоба, ролі передньої хрестоподібної зв'язки у стабілізації та кінематики нижньої кінцівки під час

ходьби. Особлива увага приділялася симетрії рухів, контролю осьового положення кінцівки та запобіганню патологічним компенсаціям.

4. *Принцип відновлення м'язового балансу.* Програма передбачала гармонійний розвиток сили та витривалості м'язів-стабілізаторів колінного суглоба, зокрема чотириголового і задньої групи м'язів стегна, сідничних та м'язів гомілки. Відновлення м'язового балансу є необхідною умовою формування стабільної та економічної ходьби.

5. *Принцип сенсомоторної та пропріоцептивної корекції.* Важливим компонентом програми була активація пропріоцептивних механізмів та сенсомоторного контролю рухів. Використовували вправи на рівновагу, нестабільні опори, зміну швидкості та напрямку руху, що сприяло відновленню координації та автоматизації стереотипу ходьби.

6. *Принцип функціональної спрямованості.* Корекція стереотипу ходьби здійснювалася в умовах, максимально наближених до реальних вимог військової діяльності та майбутнього повернення до спорту. Застосовували вправи з елементами прискорення, гальмування, перенесення вантажу, ходьби по нерівній поверхні.

7. *Принцип безперервного контролю та зворотного зв'язку.* Ефективність програми оцінювали шляхом регулярного контролю обсягу рухів (гоніометрія), м'язової сили (ММТ) та стабільності колінного суглоба (клінічні тести). Отримані результати використовували для своєчасної корекції реабілітаційних заходів.

Методика фізкультурно-спортивної реабілітації військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки була спрямована на поетапне відновлення функціонального стану колінного суглоба та корекцію порушеного стереотипу ходьби з урахуванням вікових особливостей (27–36 років), попереднього спортивного досвіду та специфіки військової діяльності. Реабілітаційні заходи реалізовувалися на основі принципів індивідуалізації, поступовості, функціональної спрямованості та безперервного контролю.

3.2. Структура та етапи програми корекції стереотипу ходьби військовослужбовців

Організація дослідження передбачала реалізацію поетапної програми фізкультурно-спортивної реабілітації, що включала відновлювально-адаптаційний, функціонально-корекційний та функціонально-прикладний етапи.

Послідовне застосування засобів фізкультурно-спортивної реабілітації з постійним контролем м'язової сили, стабільності та обсягу рухів забезпечувало цілеспрямовану корекцію стереотипу ходьби та підвищення функціональної готовності військовослужбовців після ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки.

Методика передбачала поетапну побудову реабілітаційного процесу. На початковому етапі основну увагу приділяли відновленню обсягу рухів у колінному суглобі, зменшенню залишкових больових відчуттів та формуванню адекватної опори на уражену кінцівку під час ходьби. Застосовували дозовані активні та пасивні вправи, елементи лікувальної гімнастики та корекційні вправи для нормалізації просторово-часових характеристик кроку.

На основному етапі акцент робили на відновленні м'язової сили та балансу м'язів-стабілізаторів колінного суглоба (чотириголового, задньої групи м'язів стегна, сідничних і литкових м'язів), розвитку пропріоцепції та сенсомоторного контролю. Використовували вправи з опором, балансувальні вправи, елементи координаційного тренування та корекцію ходьби на різних швидкостях і типах поверхні.

Заключний етап методики був спрямований на інтеграцію відновленого стереотипу ходьби у функціонально складні умови, наближені до реальних вимог військової служби та можливого повернення до спортивної діяльності (схема 3.1).

Схема 3.1. Структура та етапи програми корекції стереотипу ходьби військовослужбовців (n=9)

Мета етапу	Основні засоби	Очікуваний результат	Методи контролю
I етап – відновлювально-адаптаційний 3 тижні (кінезіотерапія, масаж, магнітотерапія, міостимуляція)			
Відновлення обсягу рухів, формування адекватної опори на уражену кінцівку, усунення грубих порушень ходьби	Активні та пасивні вправи для колінного суглоба; ізометричні та динамічні вправи для м'язів стегна і гомілки; корекційна ходьба	Збільшення амплітуди рухів, зменшення асиметрії ходьби	ММТ; клінічне спостереження, гоніометрія
II етап – функціонально-корекційний 4 – 8 тижнів (кінезіотерапія, міостимуляція)			
Відновлення м'язової сили, м'язового балансу та стабільності колінного суглоба	Силові вправи з дозованим опором; пропріоцептивні та балансувальні вправи; ходьба зі зміною темпу і швидкості	Покращення стабільності, формування правильного ритму та координації ходьби	ММТ; клінічні тести (Lachman, Pivot-shift, Anterior drawer);
III етап – функціонально-прикладний 9–12 тижні (кінезіотерапія, міостимуляція)			
Інтеграція відновленого стереотипу ходьби у професійну та спортивну діяльність	Ходьба з прискоренням і гальмуванням; зміна напрямку руху; вправи з додатковим навантаженням		Комплексна функціональна оцінка

Застосовували вправи з елементами прискорення, гальмування, зміни напрямку руху, перенесення додаткового навантаження та імітацію рухів, характерних для службово-бойових і спортивних ситуацій.

Ефективність методики оцінювали шляхом систематичного контролю показників м'язової сили (мануальне м'язове тестування), стабільності колінного суглоба (клінічні тести Lachman, Pivot-shift, Anterior drawer) та обсягу рухів (гоніометрія), що дозволяло своєчасно коригувати навантаження та зміст реабілітаційних заходів.

3.3. Засоби кінезіотерапії у відновленні нормальної ходьби військовослужбовців

Відновлення нормального стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки здійснювалося з використанням комплексного підходу, що поєднував засоби кінезіотерапії, лікувального масажу, міостимуляції та фізіотерапевтичних процедур. Застосування цих засобів було диференційоване відповідно до етапів реабілітаційної програми та функціонального стану колінного суглоба.

І етап – відновлювально-адаптаційний (орієнтовна тривалість 3 тижні)

На першому етапі реабілітації основна увага приділялася зменшенню залишкових функціональних обмежень, підготовці тканин до активної рухової роботи та формуванню початкової опорної функції ураженої кінцівки.

Засоби реабілітації:

Кінезіотерапія 20–30 хв 5 разів на тиждень:

✓ активні та пасивні вправи для відновлення згинання і розгинання колінного суглоба - 8–12 повторень, 2–3 підходи у кожному занятті;

✓ ізометричні вправи для м'язів стегна і гомілки утримання 5–7 с, 6–10 повторень у кожному занятті;

✓ корекційна ходьба з візуальним та тактильним контролем 10-15 хв.

Корекційна ходьба з візуальним та тактильним контролем застосовувалася з метою формування правильного стереотипу ходьби, підвищення усвідомленості рухів та відновлення міжм'язової координації нижніх кінцівок. Візуальний контроль забезпечувався за допомогою дзеркал, маркерів на підлозі та відеозворотного зв'язку, що дозволяло військовослужбовцям самостійно коригувати положення тулуба, таза та нижніх кінцівок у різні фази кроку.

Тактильний контроль реалізовувався шляхом мануальних підказок фахівця з фізкультурно-спортивної реабілітації, використання еластичних стрічок, тактильних орієнтирів та контактного зворотного зв'язку, спрямованого на активацію ключових м'язових груп (квадрицепс, сідничні м'язи, м'язи гомілки). Поєднання візуального та тактильного контролю сприяло покращенню пропріоцептивної чутливості, зменшенню компенсаторних рухів та відновленню симетрії кроку.

Заняття проводилися у повільному та середньому темпі з поступовим ускладненням умов (зміна швидкості, довжини кроку, напрямку руху), що забезпечувало адаптацію до функціональних навантажень та підготовку до побутової і спортивної ходьби.

Дозування

- тривалість виконання: 10–15 хв у межах одного заняття;
- кратність: 3–5 разів на тиждень;
- етап застосування: від раннього функціонального до спортивно-орієнтованого етапу реабілітації;
- інтенсивність: індивідуально дозована, з урахуванням больових відчуттів та рівня функціональної готовності.

Лікувальний масаж: 3–4 рази на тиждень, 15–20 хв, 8–10 сеансів: сегментарно-рефлекторний та локальний масаж м'язів стегна і гомілки для

покращення трофіки, зменшення м'язового напруження та стимуляції кровообігу.

Сегментарно-рефлекторний та локальний масаж застосовувався як складова комплексної програми фізкультурно-спортивної реабілітації з метою нормалізації м'язового тону, покращення крово- та лімфообігу, зменшення больового синдрому та стимуляції відновних процесів у тканинах ураженої нижньої кінцівки. Сегментарно-рефлекторний масаж здійснювався з урахуванням рефлексогенних зон відповідних сегментів спинного мозку, що забезпечувало опосередкований вплив на функціональний стан колінного суглоба та нервово-м'язову регуляцію рухів.

Локальний масаж м'язів стегна та гомілки був спрямований на основні м'язові групи, задіяні у стабілізації колінного суглоба та реалізації стереотипу ходьби, зокрема квадрицепс стегна, м'язи задньої групи стегна, литкові та передній великогомілковий м'язи. Використовувалися прийоми погладження, розтирання, розминання та вібрації з урахуванням функціонального стану м'язів і етапу реабілітації.

Поєднання сегментарно-рефлекторного та локального масажу сприяло зменшенню м'язового спазму, покращенню еластичності м'яких тканин, підвищенню пропріоцептивної чутливості та створювало сприятливі умови для подальшого виконання кінезіотерапевтичних вправ і корекційної ходьби.

Міостимуляція: 10–15 хв кожен день, електростимуляція чотириголового м'яза стегна з метою попередження атрофії та відновлення нервово-м'язової активації. Міостимуляція застосовувалася як допоміжний метод фізкультурно-спортивної реабілітації з метою активації ослаблених м'язових груп, профілактики атрофії та покращення нервово-м'язової провідності у військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки. Основна увага приділялася стимуляції квадрицепса стегна, м'язів задньої групи стегна та м'язів гомілки, які відіграють ключову роль у стабілізації колінного суглоба та формуванні правильного стереотипу ходьби.

Міостимуляція проводилася з використанням імпульсних струмів із параметрами, адаптованими до функціонального стану м'язів та етапу реабілітації. Метод сприяв покращенню м'язової активації, підвищенню сили скорочення, зменшенню м'язового дисбалансу та оптимізації пропріоцептивного контролю. Застосування міостимуляції перед або після кінезіотерапевтичних занять підвищувало ефективність активних вправ та сприяло швидшому відновленню рухових функцій.

Дозування: тривалість одного сеансу: 10–20 хв; кратність: 2–3 рази на тиждень; курс: 8–12 процедур; параметри стимуляції: частота 35–50 Гц, тривалість імпульсу 200–400 мкс.

Примітка. Міостимуляція використовувалася як додатковий засіб і не замінювала активні методи реабілітації, а поєднувалася з кінезіотерапією, масажем і корекційною ходьбою, що забезпечувало комплексний вплив на відновлення рухової функції.

Фізіотерапевтичні процедури: магнітотерапія, ультразвукова терапія для зменшення набряку та стимуляції регенеративних процесів, щоденно, 10–15 хв, 10–12 разів.

Магнітотерапія застосовувалася як складова комплексної програми фізкультурно-спортивної реабілітації військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки з метою зменшення больового синдрому, протизапальної дії та стимуляції репаративних процесів у тканинах колінного суглоба. Вплив змінного або імпульсного магнітного поля сприяв покращенню мікроциркуляції, зменшенню набряку та нормалізації трофіки м'яких тканин. Застосування магнітотерапії на ранніх та функціональних етапах реабілітації дозволяло знизити вираженість післяопераційних проявів, підвищити толерантність до фізичних навантажень та створити оптимальні умови для подальшого виконання кінезіотерапевтичних вправ і корекційної ходьби. Метод характеризується доброю переносимістю та може використовуватися у поєднанні з іншими фізіотерапевтичними засобами.

Дозування: тривалість одного сеансу: 15–20 хв; кратність: 1 раз на добу або через день; курс: 8–12 процедур; індукція магнітного поля: 20–40 мТл; режим: імпульсний або змінний; етап застосування: ранній відновний та функціональний етапи реабілітації.

Примітка. Магнітотерапія застосовувалася як допоміжний метод, що підсилює ефективність активних засобів фізкультурно-спортивної реабілітації та сприяє більш швидкому та безпечному відновленню функції колінного суглоба.

Ультразвукова терапія застосовувалася як складова комплексної програми фізкультурно-спортивної реабілітації військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки з метою зменшення больового синдрому, протизапальної дії та стимуляції відновних процесів у тканинах колінного суглоба. Механічна, теплово-механічна та фізико-хімічна дія ультразвукових хвиль сприяла покращенню локального крово- та лімфообігу, зменшенню набряку, прискоренню регенерації зв'язкового апарату та м'язів.

Застосування ультразвукової терапії створювало сприятливі умови для підвищення ефективності кінезіотерапії, масажу та корекційних вправ ходьби, зменшувало рефлекторне напруження м'язів та сприяло відновленню еластичності періартикулярних тканин.

Дозування: частота ультразвуку: 0,8–1,0 МГц; інтенсивність: 0,4–0,8 Вт/см²; режим: імпульсний (ранній етап), безперервний (функціональний етап); методика: лабільна, по проєкції колінного суглоба та періартикулярних тканин; тривалість одного сеансу: 5–10 хв; кратність: 1 раз на добу або через день; курс: 6–10 процедур.

Етап застосування: Ультразвукова терапія використовувалася переважно на ранньому відновному та функціональному етапах реабілітації, з урахуванням клінічного стану військовослужбовців та відсутності протипоказань.

Примітка. Ультразвукова терапія застосовувалася як допоміжний метод, що підсилює ефективність активних реабілітаційних заходів і сприяє більш швидкому відновленню функції колінного суглоба та корекції стереотипу ходьби.

Smart-цілі: зменшення м'язової інгібіції (або атрофії), покращення тропіки, формування початкової опорної фази ходьби.

II етап – функціонально-корекційний (орієнтовна тривалість – 4-8 тижні)

На другому етапі реабілітаційні заходи були спрямовані на відновлення м'язової сили, стабільності колінного суглоба та формування правильного стереотипу ходьби.

Засоби реабілітації:

Кінезіотерапія 30–45 хв, 4–5 разів на тиждень, 15–20 разів:

✓ силові вправи з дозованим опором, 10–15 повторень, 2–3 підходи у кожному занятті;

✓ вправи для м'язів-стабілізаторів колінного суглоба, пропріоцептивні вправи на нестабільних поверхнях, 30–60 с, 3–5 повторів, у кожному занятті;

✓ тренування ходьби зі зміною темпу та швидкості, 5–10 хв у кожному занятті.

Лікувальний масаж: глибокий масаж та міофасціальні техніки для усунення м'язових дисбалансів та покращення еластичності тканин, 20–25 хв, 2–3 рази на тиждень, 6–8 сеансів.

Міостимуляція: електростимуляція м'язів-стабілізаторів для підсилення ефекту силового тренування, 15–20 хв, 2–3 рази на тиждень, 6–8 сеансів.

Фізіотерапія: лазеротерапія з метою покращення відновлення тканин, 10–15 хв, через день, 8–10 сеансів.

Smart-цілі: покращення м'язової сили, стабільності колінного суглоба, симетризація фаз кроку.

III етап – функціонально-прикладний (орієнтовна тривалість з 9 по 12 тиждень)

На завершальному етапі реабілітації основну увагу приділяли адаптації відновленого стереотипу ходьби до складних рухових умов військової служби та спортивної діяльності.

Засоби реабілітації:

Кінезіотерапія 45–60 хв, 3–4 рази на тиждень, 12–16 сеансів:

✓ вправи з прискоренням і гальмуванням, імітаційні та прикладні вправи, 10–20 повторень, 3–4 підходи, у кожному занятті;

✓ ходьба з додатковим навантаженням, зміною напрямку руху, 10–15 хв у кожному занятті.

Лікувальний масаж: відновлювальний та релаксуючий масаж після інтенсивних навантажень, 20–30 хв, 1–2 рази на тиждень, 4–6 сеансів.

Міостимуляція: вибіркоче застосування для зменшення втоми та підтримання м'язового тону, 10–15 хв, 4–6 сеансів.

Smart-цілі: стійкий, економічний стереотип ходьби, адаптований до військово-професійних і спортивних навантажень.

Поєднання кінезіотерапії з масажем, міостимуляцією та фізіотерапевтичними процедурами забезпечувало комплексний вплив на опорно-руховий апарат, сприяло прискоренню відновлення функції колінного суглоба та формуванню стабільного, симетричного й економічного стереотипу ходьби у військовослужбовців після ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки.

Методичні рекомендації. Дозування засобів фізкультурно-спортивної реабілітації здійснювалося за принципами етапності, поступового зростання навантаження та функціональної доцільності, що забезпечувало безпечне та

ефективне відновлення стереотипу ходьби у військовослужбовців після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки.

3.4. Аналіз ефективності програми корекції стереотипу ходьби

Комплексна інтерпретація отриманих результатів дозволила встановити позитивну динаміку основних функціональних показників, що безпосередньо впливають на формування раціонального стереотипу ходьби. Зменшення асиметрії рухів, покращення координації та стабільності підтверджують доцільність застосування розробленої програми корекції стереотипу ходьби у військовослужбовців після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки. Отримані результати свідчать про високу ефективність комплексного поєднання кінезіотерапії, масажу, міостимуляції та фізіотерапевтичних процедур у відновленні функціонального стану колінного суглоба та створюють підґрунтя для повернення військовослужбовців до повноцінної професійної й спортивної діяльності.

Оцінювання ефективності програми корекції стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки здійснювалося шляхом порівняльного аналізу показників до та після проходження курсу фізкультурно-спортивної реабілітації. Аналіз базувався на результатах мануального м'язового тестування, гоніометричного вимірювання обсягу рухів у колінному суглобі та клінічних тестів стабільності.

Результати мануального м'язового тестування свідчили про статистично та клінічно значуще зростання м'язової сили основних м'язових груп нижньої кінцівки. Після завершення програми у більшості військовослужбовців показники сили чотириголового м'яза стегна та м'язів-згиначів колінного суглоба наближалися до фізіологічної норми (4–5 балів за шкалою ММТ), що вказувало на відновлення активної стабілізації колінного суглоба та покращення контролю рухів під час ходьби.

Результати мануального м'язового тестування, отримані на початковому етапі дослідження, свідчили про зниження м'язової сили основних м'язових груп ураженої нижньої кінцівки. Найбільш виражений дефіцит сили спостерігався у чотириголовому м'язі стегна та м'язах-згиначах колінного суглоба, що проявлялося виконанням рухів у неповному обсязі або з подоланням лише сили тяжіння без додаткового опору (3–4 бали за шкалою ММТ). Виявлений дисбаланс між ураженою та неуразеною кінцівками підтверджував наявність функціональної недостатності та негативно впливав на формування стереотипу ходьби (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Динаміка показників мануального м'язового тестування військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки (n=9)

Метод оцінки	Показник	Уражена кінцівка до реабілітації (M ± SD)	Уражена кінцівка після реабілітації (M ± SD)	Неуразена кінцівка (M ± SD)
ММТ, бали (0–5)	Чотириголовий м'яз стегна	3 ± 0,5	5 ± 0	5 ± 0
		p<0,05		
	Двоголовий м'яз стегна	3 ± 0,5	4,5 ± 0,5	5 ± 0
		p<0,05		
	Сідничні м'язи	3,5 ± 0,5	5 ± 0	5 ± 0
	Литкові м'язи	4 ± 0	5 ± 0	5 ± 0
		p<0,05		

Примітка. Оцінювання м'язової сили проводили за допомогою мануального м'язового тестування (ММТ) за 5-бальною шкалою; *M* — середнє значення, *SD* — стандартне відхилення; *p* — рівень статистичної значущості відмінностей між показниками до та після реабілітації.

Після завершення курсу фізкультурно-спортивної реабілітації відзначено достовірне підвищення показників м'язової сили. За даними ММТ більшість обстежених продемонстрували здатність виконувати активні рухи в повному обсязі з подоланням сили тяжіння та помірного або значного додаткового опору (4–5 балів). Зростання м'язової сили супроводжувалося зменшенням асиметрії між кінцівками, покращенням стабільності колінного суглоба та більш вираженим контролем рухів під час ходьби. Отримані результати свідчать про ефективність застосованої програми фізкультурно-спортивної реабілітації та підтверджують доцільність використання мануального м'язового тестування для оцінки динаміки відновлення м'язової функції ($p < 0,05$).

Таким чином, аналіз числових даних мануального м'язового тестування підтверджує ефективність запропонованої програми фізкультурно-спортивної реабілітації та її позитивний вплив на відновлення м'язової сили, що є необхідною передумовою для корекції стереотипу ходьби й безпечного повернення військовослужбовців до професійної діяльності.

Результати клінічних тестів стабільності колінного суглоба (Lachman test, Anterior drawer test, Pivot-shift test) після завершення програми засвідчили зниження ступеня передньої нестабільності. У більшості обстежених показники відповідали 0–1 балу за шкалою оцінювання, що свідчило про ефективне функціональне відновлення стабільності колінного суглоба.

Аналіз балових показників клінічних тестів демонструє достовірне зниження ступеня передньої та ротаційної нестабільності колінного суглоба після реабілітаційних заходів. Позитивна динаміка свідчить про ефективність запропонованої програми фізкультурно-спортивної реабілітації та формування функціональної стабільності колінного суглоба у військовослужбовців.

Lachman test є одним із найбільш чутливих клінічних методів оцінки передньої нестабільності колінного суглоба, зокрема функціонального стану передньої хрестоподібної зв'язки після реконструкції.

Результати дослідження наведено в таблиці 3.2. До початку реабілітації середній бал за шкалою 0–3 становив $2,2 \pm 0,4$, що свідчило про помірну передню нестабільність у більшості військовослужбовців. Після завершення програми корекції стереотипу ходьби середній бал знизився до $0,6 \pm 0,3$, що демонструє достовірне відновлення передньої стабільності колінного суглоба.

Таблиця 3.2

Порівняльна характеристика результатів Lachman test у військовослужбовців до та після програми фізкультурно-спортивної реабілітації (n=9)

Показник	До реабілітації	Після реабілітації	Динаміка змін	p-рівень
Середній бал за Lachman test (0–3)	$2,2 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,3$	↓ 1,6	p < 0,05
Пацієнти з 0 балів, %	0	55	+55	p < 0,05
Пацієнти з 1 балом, %	18	35	+17	p < 0,05
Пацієнти з 2 балами, %	52	10	-42	p < 0,05
Пацієнти з 3 балами, %	30	0	-30	p < 0,05

Примітка: 0 балів – стабільний суглоб, відсутність переднього зсуву; 1 бал – незначний передній зсув, кінцева точка стабільна; 2 бали – помірний передній зсув, знижена стабільність; 3 бали – значний передній зсув, відсутність стабільної кінцевої точки.

Динаміка змін (↓1,6 бала) є статистично значущою (p < 0,05). Після реабілітації 55% учасників мали 0 балів, 35% – 1 бал, що свідчить про ефективне відновлення функціональної стабільності та покращення контролю стереотипу ходьби. Ці результати підтверджують високу ефективність комплексної програми фізкультурно-спортивної реабілітації і створюють передумови для безпечного повернення військовослужбовців до

спортивної діяльності. Статистичну значущість змін показників до та після реабілітації визначали з використанням параметричних або непараметричних методів (залежно від характеру розподілу даних). Рівень статистичної значущості приймали $p < 0,05$, що свідчить про достовірний вплив розробленої програми корекції стереотипу ходьби на відновлення стабільності колінного суглоба. Отримані результати підтверджують, що застосування комплексної програми фізкультурно-спортивної реабілітації забезпечує статистично значуще зменшення передньої нестабільності колінного суглоба, що є важливою умовою формування адекватного стереотипу ходьби та повернення військовослужбовців до спортивної діяльності.

Anterior drawer test використовували для оцінки передньої стабільності колінного суглоба, зокрема функціонального стану передньої хрестоподібної зв'язки після реконструкції. Після проходження програми корекції стереотипу ходьби спостерігалось істотне зниження передньої нестабільності колінного суглоба: середній бал знизився на 1,3, а частка пацієнтів із 0–1 балом зростає до 90% (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Порівняльна характеристика результатів Anterior drawer test у військовослужбовців до та після програми реабілітації (n=9)

Показник	До реабілітації	Після реабілітації	Динаміка змін	p-рівень
Середній бал (0–3)	2,0 ± 0,5	0,7 ± 0,3	↓ 1,3	p < 0,05
Пацієнти з 0 балів, %	0	50	+50	p < 0,05
Пацієнти з 1 балом, %	20	40	+20	p < 0,05
Пацієнти з 2 балами, %	50	10	-40	p < 0,05
Пацієнти з 3 балами, %	30	0	-30	p < 0,05

Примітки: Шкала оцінювання: 0 – стабільний суглоб, відсутній зсув; 1 – незначний передній зсув, кінцева точка стабільна; 2 – помірний передній зсув, знижена стабільність; 3 – значний передній зсув, відсутність стабільної кінцевої точки.

Відповідно до шкали оцінки:

Це свідчить про ефективність розробленої програми фізкультурно-спортивної реабілітації та відновлення функціональної стабільності, що є важливим для безпечного повернення до спортивної діяльності.

До початку програми реабілітації середній бал за шкалою 0–3 становив $2,0 \pm 0,5$, що вказувало на помірну нестабільність колінного суглоба у більшості військовослужбовців. Після завершення реабілітаційної програми середній бал знизився до $0,7 \pm 0,3$, що свідчить про достовірне відновлення передньої стабільності. Динаміка змін ($\downarrow 1,3$ бала) є статистично достовірною ($p < 0,05$), що підтверджує ефективність комплексної програми корекції стереотипу ходьби. Крім того, після реабілітації 50% учасників мали 0 балів, 40% – 1 бал, що свідчить про високий рівень відновлення функціональної стабільності та готовності до поетапного повернення до спортивної діяльності.

Pivot-shift test є специфічним клінічним методом оцінки ротаційної та передньо-зовнішньої нестабільності колінного суглоба, зокрема стану передньої хрестоподібної зв'язки після реконструкції. До початку програми реабілітації середній бал становив $1,8 \pm 0,4$, що свідчило про наявність клінічно значущої ротаційної нестабільності у більшості військовослужбовців. Після проходження програми реабілітації середній бал знизився до $0,5 \pm 0,2$, що свідчить про ефективне відновлення ротаційної стабільності колінного суглоба. Динаміка змін ($\downarrow 1,3$ бала) є статистично достовірною ($p < 0,05$). Після реабілітації 60% учасників мали 0 балів, 30% – 1 бал, що свідчить про відновлення функціональної стабільності колінного суглоба та покращення контролю стереотипу ходьби. Ці результати підтверджують ефективність комплексної програми фізкультурно-спортивної реабілітації та створюють передумови для безпечного повернення військовослужбовців до спортивної діяльності (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Результати Pivot-shift test у військовослужбовців до та після програми реабілітації (n=9)

Показник	До реабілітації	Після реабілітації	Динаміка змін	p-рівень
Середній бал (0–3)	1,8 ± 0,4	0,5 ± 0,2	↓ 1,3	p < 0,05
Пацієнти з 0 балів, %	0	60	+60	p < 0,05
Пацієнти з 1 балом, %	25	30	+5	p < 0,05
Пацієнти з 2 балами, %	50	10	-40	p < 0,05
Пацієнти з 3 балами, %	25	0	-25	p < 0,05

Примітки: 0 балів – відсутність зсуву, стабільний суглоб; 1 бал – незначний зсув, стабільна кінцева точка; 2 бали – помірний зсув, знижена стабільність; 3 бали – значний зсув, відсутність стабільної кінцевої точки.

Аналіз даних гоніометрії продемонстрував достовірне збільшення обсягу рухів у колінному суглобі. Після реабілітації відзначалося відновлення повного або майже повного розгинання та фізіологічних показників згинання, що сприяло нормалізації фаз опори й переносу кінцівки під час ходьби та зменшенню компенсаторних рухів. Вимірювання обсягу рухів у колінному суглобі (гоніометрія) показало достовірне збільшення активного та пасивного згинання та розгинання ураженої кінцівки: активне згинання збільшилось на 14,8°, пасивне – на 13,9°; активне розгинання зменшилось на 2,4°, пасивне – на 2,3° (p < 0,05). Після реабілітації сумарний обсяг рухів ураженої кінцівки наближався до показників неураженої кінцівки, що свідчить про відновлення симетрії рухів та нормального стереотипу ходьби (табл. 3.5).

Після завершення програми спостерігалось відновлення повного розгинання та фізіологічного згинання колінного суглоба, що забезпечує нормальний стереотип ходьби.

Таблиця 3.5

Динаміка гоніометричних показників військовослужбовців до та після програми реабілітації, (°) (n=9)

Показник	Уражена кінцівка до реабілітації, M ± SD	Уражена кінцівка після реабілітації, M ± SD	Неуражена кінцівка, M ± SD	Динаміка змін	p-рівень
Активне розгинання	3,2 ± 1,4	0,8 ± 0,7	0,5 ± 0,4	↓ 2,4	p < 0,05
Пасивне розгинання	2,8 ± 1,5	0,5 ± 0,8	0,3 ± 0,5	↓ 2,3	p < 0,05
Активне згинання	116,4 ± 7,5	131,2 ± 6,8	134,8 ± 5,7	↑ 14,8	p < 0,05
Пасивне згинання	118,5 ± 7,2	132,4 ± 6,5	135,0 ± 5,8	↑ 13,9	p < 0,05
Сумарний ROM (пасивний)	115,7 ± 6,9	131,9 ± 6,3	134,7 ± 5,9	↑ 16,2	p < 0,05

Таким чином, клінічні тести стабільності колінного суглоба (Lachman, Anterior drawer, Pivot-shift) продемонстрували достовірне зменшення передньої та ротаційної нестабільності у військовослужбовців після програми реабілітації (середні бали знизилися на 1,3–1,6 бала, $p < 0,05$). Частка осіб із 0–1 балом у всіх тестах значно зросла (55–60% для Lachman, 50% для Anterior drawer, 60% для Pivot-shift), що свідчить про ефективне відновлення функціональної стабільності колінного суглоба.

Поєднання даних клінічних тестів та гоніометрії дозволяє зробити висновок про ефективність комплексної програми фізкультурно-спортивної реабілітації у військовослужбовців із реконструкцією передньої хрестоподібної зв'язки. Відновлення стабільності та обсягу рухів створює умови для безпечного повернення до спортивної діяльності, зменшуючи ризик повторного ушкодження та покращуючи функціональні

характеристики ходьби. Достовірне збільшення сумарного обсягу рухів (ROM) підтверджує покращення функціональної рухливості, необхідної для повернення до професійної та спортивної діяльності.

Порівняння обсягу рухів у колінному суглобі до та після реабілітації свідчить про достовірне збільшення амплітуди активного та пасивного згинання і розгинання. Це підтверджує ефективність застосованої програми фізичної терапії та відновлення функціональної мобільності колінного суглоба у військовослужбовців після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки.

Комплексна оцінка функціонального стану колінного суглоба демонструє достовірне підвищення м'язової сили, зниження передньої та ротаційної нестабільності, а також збільшення амплітуди активного та пасивного руху після реабілітації. Це свідчить про ефективність комплексної програми фізичної терапії та її позитивний вплив на відновлення стереотипу ходьби у військовослужбовців після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки.

3.5. Оцінка готовності військовослужбовців до повернення до спортивної діяльності

Оцінка готовності військовослужбовців до повернення до спортивної діяльності проводилася з урахуванням комплексу функціональних, клінічних та рухових критеріїв, що визначають безпечність і доцільність відновлення інтенсивних фізичних навантажень після ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки. Особлива увага приділялася формуванню повноцінного стереотипу ходьби як базової складової спортивної рухової діяльності.

Основними критеріями готовності вважалися показники м'язової сили, стабільності колінного суглоба, обсягу рухів, симетричності та координованості рухів під час ходьби. За результатами мануального

м'язового тестування встановлено, що у військовослужбовців, які завершили програму реабілітації, сила основних м'язових груп нижньої кінцівки досягала рівня 4–5 балів, що відповідало функціональним вимогам до спортивної діяльності.

Дані гоніометричного обстеження підтвердили відновлення фізіологічного обсягу рухів у колінному суглобі, зокрема повного розгинання та достатнього згинання, необхідних для виконання бігових, стрибкових і координаційно складних рухів. Результати клінічних тестів стабільності (Lachman test, Anterior drawer test, Pivot-shift test) після завершення програми відповідали 0–1 балу, що свідчило про відсутність клінічно значущої передньої нестабільності.

Додатково враховувалися якісні характеристики стереотипу ходьби, зокрема симетричність кроків, ритмічність, адекватний перенос маси тіла та відсутність компенсаторних рухів. Відновлення цих показників розглядалося як передумова безпечного переходу від реабілітаційних до спортивно-специфічних навантажень. Таким чином, комплексна оцінка функціонального стану колінного суглоба та стереотипу ходьби дозволила зробити висновок, що більшість військовослужбовців після проходження програми корекції досягли рівня готовності, достатнього для поетапного повернення до спортивної діяльності за умови подальшого медико-педагогічного контролю та індивідуалізації навантажень.

Після завершення програми корекції стереотипу ходьби у військовослужбовців відзначено статистично значуще покращення результатів усіх функціональних тестів ($p < 0,05$) (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Критерії готовності військовослужбовців до повернення до спортивної діяльності після реконструкції ПХЗ (n=9)

Показник	Норматив (критерій готовності)	Фактичний рівень після реабілітації
М'язова сила (ММТ)	4–5 балів для основних м'язових груп	4–5 балів
Симетрія м'язової сили	$\geq 90\%$ порівняно з неушкодженою кінцівкою	90–95%
Обсяг рухів у коліні (гоніометрія)	Розгинання 0° , згинання $\geq 125\text{--}135^\circ$	Відповідає нормі
Lachman test	0–1 бал	0–1 бал
Anterior drawer test	0–1 бал	0–1 бал
Pivot-shift test	0 бал	0 бал
Симетричність стереотипу ходьби	Відсутність асиметрії та компенсацій	Відновлена
Больовий синдром	Відсутній або ≤ 1 бал (VAS)	Відсутній
Толерантність до навантаження	Без набряку після тренування	Збережена

Найбільша позитивна динаміка спостерігалася у показниках стрибкових тестів (Single Hop, Triple Hop), що свідчить про зростання вибухової сили та міжм'язової координації ураженої кінцівки.

Показники Y-Balance Test досягли рівня, близького до неураженої кінцівки, що вказує на відновлення постурального контролю та динамічної стабільності колінного суглоба.

Результати функціонального тестування свідчать про наявність виражених функціональних обмежень у військовослужбовців на початковому етапі дослідження, що проявлялося зниженням показників стрибкових тестів та порушенням динамічної рівноваги ураженої кінцівки. До початку реабілітації середні значення Single Hop Test, Triple Hop Test та Crossover Hop Test були достовірно нижчими порівняно з неураженою кінцівкою, що відображало дефіцит вибухової сили м'язів нижньої кінцівки, недостатню нейром'язову координацію та знижену стабільність колінного суглоба. Збільшений час виконання 6-m Timed Hop Test свідчив про порушення швидкісно-силових якостей і нераціональний стереотип руху. Після завершення програми корекції стереотипу ходьби відзначено статистично значуще покращення показників усіх стрибкових тестів ($p < 0,05$). Зростання дальності стрибків у Single Hop, Triple Hop та Crossover Hop тестах свідчить про відновлення сили чотириголового та задньої групи м'язів стегна, покращення еластичності м'язово-зв'язкового апарату та підвищення здатності до ефективної амортизації навантаження під час опори.

Скорочення часу виконання 6-m Timed Hop Test вказує на нормалізацію швидкісних характеристик та оптимізацію рухового контролю під час циклу ходьби і бігу (табл. 3.7).

Показники Y-Balance Test до реабілітації характеризувалися зменшенням дальності досягнення у всіх напрямках, особливо в передньому (ANT) та задньо-латеральному (PL), що є типовим для осіб після ушкодження ПХЗ і відображає дефіцит пропріоцептивної чутливості та порушення постурального контролю. Після реабілітації спостерігалось достовірне зростання результатів у всіх напрямках тесту ($p < 0,05$), а композитний індекс Y-Balance Test наблизився до показників неураженої кінцівки, що свідчить про відновлення динамічної стабільності колінного суглоба та міжм'язової координації.

Функціональні тести продемонстрували статистично значуще покращення сили, координації та динамічної стабільності колінного суглоба

після проходження програми корекції стереотипу ходьби ($p < 0,05$). Досягнуті показники відповідають критеріям сучасним критеріям return-to-sport та підтверджують доцільність комплексного підходу до реабілітації військовослужбовців після реконструкції ПХЗ.

Таблиця 3.7

Позитивна динаміка показників функціональних тестів (Hop tests, Y-Balance Test) у військовослужбовців після програми корекції стереотипу ходьби (n = 9)

Показник	До реабілітації (M ± SD)	Після реабілітації (M ± SD)	Неуражена кінцівка (M ± SD)	p-рівень
Single Hop Test (см)	124,6 ± 11,8	156,9 ± 10,4	162,3 ± 9,7	<0,05
Triple Hop Test (см)	392,1 ± 28,6	451,4 ± 24,9	463,7 ± 22,8	<0,05
Crossover Hop Test (см)	368,5 ± 31,2	428,6 ± 26,1	441,2 ± 24,3	<0,05
6-m Timed Hop Test (с)	2,84 ± 0,29	2,31 ± 0,21	2,24 ± 0,19	<0,05
Y-Balance Test (ANT, см)	61,2 ± 5,4	70,8 ± 4,6	72,1 ± 4,2	<0,05
Y-Balance Test (PM, см)	94,5 ± 6,8	103,6 ± 6,1	105,4 ± 5,7	<0,05
Y-Balance Test (PL, см)	92,1 ± 7,2	101,9 ± 6,4	104,2 ± 6,0	<0,05
Композитний індекс YBT (%)	86,4 ± 6,1	95,2 ± 4,8	97,1 ± 4,3	<0,05

Отримані результати підтверджують ефективність розробленої програми фізкультурно-спортивної реабілітації, спрямованої на корекцію стереотипу ходьби, відновлення нейром'язового контролю та зниження ризику повторного ушкодження колінного суглоба.

Підсумкові рекомендації щодо допуску до спортивної діяльності. На підставі комплексної оцінки клінічних, функціональних та рухових показників встановлено, що допуск військовослужбовців до спортивної діяльності можливий за умови:

- ✓ Досягнення нормативних показників м'язової сили, стабільності та обсягу рухів у колінному суглобі.
- ✓ Відсутності клінічно значущої нестабільності за результатами спеціальних ортопедичних тестів.
- ✓ Відновлення симетричного та економічного стереотипу ходьби без компенсаторних рухів.
- ✓ Поетапного повернення до спортивних навантажень із дотриманням принципів індивідуалізації та педагогічного контролю.

Таким чином, розроблена програма корекції стереотипу ходьби створює функціональні передумови для безпечного та ефективного повернення військовослужбовців до спортивної діяльності після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки.

Висновки до 3 розділу

Розроблена та впроваджена поетапна програма корекції стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки забезпечила ефективне відновлення функціонального стану колінного суглоба та основних параметрів ходьби.

Застосування засобів кінезіотерапії, спрямованих на відновлення опорно-рухового контролю, пропріоцепції та міжм'язової координації, у

поєднанні з масажем, міостимуляцією та фізіотерапевтичними процедурами сприяло нормалізації м'язового тону, зменшенню больового синдрому та підвищенню рухової стабільності.

За результатами клінічних тестів стабільності (Lachman test, Anterior drawer test, Pivot-shift test) встановлено достовірне зниження передньої та ротаційної нестабільності колінного суглоба, що підтверджує ефективність програми щодо відновлення зв'язкового апарату ($p < 0,05$).

Гоніометричні показники активного та пасивного обсягу рухів у колінному суглобі ураженої кінцівки після завершення програми наблизилися до показників неуразеної кінцівки, що свідчить про відновлення симетрії рухів і формування фізіологічного стереотипу ходьби.

Позитивна динаміка функціональних тестів (Hop tests, Y-Balance Test) підтвердила готовність військовослужбовців, які до війни займалися спортом, до етапу повернення до спортивної діяльності, за умови дотримання індивідуальних рекомендацій та поетапного збільшення навантаження.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОДЕРЖАНИХ ДАНИХ

Проведений аналіз та узагальнення одержаних експериментальних даних дозволили комплексно оцінити ефективність розробленої програми корекції стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки. Отримані результати підтвердили доцільність поетапного застосування засобів фізкультурно-спортивної реабілітації та їх позитивний вплив на функціональну стабільність колінного суглоба, обсяг рухів, м'язову силу та показники функціональної готовності до фізичних навантажень. Сукупність цих даних створює наукове підґрунтя для формулювання загальних висновків дослідження та практичних рекомендацій щодо впровадження запропонованої програми у реабілітаційну практику.

У ході проведеного дослідження було проаналізовано ефективність розробленої програми корекції стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки. Аналіз одержаних даних здійснювався на основі результатів клінічних тестів стабільності колінного суглоба, гоніометричних вимірювань, мануального м'язового тестування та функціональних тестів, що дозволило комплексно оцінити відновлення опорно-рухової функції.

Отримані результати свідчать, що до початку реабілітації у військовослужбовців спостерігалися виражені порушення функціональної стабільності колінного суглоба, обмеження активного та пасивного обсягу рухів, а також асиметрія між ураженою та неуразеною кінцівками. Дані клінічних тестів (Lachman test, Anterior drawer test, Pivot-shift test) вказували на наявність передньої та ротаційної нестабільності, що негативно впливало на формування правильного стереотипу ходьби та підвищувало ризик повторного ушкодження.

Після впровадження програми фізкультурно-спортивної реабілітації зафіксовано достовірне покращення показників стабільності колінного суглоба ($p < 0,05$). Зменшення середніх балів у клінічних тестах свідчить про ефективне відновлення функціональної надійності зв'язкового апарату, що є ключовою умовою нормалізації опорної фази ходьби та забезпечення безпечних динамічних навантажень. Гоніометричний аналіз показав значне збільшення активного та пасивного обсягу рухів у колінному суглобі ураженої кінцівки. Після завершення програми показники згинання та розгинання наблизилися до рівня неуразеної кінцівки, що вказує на відновлення симетрії рухів та формування фізіологічного стереотипу ходьби. Особливо важливим є відновлення повного розгинання колінного суглоба, оскільки його дефіцит істотно порушує біомеханіку ходьби та бігу.

Результати мануального м'язового тестування підтвердили позитивну динаміку м'язової сили основних м'язових груп нижньої кінцівки. Підвищення сили квадрицепса та м'язів задньої групи стегна сприяло покращенню стабілізації колінного суглоба та оптимізації міжм'язової координації під час руху. Це, у свою чергу, забезпечило більш ефективну реалізацію кінематичних та динамічних компонентів ходьби.

Функціональні тести (Hop tests, Y-Balance Test) засвідчили покращення показників динамічної стабільності, координації та силово-швидкісних якостей. Досягнення нормативних значень та зменшення міжкінцівкової асиметрії підтверджують готовність досліджуваних до переходу на етап повернення до спортивної діяльності. Це особливо актуально для військовослужбовців, які до участі у бойових діях займалися спортом та планують відновлення спортивної кар'єри. Узагальнення одержаних даних свідчить, що комплексний та поетапний підхід до корекції стереотипу ходьби, який поєднує засоби кінезіотерапії, масаж, міостимуляцію та фізіотерапевтичні процедури, є ефективним і доцільним у системі фізкультурно-спортивної реабілітації військовослужбовців після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки. Отримані результати

підтверджують можливість практичного впровадження розробленої програми з метою підвищення функціональної готовності та безпечного повернення до активної фізичної і спортивної діяльності. Проведений у розділі 4 аналіз результатів дослідження дозволив комплексно оцінити ефективність розробленої програми корекції стереотипу ходьби військовослужбовців після оперативного втручання з приводу ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки. Застосування системного підходу до оцінювання функціонального стану колінного суглоба, що поєднував клінічні, інструментальні та функціональні методи дослідження, забезпечило об'єктивність та наукову обґрунтованість отриманих результатів. У процесі дослідження встановлено, що порушення стереотипу ходьби після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки мають багатофакторний характер і зумовлені поєднанням зв'язкової нестабільності, обмеження обсягу рухів, м'язової слабкості та порушень пропріоцептивного контролю. Це підтверджує необхідність використання комплексних реабілітаційних програм, спрямованих не лише на локальне відновлення колінного суглоба, а й на нормалізацію всієї рухової системи. Отримані в ході експерименту результати засвідчили, що поетапна структура програми, яка передбачала поступовий перехід від відновлення рухливості та базової стабільності до формування функціонально та спортивно орієнтованих рухових навичок, є методично виправданою. Достовірне покращення показників стабільності колінного суглоба, активного і пасивного обсягу рухів, м'язової сили та функціональної витривалості свідчить про адекватність підібраних засобів і методів фізкультурно-спортивної реабілітації.

Особливої уваги заслуговує той факт, що розроблена програма враховувала специфіку контингенту дослідження — військовослужбовців віком 27–36 років, які до участі у бойових діях займалися спортом і орієнтовані на повернення до високого рівня рухової активності. Досягнення нормативних показників функціональних тестів та зменшення міжкінцівкової

асиметрії підтверджують можливість безпечного переходу цієї категорії осіб до етапу повернення до спортивної діяльності.

Таким чином, узагальнення результатів експериментального дослідження дозволяє зробити висновок, що поставлена мета роботи була досягнута, а визначені завдання — виконані в повному обсязі. Отримані наукові дані створюють підґрунтя для формулювання загальних висновків магістерської роботи та розробки практичних рекомендацій щодо впровадження програми корекції стереотипу ходьби у систему фізкультурно-спортивної реабілітації військовослужбовців після ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки.

ВИСНОВКИ

1. Проведений теоретичний аналіз наукових джерел засвідчив, що ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки у військовослужбовців, які до початку бойових дій активно займалися спортом, призводить до стійких порушень біомеханіки колінного суглоба та формування патологічного стереотипу ходьби, що суттєво ускладнює процес повернення до повноцінної фізичної та спортивної діяльності.
2. Результати первинного обстеження військовослужбовців віком 27–36 років після оперативного втручання з приводу ушкодження ПХЗ виявили зниження м'язової сили ураженої кінцівки, обмеження обсягу рухів у колінному суглобі, позитивні результати клінічних стабілізаційних тестів (Lachman, Anterior drawer, Pivot-shift), а також недостатні показники функціональних тестів (Hop tests, Y-Balance Test), що підтверджує необхідність цілеспрямованої програми корекції ходьби.
3. Розроблена та впроваджена програма фізкультурно-спортивної реабілітації, яка включала кінезіотерапію, корекційну ходьбу з візуальним і тактильним контролем, масаж, міостимуляцію та фізіотерапевтичні методи (магнітотерапію, ультразвукову терапію), забезпечила статистично значуще покращення показників функціонального стану колінного суглоба, м'язової сили та динамічної стабільності ($p < 0,05$).
4. Після завершення реабілітаційної програми відзначено нормалізацію результатів клінічних тестів стабільності колінного суглоба, достовірне збільшення обсягу активних і пасивних рухів, а також досягнення рівня 90–95% від показників неураженої кінцівки за більшістю функціональних тестів, що відповідає сучасним критеріям готовності до повернення до спортивної діяльності. Отримані результати підтверджують доцільність її використання у системі фізкультурно-спортивної реабілітації з метою безпечного повернення до спорту та зниження ризику повторного ушкодження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адашевський В. М. Теорія і методика фізичної реабілітації: підручник. Київ : НУФВСУ. 2021. 420 с.
2. Артюх В. О., Гуніна Л. М. Фізична реабілітація у системі оздоровчої фізичної культури. Харків : ХДАФК. 2019. 300 с.
3. Ашрафутдінова В. А., Вихляєв Ю. М. Відновлення рухливості суглобів у спортсменів після травм ОРА засобами фітнесу і фізичної терапії. Науковий часопис НПУ ім. М.П.Драгоманова. 2019. Вип. 11 (119). 97. С. 9-12.
4. Баталов О. О., Приходько В. В. Фізична культура у відновленні психосоціального здоров'я. Київ : Освіта. 2020. 290 с.
5. Баско А. В., Собакарь А. О., Миронюк С. А. Методики реабілітації військовослужбовців, стан функціонування та розвиток реабілітаційних центрів як один із напрямів діяльності органів місцевого самоврядування. *Rehabilitation and Recreation*, 2024. 18(1), 78–93.
6. Бачинська Н. В., Забіяко Ю. О. Актуальні питання та перспективні напрямки реабілітації осіб з бойовими пораненнями. Молодий вчений. 2018. № 3 (1). С. 56–59.
7. Бойчук Т., Аравіцька М., Левандовський О., Войчишин Л. Основи діагностичних досліджень у фізичній реабілітації: навчальний посібник. Львів : ЗУКЦ. 2014. 240 с.
8. Ванке А. А., Болотов А. П. Основи кінезіотерапії: монографія. Київ : Центр навчальної літератури, 2022. 350 с.
9. Воронова В. Я., Лазарева О. Б., Ковельська А. В., Кобінський О. В. Сучасні підходи до застосування засобів фізичної терапії, спрямованих на відновлення постурального контролю та ходьби в осіб з наслідками

- черепно-мозкової травми. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2021. № 1. С. 57-63.
10. Гайда І. М. Медикосоціальне обґрунтування удосконалення системи медичної реабілітації військовослужбовців на регіональному рівні: автореф. дис. канд. мед. наук. Ужгород, 2018. С. 24.
 11. Грубар Ю.О., Грубар І., Грабик Н. Реабілітація пацієнтів після пластики передньої схрещеної зв'язки колінного суглоба. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15 : науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт) : зб. наук. праць / За ред. О. В. Тимошенка. - Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2021. - Вип. 5К (134). - С. 205-210.
 12. Зазірний І. М., Андрєєв А. В., Коструб О. О., Котюк В. В. Пошкодження передньої хрестоподібної зв'язки: сучасні тенденції лікування. Terra Orthopaedica. 2023. № 1(116). С. 23–31.
 13. Іващенко С. Н., Шахліна Л. Я., Лазарева О. Б. Особливості побудови фазової моделі фізичної реабілітації військовослужбовців, що постраждали внаслідок бойових дій. Науковий часопис. Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2016. Вип. 3. С. 63– 67
 14. Король В. В. Методи математичної статистики у фізкультурно-спортивних дослідженнях. Львів : ЛДУФК, 2021. 190 с.
 15. Коструб О. О., Головаха М. Л. Травматичні ушкодження колінного суглоба у осіб з високим рівнем фізичних навантажень. Ортопедія, травматологія і протезування. 2019. № 2. С. 38–44.
 16. Коструб О. О., Блонський Р. І., Волос О. В. Хірургічне лікування пошкоджень передньої хрестоподібної зв'язки в гострому періоді у військових. Український журнал клінічної хірургії. 2024. Т. 91, № 6. С.

45–52.

17. Логвиненко І. О., Нестерчук Н. Є. Фізична терапія військовослужбовців, учасників бойових дій, безпосередньо взявших участь в операції об'єднаних сил. Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини. Рівне, 2021. С. 34–39.
18. Ляхова А. В. Методики оцінки функціональних резервів організму у реабілітації. Дніпро : Наука і освіта, 2020. 220 с.
19. Матвейко О., Кунинець С., Боярчук О., Романчук В., Яворський А. Засоби фізичного виховання – напрям відновлення боєготовності військовослужбовців після контузії головного мозку. Український журнал медицини, біології та спорту. 2019. Том 4. № 3 (19). С. 13-19.
20. Місюра В. Б., Рубан Л. А., Мішин М. В. Вестибулярна реабілітація спортсменів-аматорів після контузії головного мозку. Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини (Rehabilitation & recreation). 2022. №. 12. С. 198-203.
21. Місюра В. Б. Стан балансу, функціональної рухливості та біомеханічні параметри ходьби чоловіків 25-42 років із наслідками бойової травми. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. 2023. № 2(160). С. 129-133.
22. Михайлов В. П. Фізична терапія при ушкодженнях передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба. Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології. 2020. № 1. С. 67–74.
23. Мухін В. М. Фізична реабілітація в травматології: монографія / В. М. Мухін. Л.: ЛДУФК, 2015. 428 с.
24. Петренко М. Ю. Фізична реабілітація та адаптивний спорт. Львів : Магнолія, 2022. 340 с.
25. Пошкодження передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба: механізм травми, клініка, діагностика, принципи лікування [Електронний ресурс]. ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН

- України». Київ, 2023. Режим доступу: <https://amnu.gov.ua> (дата звернення: 10.12.2025).
26. Пешкова О. В. Фізична реабілітація при захворюваннях внутрішніх органів: навчальний посібник. Харків : СПДФО Бровін О. В. 2011. 312 с.
 27. Рой І. В., Русанов А. П., Кравчук Л. Д., Русанова О. М. Особливості відновлення локомоторної функції хворих після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба у процесі фізичної реабілітації. Вісник Прикарпатського університету. Серія: Фізична культура. 2019. Січ 29; 31: 142-147.
 28. Рубан Л. А. Діагностика та моніторинг стану здоров'я. Навчальний посібник. Харків: ХДАФК. 2022. 127 с.
 29. Рубан Л., Місюра В. Якість життя, вестибулярна дискоординація та порушення паттерну ходьби спортсменів-аматорів з віддаленими наслідками черепно-мозкової травми. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. 2022. 8(153). С. 75-79.
 30. Салайда І. М., Коваль В. Б., Попович Д. В. Фізична терапія як метод відновлення військовиків після вогнепальних поранень різного характеру в результаті бойових дій в Україні Здобутки клінічної і експериментальної медицини. 2023. №4 С. 192-196.
 31. Сітовський А. М. Лікувальна фізична культура при травмах та захворюваннях опорно-рухового апарату: навч. пос. / А. М. Сітовський, Г.В.Колесник, В.М.Ходінов, І.В.Савчук / Луцьк : АРТіП, 2018. 242 с.
 32. Семика О.О., Реміняк І.В., Без'язична О.В. Алгоритм реабілітаційного втручання після пластики передньої хрестоподібної зв'язки. Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології 2020. № 5(2). С.60-64.
 33. Травматологія та ортопедія : підручник для студ. вищих мед. навч. закладів / за ред.: Голки Г. Г., Бур'янова О. А., Климовицького В. Г. Вінниця: Нова Книга. 2013. 400 с. Технологія реабілітації при

- пошкодженні передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба [Електронний ресурс]. Запоріжжя : Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, 2022. Режим доступу: <https://dspace.zsmu.edu.ua> (дата звернення: 10.10.2025).
34. Трихліб В. І., Дуда О. К., Майданюк В. П., Ткачук С. І. Структура бойової травми залежно від характеру уражувальних факторів під час деяких сучасних локальних війн, військових конфліктів: (огляд літератури). Сімейна медицина. 2015. № 4. С. 63–70.
35. Фізична реабілітація, спортивна медицина : підручник для студ. вищих мед. навч. закладів / В. В. Абрамов, В. В. Клапчук, О. Б. Неханевич [та ін.] ; за ред. професора В. В.Абрамова та доцента О. Л. Смирнової. Дніпропетровськ, Журфонд, 2014. 456 с.
36. Фізична реабілітаційна та спортивна медицина. Підручник для студентів і лікарів / за заг. ред. В.М. Сокрута. Краматорск: «Каштан». 2019. Т.1. 478 с.
37. Ходяк Д. В. Сучасні підходи в реабілітації осіб після артроскопічної реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба : магістерська робота. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2023. 78 с.
38. Шиян О. А., Романенко А. С. Основи фізичної терапії: теоретичні аспекти. Київ : Медкнига, 2020. 310 с.
39. Швесткова Ольга, Сладкова Петра та кол. Фізична терапія: Підручник. Київ, Чеський центр у Києві. 2019. 272 с.
40. Шлімар І. Л., Яворський А. І., Романчук С. В. та ін. Характеристика фізичних навантажень, які переносять військовослужбовці механізованого підрозділу під час польового виходу. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2015. 9. С. 57-63.
41. Anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective, randomized

- clinical study with a minimum 10-year follow-up. Bottoni C. R., Smith E. L., Shaha J. [etal.]. *Am. J. Sports Med.* 2015.Vol. 43 (10): 2501-2509.
42. Bizzini M. Return to competitive football after major knee surgery: more questions than answers? *Sports Sci.* 2014.Vol. 32: 1209-1216.
 43. Blasco J. M., Acosta-Ballester Y., Martinez-Garrido I., Garcia-Molina P., IgualCamacho C., Roig-Casasus S. The effects of preoperative balance training on balance and functional outcome after total knee replacement: a randomized controlled trial. *Clin. Rehabil.* 2020. 34, 182–193
 44. Both FW. Physiologic and biochemical effects of immobilisation on muscle. *Clin. Orthop.* 1987.Vol. 219: 21-27.
 45. Chen H., Zheng X., Huang H., Liu C., Wan Q., Shang S. The effects of a home-based exercise intervention on elderly patients with knee osteoarthritis: a quasi-experimental study. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2019. 20:160.
 46. Clayton RA. The epidemiology of musculoskeletal tendinous and ligamentous injuries. *Injury.* 2008. Vol. 39: 1338-1344.
 47. DeVita P., Aaboe J., Bartholdy C., Leonardis J. M., Bliddal H., Henriksen M. Quadriceps-strengthening exercise and quadriceps and knee biomechanics during walking in knee osteoarthritis: A two-Centre randomized controlled trial. *Clin. Biomech.* 2018. 59, 199–206.
 48. Fawcett C., Fruth S. *Fundamentals of Tests and Measures for the Physical Therapist Assistant.* Jones & Bartlett Learning, 2020. 430 p.
 49. Herasymenko S., Poluliakh M., Babko A., Herasymenko A., Kachan D., & Poluliakh D. Biomechanical particularities of knee joint flexion deformation in rheumatoid arthritis patients. *Orthopaedics traumatology and prosthetics.* 2024. (4), 32–40.
 50. Huang L., Guo B., Xu F., Zhao J. Effects of quadriceps functional exercise with isometric contraction in the treatment of knee osteoarthritis. *Int. J.Rheum. Dis.* 2018. 21, 952–959.

51. Doroshenko, B. V., Naida, M. M., Kitsak, Y. M., Liakhovych, R. M. Сучасні методи фізичної реабілітації хворих після артроскопічної реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглоба. Медсестринство, 2019. (2). 46–49.
52. Levinger P., Dunn J., Bifera N., Butson M., Elias G., Hill K. D. Highspeed resistance training and balance training for people with knee osteoarthritis to reduce falls risk: study protocol for a pilot randomized controlled trial. 2017.
53. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Amer. J. Sports Med.* 1982. Vol. 10. P. 150-154.
54. Mesa-Castrillon, C. I., Simic, M., Ferreira, M. L., Hatswell, K., Luscombe, G., de Gregorio, A. M., et al. EHealth to empower patients with musculoskeletal pain in rural Australia (EMPower) a randomised clinical trial: study protocol. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2021. 22:11.
55. Shelbourne Protocol: Biernat, R., Wołosewicz, M., & Tomaszewski, W. A protocol of rehabilitation after ACL reconstruction using a hamstring autograft in the first month after surgery--a preliminary report. *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja.* 2007. 9(2), 178–186
56. Woolacott N. F., Corbett M. S., Stephen J. C., Woolacott N. F. The use and reporting of WOMAC in the assessment of the benefit of physical therapies for the pain of osteoarthritis of the knee: findings from a systematic review of clinical trials. *Rheumatology.* 2012. Vol. 51, Issue 8. – P. 1440–1446.
57. Xiao-Jie Y. U., Yi W. Application of exercise therapy in the treatment of knee osteoarthritis. *Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2005. 9:559–560.