

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

(повне найменування вищого навчального закладу)

факультет фізичного виховання та спорту

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

кафедра медико-біологічних основ спорту та
фізкультурно-спортивної реабілітації

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри медико-біологічних
основ спорту та фізкультурно-спортивної
реабілітації

С.В. Гетманцев

“ ” 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему:

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ
ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ
СПОРТСМЕНІВ-ВОЛЕЙБОЛІСТІВ ПРИ ТРАВМАХ
ГОМІЛКОВОСТОПНОГО СУГЛОБА**

Керівник: доцент кафедри медико-біологічних основ
спорту та фізкультурно-спортивної
реабілітації
Тіхоміров Анатолій Іванович
(вчене звання, науковий ступінь, П.І.Б.)

Рецензент: завідувач кафедри медико-біологічних
основ спорту та фізкультурно-спортивної
реабілітації, к.біол. н., доцент
Гетманцев Сергій Васильович
(посада, вчене звання, науковий ступінь, П.І.Б.)

Виконав: студент VI курсу групи 687 М
Лісянський Володимир Вікторович
(П.І.Б.)

Спеціальності: 017 Фізична культура і спорт
(шифр і назва спеціальності)

ОПП: Фізкультурно-спортивна реабілітація

Миколаїв – 2025 рік

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

(повне найменування вищого навчального закладу)

<u>Інститут, факультет, відділення</u>	<u>факультет фізичного виховання і спорту</u>
<u>Кафедра, циклова комісія</u>	<u>кафедра медико-біологічних основ спорту та фізкультурно-спортивної реабілітації</u>
<u>Рівень вищої освіти</u>	<u>другий (магістерський)</u>
<u>Спеціальність</u>	<u>017 Фізична культура і спорт</u>
<u>ОПП</u>	<u>Фізкультурно-спортивна реабілітація</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри медико-біологічних основ спорту та фізкультурно-спортивної реабілітації

С.В. Гетманцев

“ ” 2025 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Лісянському Володимирі Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): Особливості застосування засобів фізкультурно-спортивної реабілітації спортсменів-волейболістів при травмах гомілковостопного суглоба

керівник роботи: Тіхоміров Анатолій Іванович, доцент кафедри медико-біологічних основ спорту та фізкультурно-спортивної реабілітації

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 24 » червня 2025 року № 170.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «14 листопада 2025 року

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: вступ, основна частина, висновок, список використаних джерел та літератури, додатки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) згідно з планом кваліфікаційної роботи магістра.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) не планується.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступ	Тіхоміров А. І.		
Розділ 1	Тіхоміров А. І.		
Розділ 2	Тіхоміров А. І.		
Розділ 3	Тіхоміров А. І.		
Висновки	Тіхоміров А. І.		

7. Дата видачі завдання 2.09.2025**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Вступ до кваліфікаційної роботи	вересень 2025	
2.	Розділ 1. Теоретико-методичні основи фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах гомілковостопного суглоба у спортсменів-волейболістів.	вересень 2025	
3.	Розділ 2. Методичне забезпечення фізкультурно-спортивної реабілітації та організація досліджень.	вересень 2025	
4.	Розділ 3. Дослідження ефективності комплексної фізкультурно-спортивної реабілітації та особливості програми реабілітації при травмах гомілковостопного суглоба у волейболістів.	жовтень 2025	
5.	Висновки	жовтень 2025	
6.	Переддипломна практика	22.09 – 10.10. 2025	
7.	Оформлення списку використаних джерел та літератури, додатків	жовтень 2025	
8.	Попередній захист	24.11.2025	
9.	Рецензія на дипломну роботу	28.11.2025	
10.	Захист дипломної роботи	8.12 2025	

Студент

_____ (підпис)

Лісянський В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Тіхоміров А.І.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Лісянський В.В. Магістерська робота «Особливості застосування засобів фізкультурно-спортивної реабілітації спортсменів-волейболістів при травмах гомілковостопного суглоба» // Кваліфікаційна робота магістра / спеціальність 017 «Фізична культура і спорт». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2025. – 77 с.

У магістерській роботі розглянуто проблему травматичних ушкоджень гомілковостопного суглоба у спортсменів-волейболістів, що є одними з найпоширеніших через значні динамічні та ударні навантаження під час стрибків і приземлень. На основі аналізу сучасної спортивно-медичної літератури, методів фізичної терапії та кінезіології розроблено комплексну програму реабілітації, що включає гідротренування, кінезіологічні вправи, ізометричні навантаження, мануальні техніки й застосування фізіотерапевтичних засобів. Експериментальна перевірка програми із використанням функціонального тестування (VAS, Освестрі), антропометричних і біомеханічних показників продемонструвала позитивну динаміку у відновленні рухової функції та зниженні больового синдрому, що підтверджує її ефективність і практичну значущість для сучасної системи спортивної реабілітації.

Ключові слова: гомілковостопний суглоб, травми зв'язок, волейбол, фізкультурно-спортивна реабілітація, кінезіологія, гідротренування, спортивна медицина.

ABSTRACT

Lisianskyi V.V. Master's thesis 'Features of the use of physical culture and sports rehabilitation methods for volleyball players with ankle injuries' // Master's thesis / specialty 017 'Physical Culture and Sports'. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2025. – 77 p.

The master's thesis examines the problem of traumatic injuries to the ankle joint in volleyball players, which are among the most common due to significant dynamic and impact loads during jumps and landings. Based on an analysis of current sports medicine literature, physical therapy methods, and kinesiology, a comprehensive rehabilitation programme has been developed that includes hydrotherapy, kinesiological exercises, isometric loads, manual techniques, and the use of physiotherapy. Experimental testing of the programme using functional testing (VAS, Oswestry), anthropometric and biomechanical indicators demonstrated positive dynamics in the restoration of motor function and reduction of pain syndrome, confirming its effectiveness and practical significance for the modern sports rehabilitation system.

Keywords: ankle joint, ligament injuries, volleyball, physical and sports rehabilitation, kinesiology, hydrotherapy, sports medicine.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ ТРАВМАХ ГОМІЛКОВОСТОПНОГО СУГЛОБА У СПОРТСМЕНІВ-ВОЛЕЙБОЛІСТІВ	10
1.1. Анатомо-функціональні особливості гомілковостопного суглоба	10
1.2. Етіологія та патогенез травм гомілковостопного суглоба у волейболістів	15
1.3. Основні види та класифікація травм зв'язок гомілковостопного суглоба	21
1.4. Аналіз існуючих засобів та методів фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах гомілковостопного суглоба	27
Висновок до першого розділу	33
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
2.1. Методи дослідження	34
2.1.1. Аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури з обраної проблеми	34
2.1.2. Соціологічні методи (вивчення історії травми, опитування)	36
2.1.3. Педагогічні методи (спостереження, експеримент, тестування)	38
2.1.4. Функціональні (оцінка больового синдрому за ВАШ, VAS, «Опитувальник болю Освестрі» дослідження рухливості хребта гоніометрією, соматоскопія, антропометрія)	40
2.1.5. Методи математичної статистики	39
2.2. Засоби фізкультурно-спортивної реабілітації	44
2.2.1. Комплекс вправ у воді (гідротренування)	44
2.2.2. Фізичні вправи на суші (корегуюча гімнастика)	46
2.3. Організація дослідження	47
Висновок до другого розділу	49
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ	

ПРОГРАМИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ ТРАВМАХ ГОМІЛКОВОСТОПНОГО СУГЛОБА У ВОЛЕЙБОЛІСТІВ	51
3.1. Методика побудови програми фізичної реабілітації при травмах гомілковостопного суглоба у спортсменів волейболістів	51
3.2. Обґрунтування ефективності експериментальної програми фізкультурно-спортивної реабілітації травм гомілковостопного суглоба у спортсменів на відновлювальному етапі реабілітації	56
3.3. Обговорення результатів і перспективи практичного застосування програми фізкультурно-спортивної реабілітації	64
Висновок до третього розділу	70
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

ВСТУП

Актуальність дослідження. Травматичні ушкодження гомілковостопного суглоба належать до найпоширеніших серед спортсменів і зокрема у волейболістів, де значні динамічні навантаження, часті стрибки та приземлення створюють підвищене навантаження на зв'язковий апарат. Наявність подібних ушкоджень значно ускладнює функціональну здатність спортсмена і знижує його ігрову ефективність, а також може спричинити хронізацію патологічного процесу. Водночас ефективність фізкультурно-спортивної реабілітації залежить не лише від оперативного чи терапевтичного втручання, а й від того, наскільки грамотно побудована та адаптована програма відновлення. З огляду на сучасну клініко-реабілітаційну практику, застосування інтегрованих методик, що поєднують класичні фізичні вправи, мануальні техніки, гідротренування та засоби фізіотерапії, виявляє високий потенціал для скорочення термінів відновлення та зменшення ризику повторної травматизації.

При цьому потреба в диференційованому підході до побудови індивідуальної програми ФСР для спортсменів-волейболістів з урахуванням їхніх морфофункціональних характеристик, рівня спортивної підготовки, віку та ступеня пошкодження гомілковостопного суглоба залишається недостатньо реалізованою в освітньо-практичній площині. Також нерозкритим залишається питання кількісної оцінки ефективності запропонованих програм, зокрема з використанням систем тестування функціонального стану. Відповідно, науково-методичне обґрунтування програм реабілітації з чітким розподілом етапів, завдань, засобів і методів фізичного впливу, підкріплене експериментальною перевіркою, є актуальним завданням сучасної спортивної медицини та педагогіки.

Наукова література в галузі спортивної медицини, фізичної терапії та кінезіології містить ґрунтовні описи механізмів травматизації гомілковостопного суглоба та засобів його відновлення, зокрема в роботах Вілмора, Зазірного, Андрійчука, Бондаренка. Анатомо-функціональна структура

цього суглоба визначає його уразливість до розтягнень, часткових чи повних розривів зв'язок, підвивихів та переломів, що часто виникають у волейболістів через вибухові навантаження на нижні кінцівки. Серед основних напрямів фізкультурно-спортивної реабілітації вивчаються такі методики, як гідрокінезотерапія, ізометричні вправи, кінезіотейпування, масаж, міостимуляція та балансувальні тренування.

Також набуває поширення впровадження функціонального тестування (VAS, Oswestry), що дозволяє об'єктивізувати результати відновлення. Проте системний аналіз ефективності комплексних реабілітаційних програм у професійному спорті ще не повністю завершено, особливо в умовах модульного підходу до навчально-тренувального процесу. Практичні дослідження залишаються фрагментованими, а отже, недостатньо адаптованими для інтеграції у навчальні плани фізкультурних вишів. Таким чином, існує потреба в обґрунтуванні й апробації авторських моделей відновлення спортсменів з ушкодженнями гомілковостопного суглоба на перетині медицини, педагогіки та фізичної терапії.

Мета дослідження – розробити ефективну програму фізкультурно-спортивної реабілітації (ФСР) для волейболістів, які зазнали ушкоджень гомілковостопного суглоба.

Завдання дослідження:

- охарактеризувати анатомо-функціональні особливості гомілковостопного суглоба;
- проаналізувати етіологію та патогенез травм гомілковостопного суглоба у волейболістів;
- розкрити основні види та класифікацію травм зв'язок гомілковостопного суглоба;
- здійснити аналіз існуючих засобів та методів ФСР при травмах гомілковостопного суглоба;
- обґрунтувати методичне забезпечення ФСР та описати організацію дослідження;

- розробити авторську програму ФСР і дослідити її ефективність у спортсменів-волейболістів.

Об'єктом дослідження є фізкультурно-спортивна реабілітація у волейболі.

Предметом дослідження виступає система засобів і методів ФСР при ушкодженнях гомілковостопного суглоба у спортсменів-волейболістів.

Методи дослідження. Застосовано теоретичні методи: аналіз і синтез фахової літератури, систематизація концептуальних підходів до ФСР, моделювання структури реабілітаційної програми. Використано емпіричні методи: педагогічне спостереження за динамікою стану спортсменів, опитування щодо історії травм, тестування функціональних можливостей за шкалами VAS, Освестрі. До методів кількісної оцінки належать антропометрія, гоніометрія, соматоскопія. В експерименті застосовано кінезіологічні вправи, гідротренування, ізометричні навантаження, пасивну гімнастику. Статистична обробка даних здійснена методами варіаційної статистики: розрахунок середніх величин, коефіцієнтів варіації, достовірності відмінностей (t-критерій Стьюдента). Методика побудована на порівнянні показників до та після впровадження програми, що дозволило зробити висновки про її ефективність у контексті спортивної реабілітології.

Структура роботи. Робота складається з трьох розділів, десяти параграфів, висновків і списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ ТРАВМАХ ГОМІЛКОВОСТОПНОГО СУГЛОБА У СПОРТСМЕНІВ-ВОЛЕЙБОЛІСТІВ

1.1. Анатомо-функціональні особливості гомілковостопного суглоба

Гомілковостопний суглоб, що утворюється з'єднанням дистальних епіфізів великогомілкової та малогомілкової кісток з таранною кісткою, репрезентує морфофункціональний вузол, який є не лише опорною платформою, а й динамічним елементом кінематичної ланки нижньої кінцівки. Його анатомічна конфігурація формує так звану «вилку» - западину, що облямовує таранну кістку з трьох сторін і визначає напрям руху. Вісь обертання в цьому суглобі має переважно фронтально-сагітальну орієнтацію, з тенденцією до відхилення в медіальну площину, що зумовлює комбіновану траєкторію рухів - згинання, розгинання з незначним елементом ротації. Хрящові поверхні, вкриті гіаліновим хрящем, мають адаптивну щільність і товщину, що забезпечує рівномірне розподілення навантаження на таранну поверхню. Зв'язковий апарат складається з латерального комплексу (передня та задня таранно-малогомілкової й п'ятково-малогомілкової зв'язки) та медіального дельтоподібного комплексу, які разом формують механізм стабілізації при навантаженні, зокрема при супінації та пронації стопи [13, с. 18].

М'язове обрамлення забезпечують довгі м'язи гомілки - задній великогомілковий, довгий згинач пальців, довгий м'яз-згинач великого пальця, а також малогомілкові м'язи - довгий та короткий, які виконують стабілізуючу функцію під час фаз опори та переносу в ходьбі й спортивному русі. Особливості іннервації представлені гілками великогомілкового та глибокого малогомілкового нервів, що відповідають за афферентну чутливість і рефлекторну регуляцію. Венозне та артеріальне забезпечення формується за участі передньої та задньої великогомілкових, а також малогомілкової артерій,

які утворюють густу анастомотичну мережу на рівні суглоба, що підтримує трофіку тканин при значному навантаженні. Анатомічна складність гомілковостопного суглоба проявляється у функціональному балансі між стабільністю й мобільністю, де навіть незначне порушення конфігурації чи тону м'язів здатне призвести до зміщення осі руху, втрати адаптивності до вертикальних та ротаційних навантажень, що є надзвичайно чутливим для високодинамічних видів спорту, включно з волейболом.

У спортивній біомеханіці гомілковостопний суглоб виконує функцію ключового трансмісійного вузла, через який проходить більшість вертикальних і горизонтальних векторів навантаження. Під час волейбольних дій - стрибків, блоків, швидких змін напрямку руху - цей суглоб бере участь у передачі імпульсів від підошовної поверхні до проксимальних відділів кінцівки. Кінематика суглоба вказує на чітку фазну організацію: у момент відштовхування він перебуває у фазі максимального підошовного згинання, з одночасним активним включенням литкового комплексу, що підвищує напруження ахілового сухожилля. Це зумовлює високу потребу в еластичній деформації тканин та їх швидкому відновленні до попередньої довжини після навантаження. Під час приземлення суглоб входить у фазу тильного згинання з опором м'язового антагонізму, де головну роль виконують передні великогомілкові м'язи та екстензори пальців, стабілізуючи кісткові поверхні від перерозгинання й обмежуючи амортизаційний обвал. Обсяг рухів у здорового спортсмена у цьому суглобі досягає $20-30^\circ$ для тильного згинання та $40-50^\circ$ для підошовного, з адаптивною амплітудою, яка залежить від типу навантаження. Надмірна мобільність, навпаки, є маркером нестабільності й часто супроводжується мікротравмами зв'язкового апарату. Спортивна практика передбачає постійне стимулювання пропріоцептивного контролю в гомілковостопному сегменті - через тренування балансу, вправи на нестабільних платформах, ізометричні навантаження в прикордонних позиціях амплітуди - з метою посилення м'язового тону й координаційної регуляції. У волейболі, як виді з переважанням вертикальної вибухової динаміки, гомілковостопний суглоб

функціонує як пружинно-передавальна система, що не лише формує імпульс, а й амортизує зворотне навантаження при посадці, захищаючи колінний та тазостегновий суглоби від перенавантаження [2, с. 23].

Зв'язковий апарат відіграє вирішальну функцію у регуляції осьової стабільності, особливо в умовах бокових прискорень та обертових рухів. У латеральному відділі саме передня таранно-малогомілкова зв'язка є найбільш вразливою, особливо у фазі форсованої інверсії при фіксованій стопі, що характерно для блокуючих дій або падінь під час прийому м'яча. Пошкодження цієї структури порушує нормальну біомеханіку й призводить до формування хронічної нестабільності, яка, у свою чергу, супроводжується компенсаторною гіперактивацією м'язів-згиначів, перевантаженням ахілового сухожилля та ризиком розвитку тендинопатій. У медіальному відділі дельтоподібна зв'язка забезпечує утримання таранної кістки при еверсії, а її розтяг або мікророзрив значно знижує амортизаційні властивості суглоба. У спортивних протоколах відновлення великого значення набуває фасилітація м'язів-згиначів у постізометричному режимі, що відновлює кінематичну осьовість та знижує навантаження на пасивні елементи стабілізації. У хронічних випадках часто фіксується компенсаторне зміщення навантаження на латеральну частину стопи з порушенням осі п'ятково-кубової стабілізації, що може провокувати вторинні деформації та збільшувати ризик повторної травматизації. Структурна організація суглоба в умовах спортивної адаптації демонструє пластичність м'язово-зв'язкових зв'язків, що проявляється в зміні товщини та щільності хрящової тканини, збільшенні васкуляризації періартикулярних структур і підвищенні чутливості пропріоцепторів до динамічних коливань навантаження.

Гомілковостопний суглоб у волейболі виконує не тільки опорну й передавальну функції, а й є детектором сенсомоторного балансу, оскільки забезпечує миттєву корекцію положення тіла при нестабільності платформи або при швидкій зміні траєкторії стрибка. Внутрішньосуглобові механорецептори передають інформацію про ступінь розтягування, тиск і положення в просторі в центральну нервову систему, що активує ланцюг рефлекторної стабілізації. Цей

процес особливо виражений у фазах «м'якого приземлення» після атаки або блокування, коли тіло спортсмена перебуває у стані короткочасної втрати рівноваги, а м'язово-нервовий апарат має встигнути зреагувати до початку навантаження. Експериментальні дослідження функціональної електроміографії свідчать про те, що латентний час активації великогомілкового м'яза після сенсорного сигналу з гомілковостопного суглоба складає 35–50 мс, що є критичним для запобігання травм. У спортсменів із високим рівнем нейром'язової інтеграції спостерігається зменшення часу реакції та зростання точності стабілізації, що дозволяє їм ефективно виконувати динамічні завдання без перевантаження суглобових структур [7, с. 39].

Гомілковостопний суглоб є опорно-руховим вузлом, що зазнає максимального функціонального навантаження у тих видах спорту, де домінують стрибкові дії з різкими змінами положення тіла - саме таким і є волейбол. У його структурі механічно переплітаються елементи стабільності й мобільності, утворюючи складну систему динамічного гомеостазу. Основний кістковий каркас суглоба складається з трьох компонентів: таранної кістки, що виконує функцію головки, та дистальних частин великогомілкової й малоомілкової кісток, що формують вилкоподібне заглиблення. Така конфігурація є особливо чутливою до вертикального стискання під час стрибків, адже передає силу тиску з осі тіла до стопи з майже прямою проєкцією. При повторюваних навантаженнях, характерних для волейболу, у суглобі відбувається адаптаційне ущільнення хрящової тканини, мікрозміна її товщини, а також посилення м'язового тонусу в стабілізуючих групах. При цьому сам суглоб, завдяки еластичності гіалінового хряща, частково амортизує ударні хвилі, але лише до межі фізіологічного компенсаторного потенціалу. У момент відштовхування таранна кістка обертається відносно вилки в напрямку підошовного згинання, за участю литкового м'яза й ахілового сухожилля, що піддається піковому натягу. Це вимагає високого ступеня інтеграції між м'язово-сухожилковими структурами, фасціями та рецепторами глибокої чутливості. У фазі приземлення амплітуда тильного згинання зростає, що супроводжується

активацією передньої гомілкової групи й частковим гальмуванням м'язів-згиначів пальців, що координується через пропріоцептивний зворотний зв'язок. За умов багаторазового повторення таких циклів відбувається морфофункціональна адаптація зв'язкового апарату - підвищення щільності сполучнотканинних волокон, зменшення еластичності, але зростання загальної механічної витривалості, що одночасно є захисним і ризикованим чинником у випадку раптового перевищення граничного навантаження [20, с. 34].

Оскільки волейбол передбачає часті стрибки з високою швидкістю наростання навантаження та майже миттєві зміни положення тіла після приземлення, гомілковостопний суглоб виконує функцію своєрідного біомеханічного трансформатора - елемента, що повинен миттєво реагувати на зміни напрямку сили, кута атаки, розміщення центру ваги. У цьому процесі провідну функцію виконує латеральна група зв'язок, особливо передня таранно-малогомілкова зв'язка, яка утримує таранну кістку від зсуву в умовах інверсії. Саме вона найчастіше піддається частковим чи повним надривам, особливо коли стопа приземляється під нахилом. Ці мікропошкодження, які спочатку не проявляються візуально, з часом акумулюються у формі хронічної нестабільності, що проявляється у вигляді рецидивних підвивихів або латентного болю після інтенсивного навантаження. Особливістю адаптаційного процесу в таких умовах є виникнення компенсаторної гіпертонусної реакції з боку малогомілкових м'язів - короткого та довгого, що беруть на себе функцію стабілізації, але водночас створюють додаткове напруження в області перонеального каналу. Інша адаптивна реакція - посилення рецепторного контролю, зокрема в нервових закінченнях дельтоподібної зв'язки, що в умовах нестабільної платформи активують зворотні рефлексії на зміцнення пози стопи. Для волейболіста така функціональна адаптація означає здатність зберігати стійкість у фазі блокування чи прийому, коли інерційні коливання після стрибка змінюються на гальмування у прикордонному положенні. Характерним є те, що в межах одного тренувального циклу функціональні властивості суглоба здатні коливатися - вранці після відпочинку амплітуда руху зростає, а до вечора, після

інтенсивного навантаження, спостерігається зниження еластичності капсули, що вказує на потребу регулярної динамічної розминки з міофасціальним розслабленням перед кожною ігровою сесією [1, с. 66].

М'язово-фасціальний комплекс, що оточує гомілковостопний суглоб, діє як гідродинамічний демпфер, який гасить надмірні коливання, перетворює енергію стрибка в стабілізуючу силу та захищає суглобову капсулу від мікроперерозтягнень. У волейболі цей механізм є особливо вираженим у фази повторюваних стрибків, коли тіло ще не встигло повністю завершити одну фазу, а вже готується до наступної. Саме тому м'язи гомілки мають адаптуватися не тільки до розтягування й скорочення, а й до утримання в ізометрії, а це означає підвищене навантаження на глибокі стабілізатори. За умов інтенсивної гри помітною є швидка втома передньої великогомілкової групи, що відповідає за контроль тильного згинання, й у разі її недостатньої активації виникає феномен так званої «проваленої посадки» - коли спортсмен не здатен амортизувати приземлення і вся сила навантаження передається на суглобову поверхню. Такий механізм потенційно небезпечний і для хрящової тканини, і для кісткових епіфізів, адже при вертикальному навантаженні понад 5–7-кратне значення маси тіла навіть мікротріщини в субхондральній кістці здатні з часом перерости в дегенеративні зміни. Саме тому ефективна спортивна підготовка передбачає тренування з нестабільними поверхнями - дисками, баланс-платформами, м'ячами Босу, які активують глибокі рецептори та стимулюють формування стабільного м'язового корсету навколо гомілковостопного суглоба.

1.2. Етіологія та патогенез травм гомілковостопного суглоба у волейболістів

У волейболі, де інтенсивна стрибкова активність поєднується з багатовекторними навантаженнями, гомілковостопний суглоб стає найбільш вразливою зоною травматизації. Особливості будови цього суглоба, зокрема конфігурація вилки великогомілкової та малогомілкової кісток, яка охоплює

таранну кістку, створюють умовну стабільність лише в межах нейтрального положення. У момент обертальних рухів або бічних зсувів стабільність залежить переважно від зв'язкового апарату та м'язового тону. При цьому наявність навіть незначного вродженого збільшення амплітуди в латеральному або медіальному напрямку, або дисбалансу тону між передньою і задньою групами м'язів гомілки, значно підвищує ризик травми. Типовою є ситуація, коли недостатньо розвинена передня великогомілкова група не встигає згальмувати тильне згинання при приземленні, що створює умови для інверсійного зсуву стопи. Іншим внутрішнім фактором ризику є надмірне стискання ахілового сухожилля через гіпертонус литкового м'яза після перенавантаження, що призводить до ригідності стопи в момент її торкання з поверхнею, з наступним неконтрольованим відскоком [17, с. 20].

У поєднанні з малоеластичним зв'язковим апаратом і слабо розвиненою пропріоцептивною системою це формує передумови для розтягнень, підвивихів і навіть повного розриву зв'язок. Важливо, що значна частина травм виникає не на фоні одномоментної перевантаження, а внаслідок хронічного мікротравматизму, коли навіть мінімальні ушкодження накопичуються в тканинах і з часом знижують їхню механічну міцність, провокуючи патологічну відповідь навіть на звичайну дію.

До зовнішніх чинників, що сприяють формуванню травм гомілковостопного суглоба у волейболістів, належить характер і якість ігрової поверхні, яка безпосередньо впливає на динаміку відштовхування та амортизацію приземлення. Тверде синтетичне покриття з низьким коефіцієнтом пружності значно збільшує реактивну силу, яка передається через стопу в суглоб, і вимагає надзвичайної точності техніки приземлення. Якщо спортсмен виконує стрибок з перекосом тазу або недостатнім контролем положення тулуба, приземлення відбувається асиметрично, з частковим зміщенням сили в латеральну частину стопи, що провокує інверсійний механізм розтягнення. Взуття, яке не забезпечує належного обхвату гомілковостопного суглоба, також відіграє роль провокатора травм: занадто м'який задник або відсутність

фіксувального елемента на рівні щиколотки дозволяє стопі зміщуватись у горизонтальній площині при контакті з поверхнею. Ще однією поширеною зовнішньою причиною є контактний механізм - приземлення на стопу суперника або партнера по команді, що нерідко трапляється при грі на сітці. У цьому випадку спортсмен втрачає контроль над траєкторією і змушений раптово перенести вагу на зовнішню частину стопи, що створює екстремальне навантаження на передню таранно-малогомілкову зв'язку. Окрім цього, варто враховувати рівень загальної технічної підготовки - невміння дозувати зусилля під час стрибка, неправильне положення стоп під час приземлення, а також недостатній рівень розминки, що призводить до зниження еластичності тканин і зростання вразливості структури до деформацій.

На рівні патогенезу механізм виникнення травм гомілковостопного суглоба у волейболістів включає кілька взаємопов'язаних фаз. Першим етапом є порушення тканинної цілісності - розтягнення або мікропереривання окремих волокон зв'язкового апарату, які виникають у момент перевищення фізіологічної межі еластичності. Цей момент супроводжується активацією ноцицепторів і запуском локальної запальної відповіді, що проявляється вивільненням простагландинів, брадикініну та гістаміну. Наступна фаза - це мікронабряк тканин, зростання проникності судинної стінки та інфільтрація лейкоцитів у ділянку ушкодження. Під дією цитокінів, зокрема інтерлейкінів 1 і 6, формується повноцінний запальний каскад, який покликаний ізолювати ушкоджену зону та запустити регенерацію. Водночас ці процеси призводять до болю, порушення функціональності суглоба, зниження м'язового контролю та додаткового травмування навколишніх тканин через компенсаторні спроби стабілізації. У випадку повторних мікротравм цей механізм стає хронічним - активується фіброзоутворення, ремоделювання сполучної тканини, зниження кількості еластичних волокон і поява ділянок ригідності, які знижують амплітуду руху й змінюють нормальний патерн. Така ситуація характерна для зв'язок, які зазнають незначних, але систематичних ушкоджень, особливо у спортсменів, що повертаються до гри без повноцінного відновлення. Зміни відбуваються і в

хрящовій тканині - при вертикальному стисканні з надмірною частотою, у хрящі виникають мікротріщини, втрата глікозаміногліканів і часткова демінералізація субхондральної пластинки, що є початком дегенеративних змін на рівні суглоба. Якщо цей процес ускладнюється зниженням синовіальної секреції або васкулярного живлення, він переходить у фазу незворотної деформації [5, с. 72].

В контексті індивідуальної реактивності спортсмена, слід зазначити, що біомеханічні параметри руху мають значний вплив на ризик формування травм. У волейболістів з диспластичним типом будови нижніх кінцівок - із вальгусним відхиленням п'яти або латеральним нахилом осі стопи - відзначається вищий рівень навантаження на латеральні зв'язки, що створює передумови для їх перевантаження. Також істотну роль відіграє здатність м'язів до координаційної синергії – тобто одночасного скорочення потрібних м'язових груп із пригніченням антагоністів. Якщо така взаємодія порушена, виникає неузгоджене навантаження, яке розриває кінематичний ланцюг і спричиняє локальну нестабільність.

У момент приземлення, коли тіло перебуває в стані швидкого гальмування, навіть кількадесятих частин секунди затримки в активації стабілізуючої м'язової групи може виявитись критичними. Саме тому так важливо враховувати не лише морфологічні, а й нейрофізіологічні параметри - рефлекторну латентність, якість пропріоцептивного зворотного зв'язку, стан міжм'язової координації. У волейболі ці аспекти набувають особливого значення через непередбачуваність ситуацій, де необхідно ментально реагувати на зміну положення м'яча або дій суперника, що створює ризики неконтрольованих рухів у граничних амплітудах. У поєднанні з накопиченням мікротравм і недовідновленням зв'язкового апарату це призводить до формування так званого функціонального дефіциту - стану, коли суглоб формально неушкоджений, але не виконує повноцінно свою стабілізаційну функцію.

Травматичні ушкодження гомілковостопного суглоба у волейболістів формуються у специфічному функціональному полі, де структура руху диктується динамікою ігрових епізодів, а анатомо-біомеханічні особливості

спортсмена виступають фоном для розвитку патологічних навантажень. У межах волейбольного матчу, де чергуються стрибки, ривки, зміщення, приземлення й раптові зміни вектора, найбільшу загрозу суглобу становлять фази з короткою кінематичною паузою, коли перехід від активного руху до гальмування або навпаки відбувається без повного перерозподілу ваги тіла. Одним із типових механізмів є травма в зоні блоку. У цій фазі спортсмени виконують синхронний вертикальний стрибок з обома ногами в паралельній позиції, причому маса тіла перерозподіляється по передньомедіальному краю стопи. При контакті з м'ячем верхні кінцівки перебувають у фіксованому положенні над головою, а тіло подається вперед, що зміщує центр ваги. У момент приземлення, якщо одна зі стоп опиняється на нестійкій основі або перекошеній платформі, виникає латеральне зміщення гомілковостопного сегмента, з напруженням латерального зв'язкового комплексу - передньої таранно-малогомілкової й п'ятково-малогомілкової зв'язок. Особливо чутливими є ті ситуації, коли приземлення відбувається з асиметричним розподілом ваги - ліва чи права стопа торкається підлоги з незначною затримкою або під іншим кутом, що порушує вертикальну вісь передачі навантаження й створює момент згинання в умовах скручування. Навантаження, яке в таких умовах припадає на латеральний відділ суглоба, часто перевищує граничну межу еластичності зв'язкової тканини, призводячи до часткового розтягнення або розриву окремих волокон зв'язок, що супроводжується миттєвим болем, набряком та втратою опорної функції [12, с. 12].

Наступна категорія механізмів травм пов'язана з падіннями під час захисних дій, коли спортсмен виконує ковзання або перекат після прийому м'яча. У таких ситуаціях момент втрати рівноваги поєднується з неконтрольованим опусканням на одну з нижніх кінцівок, причому зазвичай м'язи не встигають активізуватись у режимі антагоністичного гальмування. Гомілковостопний суглоб втрачає осьове навантаження й переходить у стан згинання з боковим ротаційним зсувом, зазвичай по лінії інверсії. Механічно це виглядає як провал зовнішнього краю стопи з одночасним скручуванням

таранної кістки в межах суглобової вилки. Якщо у спортсмена вже є мікротравматизація зв'язок або знижена стабілізуюча функція м'язів малогомілкової групи, ризик повного надриву збільшується. У таких падіннях часто ушкоджуються не лише зв'язки, а й синовіальна капсула - її надрив викликає швидке накопичення рідини в порожнині суглоба, що зумовлює обмеження обсягу рухів і функціональний блок. Додатковим ризиком у цій ситуації є удар стопою об тверду поверхню або зіткнення з іншим спортсменом, що може спровокувати травму хрящової поверхні таранної кістки. За умови частого повторення подібних падінь у межах тренувального циклу розвивається хронічна нестабільність суглоба, що проявляється у зменшенні рефлекторного захисту при нестійкому положенні, зниженні здатності до корекції положення стопи при ротації й підвищенні ризику повторних ушкоджень.

Контакт у зоні сітки, коли обидва спортсмени виконують стрибок одночасно, але приземлення одного відбувається на стопу іншого, належить до найбільш травмонебезпечних ситуацій. У таких епізодах навантаження виводиться з-під контролю спортсмена - стопа опиняється на нерівній поверхні з раптовим боковим тиском. Це провокує несподівану інверсію, часто в супроводі скручувального моменту, що активує каскад м'язових скорочень і водночас викликає перевищення нормальної напруги зв'язок. Механічно суглоб не встигає адаптуватися, і вся сила навантаження передається на зовнішню зв'язку. У деяких випадках травма супроводжується відривом кісткового фрагмента в зоні кріплення зв'язки, що класифікується як авульсійний перелом. Це потребує хірургічного втручання й тривалого відновлення. У спортивній практиці такий тип ушкодження потребує постійної профілактики шляхом контролю за ігровим простором, точністю техніки стрибків та використанням стабілізуючих ортезів, які обмежують амплітуду вразливих рухів. Крім того, на фоні втоми або в умовах надмірного м'язового напруження, така травма ускладнюється зниженням ефективності м'язово-нервового зворотного зв'язку, що зменшує ймовірність спрацьовування захисних рефлексів при контакті з поверхнею [3, с. 40].

І ще один момент - різка зміна напрямку руху, яка зазвичай відбувається при контратаках, переході з задньої лінії на передню або під час спроби миттєвого переміщення в зону подачі. У цій фазі тіло спортсмена здійснює горизонтальне прискорення з одночасною ротацією корпусу, що вимагає швидкого переносу маси з однієї ноги на іншу. Якщо при цьому точка відштовхування розміщується під нетиповим кутом, а стопа встигає здійснити лише частковий оберт, то виникає торсіонне навантаження в гомілковостопному суглобі, особливо в передньо-медіальному сегменті. У момент перенесення ваги тіло продовжує рух інерційно, а м'язи ще не активували повністю фазу стабілізації, що створює зсувні сили, спрямовані проти руху таранної кістки. Якщо цей рух не супроводжується достатньою активністю стабілізаторів - переднього великогомілкового м'яза, довгого згинача пальців і малогомілкових м'язів, - виникає ситуація з перевантаженням передньої частини капсули та зв'язок. На практиці це призводить до мікропереривань волокон і формування локального запального процесу, що не завжди проявляється гостро, але накопичується впродовж кількох днів і провокує розвиток хронічного синовіту або тендосиновіту. Якщо спортсмен продовжує тренування без врахування початкової симптоматики, виникає ризик переходу мікротравми у повноцінний розрив або вивих.

1.3. Основні види та класифікація травм зв'язок гомілковостопного суглоба

Травми зв'язкового апарату гомілковостопного суглоба у волейболістів класифікуються за кількома системними критеріями, де провідними є ступінь структурного ушкодження та топографія уражених елементів. Перша ознака - тяжкість пошкодження - ґрунтується на ступені розриву волокон, ступені втрати механічної міцності та функціональної нестабільності. У клінічній практиці це розділяється на три основні рівні. При ушкодженні першого ступеня має місце мікропереривання окремих колагенових волокон без істотного впливу на

загальну архітектуру зв'язки. У цій ситуації зв'язка зберігає функцію натягу, хоча її еластичність частково знижується через локальний набряк і подразнення рецепторного поля. Симптоматика включає дискомфорт при тильному згинанні, мінімальний біль при пальпації й відсутність вираженої гіпермобільності. Зазвичай це вимагає тимчасової іммобілізації до 4–6 діб із подальшим поступовим поверненням до активності. Пошкодження другого ступеня передбачає частковий розрив - до 50–75% волокон - із виразною втратою натяжного тону. У такому випадку зв'язка втрачає здатність стабілізувати суглоб при латеральному або ротаційному навантаженні, виникає помірна нестабільність, гематома й обмеження функціонального об'єму. У реабілітації важливо дотримуватись фази захисту не менш ніж 10–14 діб із поступовим розвантаженням структури, щоб уникнути фіброзного ремоделювання, що часто спостерігається при ранньому навантаженні. Найбільш складними є ушкодження третього ступеня - повний розрив зв'язки або комплексне порушення капсульно-зв'язкової єдності в ділянці суглоба. Тут спостерігається яскраво виражена нестабільність при рухах, симптом таранного зсуву, об'ємний гематомний синдром і неможливість повного навантаження. В окремих випадках мають місце супутні пошкодження хрящової пластини або субхондральної кістки через втрату стабілізаційної динаміки [9, с. 19].

Особливе місце в класифікації займають комбіновані ушкодження, коли одночасно страждають декілька зв'язкових структур. У типових волейбольних сценаріях це проявляється при приземленні з інверсійним механізмом і скручуванням: латеральний комплекс втрачає опір, а додаткове обертання активує компенсаторне напруження медіального сегмента, що формує асиметричне навантаження на дельтоподібну зв'язку. Якщо остання знаходиться в стані перевтоми або анатомічно недорозвинена, може виникнути мікротравматизація й у цьому сегменті. У хронічних випадках такий тип травми переходить у нестабільність другого типу - тобто втрату контрольованого руху не лише у фронтальній, а й у ротаційній площині, що потребує більш тривалого відновлення, а іноді й оперативної стабілізації. У більшості класифікацій також

виокремлюється так званий «відривний варіант» ушкодження, коли розрив зв'язки супроводжується фрагментарним відшаруванням місця її прикріплення до кістки. Це характерно для молодих спортсменів із ще недостатньо зрілим скелетом, де щільність прикріплення волокон до надкістниці є нижчою, ніж у дорослих. При такому пошкодженні на рентгенограмі видно авульсійний фрагмент, що потребує фіксації - як правило, за допомогою хірургічного втручання. До особливих випадків належать і так звані стресові ураження, коли внаслідок хронічного навантаження та постійної мікротравматизації настає структурна дегенерація зв'язки без очевидного моменту розриву. Вона втрачає еластичність, стінка потовщується, з'являються осередки фіброзу, а місця прикріплення кальцифікуються. Це особливо характерно для волейболістів зі стажем понад 7 років, які працюють на максимальній амплітуді рухів.

За анатомічною локалізацією травми зв'язкового апарату поділяються відповідно до залучених структур. Найчастіше ушкоджуються латеральні зв'язки - передня таранно-малогомілкова, задня таранно-малогомілкова та п'яtkово-малогомілкова. Вони формують зовнішній стабілізаційний ланцюг, що протидіє інверсії та надмірному підошовному згинанню при ротаційному навантаженні. Передня таранно-малогомілкова зв'язка ушкоджується найчастіше, оскільки вона тонка, поверхнева і розташована під кутом, де напруга зростає при нахилі стопи. При її травмі спортсмен втрачає здатність стабілізувати стопу при швидкому відштовхуванні, що особливо проявляється в стартовій фазі стрибка. П'яtkово-малогомілкова зв'язка зазнає ушкодження при надмірному обертанні п'яtkової кістки в латеральному напрямку, що часто виникає при неочікуваному ковзанні підошви або падінні на зовнішній край стопи. Травма задньої таранно-малогомілкової зв'язки є рідшою, але вкрай болючою й обмежує розгинальну амплітуду, що у волейболі знижує ефективність удару в повітрі. У свою чергу, дельтоподібна зв'язка, яка охоплює медіальний сегмент суглоба, ушкоджується рідше, але потребує довшого відновлення. Вона масивна, багат шарова і відповідає за утримання таранної кістки у фронтальній площині при еверсійних рухах. Травми цього комплексу

зазвичай виникають при падіннях на внутрішній край стопи або при контактному механізмі зі скручуванням тулуба, коли медіальна частина фіксується, а тіло обертається навколо вертикальної осі [4, с. 25].

До окремої групи належать міжкісткові зв'язки - зокрема нижньогомілкова синдесмозна зв'язка, яка поєднує дистальні кінці великогомілкової та малоогомілкової кісток. Її ушкодження трапляється при так званих «високих» травмах, коли сила навантаження прикладена над суглобовою щілиною, що виникає при занадто сильному обертанні стопи відносно гомілки. У таких випадках синдроми нестабільності суглоба супроводжуються обмеженням усього дистального сегмента кінцівки, і за відсутності належного лікування можуть призвести до постійного розширення гомілкової вилки, з наступною зміною траєкторії руху таранної кістки. При синдромозних травмах відновлення триває довше, а повернення до повноцінного навантаження можливе лише після стабілізації всієї осі обертання в суглобі. Часто для цього застосовуються ортези з жорсткою фіксацією або тимчасове хірургічне з'єднання гвинтами. У спортивній реабілітації міжкісткові зв'язкові травми потребують спеціалізованої кінезіотерапії з акцентом на стабілізацію осі гомілки й симетричне навантаження на обидві сторони стопи. Завершення таких відновлювальних програм завжди передбачає відпрацювання стрибкових рухів із багатовекторною динамікою, щоб оцінити не лише анатомічне загоєння, а й функціональну адаптацію апарату до специфіки волейбольної техніки [14, с. 42].

Класифікація зв'язкових ушкоджень гомілковостопного суглоба за хронологічною фазою дозволяє не тільки точніше оцінити ступінь функціонального порушення, а й сформулювати оптимальний алгоритм відновлення, який враховує динаміку морфофункціональних змін у тканинах на різних етапах. Гостра травма визначається як ушкодження, що сталося протягом останніх 72 годин, коли домінують процеси судинної ексудації, клітинної інфільтрації та первинного запалення. Клінічно це проявляється раптовим болем, набряком у проєкції зв'язки, порушенням опороздатності та значним обмеженням амплітуди руху. Механізм розвитку зазвичай пов'язаний із

раптовим зсувом або інверсією стопи, після якого структура зв'язки втрачає анатомічну цілісність на тлі інтенсивного тиску з боку прилеглих тканин. У цей період головною метою є локальна стабілізація: накладається компресійна іммобілізація, активується холодний режим і обмежується навантаження на 3–5 діб для профілактики прогресування набряку та вторинного ушкодження. У разі повного розриву зв'язки із супутнім капсулярним пошкодженням застосовується жорстка фіксація - ортез або лонгета з фіксацією гомілкової вилки. Рання мобілізація допускається лише при ушкодженнях першого ступеня і лише за умов повного контролю обсягу руху, щоб уникнути формування гіпермобільного синдрому. До цього етапу не включається жодне активне навантаження, окрім ізометричної стимуляції прилеглих м'язів, яка здійснюється у фазі напіврозслаблення – з метою запобігання атрофії та збереження нейром'язового контролю.

Підгостра фаза починається орієнтовно на 4–5 добу після моменту ушкодження і триває в середньому до трьох тижнів. Вона характеризується перехідним станом між запаленням і проліферацією, коли процеси лізису залишків пошкоджених волокон поєднуються з початковими етапами ремоделювання тканини. У цій фазі структура зв'язки ще не має повної механічної міцності, однак біль поступово знижується, з'являється часткова рухливість, і виникає потреба у дозованому навантаженні для стимуляції фібробластичної активності. Практично це означає початок ізометричних вправ у закритому кінематичному ланцюгу, застосування пасивно-активної розробки амплітуди рухів без напруги та робота з нестійкою платформою - з метою активації пропріоцептивного контролю. Основною небезпекою підгострої фази є передчасне включення осьового навантаження без стабілізації осі таранної кістки, що може спровокувати утворення «мішкоподібної» нестабільності – коли зв'язковий апарат формально інтактний, але втрачає еластотонічний опір при ротації або латеральному зміщенні. У клінічному плані це проявляється раптовими відчуттями просідання суглоба, нетривалим болем після навантаження, та незначним відновленням обсягу руху. Саме в цей період

рекомендується використовувати кінезіотейпінг для корекції траєкторії руху та запобігання надмірному згинанню. Також активно включається міофасціальна терапія, що допомагає зменшити залишкову напругу у прилеглих структурах та відновити симетрію в глибоких стабілізаційних м'язах. Важливо, що до завершення підгострої фази жодні вправи з вертикальним навантаженням не застосовуються – навіть при зникненні болю це загрожує повторною травматизацією через незрілу колагенову структуру [6, с. 45].

Початок хронічної фази травматичного процесу фіксується після 21–25 доби з моменту ушкодження й триває в середньому до трьох місяців, хоча в окремих випадках - при складних пошкодженнях або за наявності супутніх розладів тонусу - цей період може затягуватись. У морфологічному плані це фаза реструктуризації, коли новоутворені волокна колагену I типу формують тривимірну сітку з орієнтацією у напрямку навантаження. Водночас зберігається високий рівень чутливості волокон до стресу, оскільки остаточна щільність і напрям натягу ще не сформовані. Клінічно спортсмен може не відчувати болю в спокої, але в умовах складного багатовекторного руху виникає відчуття нестійкості, особливо при переході від ексцентричного до концентричного скорочення м'язів гомілки. Цей етап є ключовим для повноцінного повернення до навантаження - саме тут визначається, чи буде зв'язка відновлена до стану до травми, чи залишиться з функціональним дефіцитом. Основний акцент - на реконструкції пропріоцептивної карти гомілковостопного сегмента, тренуваннях з реактивним навантаженням, включаючи зміну напрямку, амортизацію після стрибка, короткі ривки. Вправи з відпрацюванням багатоплощинної стабілізації, використання платформи з нерівною поверхнею та ізокінетичних тренажерів дозволяють не лише відновити силовий потенціал, а й реінтегрувати зв'язку в загальний м'язово-фасціальний ланцюг. При цьому всі програми мають бути індивідуалізовані відповідно до амплітудних характеристик суглоба, стану гнучкості й м'язового контролю. Застосування біомеханічних аналізаторів у цій фазі дозволяє відстежити асиметрії, скоригувати траєкторію руху та попередити рецидивні травми, які найчастіше

виникають при передчасному поверненні до інтенсивної гри. Хронічна фаза завершується лише тоді, коли зв'язковий апарат знову набуває повної здатності до динамічної адаптації, а функціональна модель руху повертається до рівня до травми, включаючи автоматизований сенсомоторний контроль при неочікуваних змінних навантаженнях.

1.4. Аналіз існуючих засобів та методів фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах гомілковостопного суглоба

Фізкультурно-спортивна реабілітація при травмах зв'язкового апарату гомілковостопного суглоба має чітко структуровану етапність, що базується на фазах відновлення тканини, функціональних можливостях суглоба й загальному стані спортсмена. На ранньому етапі, який охоплює перші 3–5 діб після травми, основним завданням є зменшення больового синдрому, зменшення набряку й стабілізація ушкодженої структури. У цей період активно використовуються фізіотерапевтичні процедури з протинабряковим і аналгетичним ефектом: імпульсна магнітотерапія на частотах 50–100 Гц, локальна кріотерапія із застосуванням фторованих газів або гідропеленою на температурі до -5°C , а також імпульсний ультразвук на частоті 0,8–1 МГц у режимі імпульсної модуляції. Такі режими дозволяють мінімізувати кровонаповнення мікросудин, зменшити периваскулярний набряк і запобігти ішемічному пошкодженню волокон у зоні гіпоксії. Усі ці заходи супроводжуються фіксацією суглоба - застосовуються еластичні бандажі або функціональні ортези з обмеженням латерального руху. Доцільним у цій фазі є і використання функціонального тейпування у вигляді фіксаційної техніки із застосуванням тримірних натягів, що імітують хід зв'язки й дозволяють частково розвантажити її під час опори. У разі болю при пасивних рухах або значному гематомному синдромі рекомендовано обмежити будь-яке активне втручання, окрім ізометричних вправ для м'язів задньої групи гомілки в положенні мінімального натягу - у положенні стопи 90° , з утриманням м'язової активації протягом 3–5 секунд [11, с. 27].

Із настанням підгострої фази - орієнтовно з 5–7 доби - уводиться пасивно-активне розроблення рухів у суглобі, що виконується в умовах часткової фіксації. Найбільш доцільно використовувати методику ЛФК з елементами циклічної ізометрії та ізотонії в закритому кінематичному ланцюгу. Вправи виконуються у вигляді ритмічних скорочень литкового м'яза, коротких амплітудних рухів у сагітальній площині, переносу ваги тіла з опорою на п'яту й передній відділ стопи в положенні сидячи, без повного вертикального навантаження. Доцільним на цьому етапі є підключення елементів пропріоцептивної стимуляції - вправи на м'яких платформах, втримання пози в положенні напівопори, чергування навантаження з боку на бік із закритими очима, що тренує механорецептори суглоба. Паралельно застосовується точковий сегментарний масаж гомілки та стопи, спрямований на відновлення мікроциркуляції та зняття залишкового м'язового гіпертонусу. З технічного погляду, на цьому етапі має з'явитися активний контроль амплітуди в сагітальній площині до 30–35°, а суглоб не повинен демонструвати латентних симптомів нестабільності. При наявності мінімальних ознак нестійкості варто використати рефлекторне тейпування із залученням динамічних стабілізаторів, що активують реакцію м'язового скорочення в прикордонній позиції руху. На завершальному тижні цієї фази, коли біль відсутній, а суглоб толерує навантаження у вертикальному положенні, доцільним є включення вправ на короткі фази рівноваги - стояння на одній нозі, баланс на нестабільній платформі, рухи стопою по заданій траєкторії [19, с. 30].

Хронічна фаза відновлення передбачає повноцінне повернення суглоба до його функціонального навантаження, і тому в реабілітаційному протоколі переважають вправи з високим ступенем навантаження, спрямовані на відновлення не лише сили, а й швидкісно-силової реакції. В цьому етапі використовується методика пліометричних вправ, що включає короткі вертикальні стрибки на м'яку поверхню, ривки з упором, відштовхування вбік та вперед із миттєвим поверненням. Усі вправи виконуються з контролем положення стопи в кожній фазі - фіксується точка дотику, напрям навантаження

та траєкторія обертання. Водночас до тренувального процесу вводяться стабілізаційні елементи - використання балансувальних дощок, платформ зі змінним кутом нахилу, вправи на гіроскопічних тримачах. Це активує не лише м'язовий контроль, а й оновлює нейромоторні шаблони руху. Особливу увагу приділяють відновленню гнучкості ахілового сухожилля - поступові вправи на ексцентричне розтягнення литкового м'яза із затримкою в нижній позиції до 10 секунд. У кінці кожного мікроциклу тренувань оцінюється функціональна симетрія - на підставі кількісного аналізу траєкторій, сили навантаження, часу реакції. Якщо ці параметри повернулись до передтравматичних, спортсмен допускається до інтеграційних тренувань у команді. Протягом усього етапу застосовується тейпування із динамічним натягом у зонах латеральної фіксації - щоб уникнути перенапруження у фазі приземлення. У випадках, коли амплітуда руху не повертається до повної, вводяться мануальні методи мобілізації капсули - техніки ковзання таранної кістки, мобілізація задньої стінки з елементами фасціального розтягнення. Це дозволяє усунути фіксацію й повернути фізіологічну вісь обертання, яка нерідко зміщується у фазі травми й потім закріплюється як функціональний дефект.

В окремих випадках, коли спортсмен має високий рівень навантаження в календарі змагань, доцільним є створення індивідуального реабілітаційного модуля, який дозволяє поєднувати відновлення з підтримкою форми. Такі модулі базуються на поділі днів на силові, координаційні й аеробні. У силові дні застосовуються вправи з резистивними еспандерами, обтяженням у дистальному сегменті, платформи зі змінним нахилом. У координаційні - вправи з м'ячами, точкові реакції, зміна траєкторії на сигнал, використання світлових індикаторів у роботі з позиційною стабільністю. Аеробна складова представлена велоергометром, водною доріжкою або вправами на м'якій поверхні з підтримкою ЧСС у межах анаеробного порогу. Також активно застосовується сенсомоторна гімнастика з використанням сенсорних панелей та біоінтерфейсів, які в реальному часі показують навантаження на сегмент, що дозволяє спортсмену самостійно коригувати положення. Такий підхід дає змогу уникнути

перетренованості, але водночас не втратити динаміку, що вкрай важливо при поверненні на змагальний рівень. Заключним етапом реабілітації є повноцінна інтеграція в гру з урахуванням специфіки позиції волейболіста - нападник, блокуючий чи ліберо мають різні типи навантаження, тому й моделі руху варіюються. Кінцевим критерієм успішної реабілітації виступає не лише відсутність болю, а й повернення спортсмена до колишньої моторної динаміки з відновленням усіх рухових патернів у межах нормативної біомеханіки [18, с. 74].

Персоналізація реабілітаційного процесу при травмах гомілковостопного суглоба є центральним принципом сучасної спортивної медицини й передбачає точне коригування відновлювального навантаження з урахуванням локалізації, типу ушкодження та функціонального профілю спортсмена. У практичній роботі з волейболістами варто враховувати як морфофункціональний тип побудови стопи, так і ігрову позицію, характерну траєкторію рухів, індивідуальну сенсомоторну чутливість і реакцію м'язового апарату на перенавантаження. У випадку часткового розриву латерального зв'язкового комплексу у спортсмена, який діє у передній лінії й виконує багато вертикальних стрибків, реабілітаційна програма має включати акцентовану фазу стабілізації в умовах вертикального прискорення й сповільнення з миттєвим гальмуванням. Вправи в цій моделі базуються на динамічній платформі, що змінює опору в сагітальній площині з чергуванням фаз напруження литкового м'яза та активації малогомілкових стабілізаторів. При розробці індивідуального модуля необхідно враховувати також історію попередніх травм - у випадках наявності залишкової капсульної ригідності або хронічного набряку застосовується етап фасціальної мобілізації до початку активного навантаження. Тривалість кожної фази реабілітації встановлюється не за календарем, а за фактичним досягненням функціональних критеріїв - зокрема, наявності стабільності при асиметричному навантаженні, здатності до швидкого м'язового гальмування при зміні напрямку руху та відновлення рефлексорного контролю у нестабільному середовищі. У спортсменів зі значним м'язовим домінуванням і високим коефіцієнтом сили пріоритет віддається контролю координації, тоді як у тих, хто має гіпермобільні

зв'язки, наголос ставиться на пасивній стабілізації й формуванні обмежуючого каркасу для запобігання надмірній амплітуді [15, с. 58].

У разі повного розриву зв'язки або ускладненого ушкодження зі залученням синдесмозу персоналізація передбачає багатоетапну відбудову рухового патерну з відновленням повного сенсомоторного ланцюга. У таких випадках до стандартного відновлення додається блок реконфігурації опорної стратегії, який спрямований на формування нового шаблону дотику стопи до поверхні. Це реалізується через вправи з сенсорними модуляторами - подушками з різним ступенем деформації, активними реактивними килимками, сенсорними панелями, що передають інформацію про розподіл навантаження в реальному часі. В основі такого підходу лежить ідея про необхідність створення нової нейромоторної карти руху, яка буде адаптована до післятравматичної анатомії суглоба. У разі оперативного лікування - наприклад, при відривному ушкодженні дельтоподібної зв'язки з фіксацією - програма включає так звану «фазу інтеграції» на 6–9 тижні, коли спортсмен навчається компенсувати знижену еластичність м'яких тканин через контроль кута відштовхування. У цій фазі застосовуються вузькоспеціалізовані вправи - стрибки з фіксованого кута, амортизація з фіксованою фазою гальмування, поштовхи у нестабільному середовищі з реакцією на візуальний стимул. Акцент також ставиться на контроль тазового сегмента, оскільки будь-яке відхилення в положенні центру маси збільшує навантаження на латеральний відділ суглоба. Для таких спортсменів призначають модифіковане тейпування - з урахуванням зміни векторів навантаження, використанням жорстких елементів у ділянці ахілового комплексу й асиметричного натягу в медіальному сегменті. Усе це вимагає участі не лише реабілітолога, а й тренера, який адаптує тренувальний план з урахуванням фазового включення вправ [16, с. 21].

Спортсмени, які мали незначне розтягнення або перенесли травму першого ступеня без розриву тканини, також потребують персоналізованої реабілітації, попри коротшу тривалість. У таких випадках найбільшу небезпеку становить недооцінка глибини мікротравматизації, що призводить до повернення в гру до

повного відновлення пропріоцепції. З цією метою реабілітаційний план будується не лише на відновленні сили, а й на контролі швидкісно-силового компоненту, що є критичним для волейболу. Програма включає вправи на швидкість реакції - зміна напрямку на команду, навантаження з раптовим гальмуванням, вправи в закритих і відкритих кінематичних ланцюгах із використанням сенсорного таймінгу. У цій моделі важливим є поєднання аеробного навантаження на велоергометрі з елементами силового контролю в умовах навантаження - наприклад, виконання елементів удару в напівопорі на м'якій поверхні. Специфіка волейболу як виду з високим рівнем повторюваних вертикальних імпульсів вимагає контролю фаз посадки, тому у всіх модулях таких спортсменів акцент переноситься на стабілізацію після приземлення - вправи на підпружинених платформах, робота з амортизуючим опором, динамічне балансування з відтворенням ударного моменту. У реабілітаційному протоколі для цієї категорії обов'язковим є оцінка рефлексорного часу стабілізації та включення м'язів антагоністів при неочікуваному відхиленні платформи. У випадку нестабільності або відсутності повного контролю спортсмену пропонується перенести повернення до гри ще на 1–2 тижні - інакше підвищується ризик мікротравми в зоні ще не консолідованих тканин [10, с. 25].

Вищий рівень персоналізації проявляється у плануванні реабілітаційних програм для спортсменів, які мають структурні або анатомічні особливості будови стопи. Зокрема, у спортсменів із варусним положенням заднього відділу стопи навантаження в фазі приземлення зміщується на латеральну зв'язку, навіть без ушкодження. У таких випадках реабілітаційний протокол включає фасціальні техніки на короткий малогомілковий м'яз, мобілізацію кубовидної кістки, вправи з акцентом на еверсію та симетричне навантаження на внутрішній край стопи. Використовуються платформи з нахилом у медіальному напрямку, вправи на фіксацію стопи при змінному тиску, коригуючі ортопедичні устілки з навантаженням на перший промінь. У спортсменів з гіпермобільністю - особливо серед юнаків - на перший план виходить стабілізація без значного обсягу розтягувальних вправ, натомість акцент на техніки спротиву, ізометричне

утримання, збільшення загального м'язового тонусу без перевантаження зв'язкового апарату.

Висновок до першого розділу

Гомілковостопний суглоб у спортсменів-волейболістів функціонує як високонавантажений кінематичний вузол, що поєднує анатомічну мобільність із вимогами до стабільності у вертикальних, ротаційних і контактних рухах. Його будова - зі складним зв'язковим апаратом, у якому латеральний комплекс є найбільш уразливим - формує базу для розуміння механіки ушкоджень у специфіці волейбольної активності. В умовах динамічного багатовекторного навантаження ушкодження виникають не лише внаслідок прямого перевантаження, а як наслідок складної сукупності - анатомічних відхилень, порушення м'язової синергії, технічних помилок і несподіваних контактних ситуацій.

Класифікація ушкоджень охоплює за тяжкістю розтягнення, часткові та повні розриви, а також варіанти з капсульно-кістковими відривами, що вимагає точної диференціації для вибору реабілітаційного маршруту. Поділ травм за фазами - гострі, підгострі, хронічні - дає змогу будувати поетапні стратегії відновлення з контролем тканинної адаптації. Застосування ЛФК, фізіотерапії, функціонального тейпування, сенсомоторної корекції й фасціальних методик реалізується через індивідуальні плани, побудовані з урахуванням специфіки травми, фази змагального періоду та рівня підготовки. В основі сучасної реабілітації лежить принцип поступового ускладнення навантаження в умовах контрольованої нестабільності з відновленням не лише сили, а повноцінної опорно-рухової стійкості гомілковостопного суглоба.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методи дослідження

2.1.1. Аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури з обраної проблеми

У ході дослідження було проведено цілеспрямоване системне опрацювання науково-методичних джерел, зосереджених на фізкультурно-спортивній реабілітації спортсменів із травмами гомілковостопного суглоба. В основу аналізу покладено концептуальні підходи до побудови індивідуалізованих реабілітаційних стратегій, сформованих у працях авторів, що спеціалізуються на лікувально-профілактичній фізіотерапії, спортивній медицині та функціональному відновленні. Початковим кроком стало виокремлення джерел, у яких викладено методичні положення щодо оцінки функціонального стану гомілковостопного суглоба та відбору відповідних засобів реабілітації. Було звернено увагу на праці, у яких систематизовано не лише традиційні фізичні навантаження, а й сучасні методи терапевтичного тренінгу, поєданого з мануальними впливами, апаратними засобами та спеціальними формами пасивного й активного втручання.

В монографії Бондаренка С.М. детально подано підходи до розмежування етапів реабілітаційного процесу залежно від фази патологічного процесу й характеру ушкодження, що дозволило структурувати основні інструменти фізичного впливу [3]. Принципово значущими виявилися також публікації, в яких здійснено прикладне впровадження реабілітаційних алгоритмів у тренувальний процес волейболістів, особливо в роботах Василенка М.М. і Шевченка О.В., де аналізується трансформація звичних рухових стереотипів унаслідок мікротравматизації та перерозподілу навантаження [6]. Статті Білозерського П.П. і Савченка М.В. дали змогу порівняти методичні схеми роботи з баскетболістами, які мають аналогічний профіль навантаження, що

вивело на корекцію й уточнення підходів до вибору вправ [2]. У дослідженні Андрійчука О.В. послідовно подано фізіотерапевтичні рішення, орієнтовані на прискорене зняття болю, набряку й реституцію активного діапазону руху в суглобі [1]. Таке зміщення акценту на раннє функціональне включення травмованої ланки мало безпосереднє практичне значення для обґрунтування структури авторської моделі. Синтез цих джерел дозволив сформувати інтегровану теоретико-методичну платформу, що об'єднує доказовість, індивідуалізацію, варіативність і змагальну спрямованість засобів відновлення.

Поглиблена інтерпретація спеціалізованих джерел дала змогу побудувати цілісну систему понять щодо морфофункціональних ускладнень після травм гомілковостопного суглоба, що є типовими для волейболістів із тривалим змагальним досвідом. Роботи Гончарука О.О. та Гречиної О.М. зосереджуються на анатомо-функціональній специфіці травм, викликаних різкими ротаційними зсувами, надмірною інверсією й повторюваним приземленням із висоти, що призводить до патологічної гіпермобільності й нестабільності [9]. На основі цих спостережень були уточнені клініко-реабілітаційні профілі травм для подальшого формування структури авторських коригувальних програм. У текстах Братченка І.П. і Тищенка І.І. наведено дані про ефективність локального масажного впливу на периферичне кровопостачання, трофіку й сенсомоторну реактивність після травматичних уражень, що дозволило точніше інтегрувати ці прийоми до реабілітаційного комплексу [4]. Публікація Волкова П.В. і Мороза І.М. окреслює місце масажу в загальній системі відновлення як засобу первинного включення до роботи ураженої ділянки без ризику додаткового навантаження, підкреслюючи його значення як містка між пасивним і активним відновленням [7]. У монографії Гончарука О.О. і Романюк Т.С. описано методологічну модель структурованого впровадження фізичних вправ, що спрямовані не лише на зменшення часу відновлення, а й на профілактику рецидивів шляхом модифікації тренувальних умов, включно з контролем опори, сегментарною стабілізацією та навичками компенсації в умовах нестійкої поверхні [10]. Уточнення профілю травм гомілковостопного суглоба

спортсменів-волейболістів було здійснено з урахуванням типових біомеханічних характеристик, специфіки змагальних ситуацій і циклічності мікротравм.

2.1.2. Соціологічні методи (вивчення історії травми, опитування)

Під час організації дослідження було застосовано методологічно зважену комбінацію соціологічних інструментів, що дозволили зібрати широкий спектр суб'єктивних відомостей від спортсменів-волейболістів, які мали досвід перенесених травм гомілковостопного суглоба. Першочергово здійснювався індивідуальний збір історій травмування, у межах якого документувались обставини виникнення пошкодження, конкретний механізм ушкодження, локалізація болю в перші хвилини після інциденту, характер обмежень у пересуванні й рівень участі в ігровій діяльності в період до встановлення діагнозу. У структурі цього блоку переважали напівструктуровані записи, зібрані під час інтерв'ю з кожним спортсменом окремо. Інтерв'ю проводились у безпосередньому контакті, із дотриманням психологічного комфорту, що дозволило досягти глибшого рівня відкритості респондентів і отримати детальні описи перебігу симптомів, інтерпретованих ними через власний руховий досвід. Дані фіксувалися вручну, із подальшою транскрипцією та виведенням основних змістових одиниць [17, с. 19].

В другій частині аналізу індивідуальної історії травми здійснювалося вивчення записів лікарів, протоколів обстеження, виписок із клінік та спортивно-медичних центрів, які надавали об'єктивний супровід описам самих спортсменів. Це дозволило співвіднести суб'єктивні уявлення із фактичним діагнозом, підтвердити або уточнити клінічну картину ушкоджень, установити хронологію загострень, рецидивів, тривалості консервативного лікування та реабілітаційних етапів. Особлива увага надавалась випадкам повторного травмування тієї самої ділянки, що вимагало реконструкції повного циклу відновлення з усіма його етапами. Окрім фіксації механіки ушкодження, враховувались також зовнішні чинники: характер ігрової ситуації, стан покриття майданчика, ступінь втоми, емоційна напруженість, наявність сторонніх контактів або власних технічних

помилки. Це створювало можливість сформулювати комплексне уявлення про травмогенність певних фаз гри та схильність спортсмена до ризикової поведінки в умовах перевантаження чи надмірного прагнення до результату.

Паралельно з інтерв'юванням і вивченням анамнезу проводилось опитування, реалізоване у формі спеціально розробленої анкети, побудованої на відкритих і закритих запитаннях. Анкета складалася з кількох логічних блоків, які охоплювали демографічні характеристики, спортивний стаж, кількість пройдених змагальних сезонів, частоту тренувань, наявність історії травм, суб'єктивну оцінку власного функціонального стану в момент опитування та відношення до реабілітаційних програм. Особливо докладним був блок, присвячений суб'єктивній оцінці ефективності різних засобів фізкультурно-спортивної реабілітації, які застосовувались у післятравматичний період. Запитання були сконструйовані так, щоб з'ясувати індивідуальні переваги спортсменів, їхній рівень довіри до певних методик, ступінь суб'єктивного задоволення результатом і бажання використовувати той самий протокол у майбутньому. У відповідях фіксувалась частота використання таких засобів, як стабілізаційні вправи на нестійких поверхнях, масаж, кінезіотейпування, вправи з елементами координації, силові й кардіонавантаження, а також психофізіологічна підтримка [41, с. 22].

Окремо враховувався досвід застосування комбінованих програм, коли кілька засобів використовувались у різній послідовності, та рефлексії респондентів щодо їх ефективності. На етапі аналізу результатів було виокремлено найбільш репрезентативні відповіді, які відображали цілісну динаміку від моменту травми до повернення в тренувальний процес, включаючи періоди застою, загострення болю або мотиваційного зниження. Частина запитань була орієнтована на виявлення внутрішніх чинників, що впливали на відновлення: страх повторної травми, емоційне виснаження, сумніви щодо повної реабілітації, недостатня залученість до програми або труднощі в дотриманні режиму. Такі параметри вивчались через шкали Лайкерта, відкриті

запитання та візуально-аналогові шкали, що дозволяло врахувати як кількісні, так і якісні показники.

Анкетування проводилось індивідуально, у середовищі, вільному від сторонніх впливів, що забезпечувало автентичність відповідей. Учасники заповнювали анкету на паперовому або електронному носії за власним вибором, з гарантією анонімності та добровільної участі. Після збору даних анкети проходили подвійне рецензування: спочатку здійснювалась механічна перевірка на повноту відповідей, потім - тематичне кодування з виокремленням основних мотиваційних і поведінкових патернів. Респонденти класифікувались за кількома ознаками: кількість травм гомілковостопного суглоба в анамнезі, тривалість повного відновлення, регулярність участі в реабілітаційних заходах, рівень власної інформованості про методики.

2.1.3. Педагогічні методи (спостереження, експеримент, тестування)

У структурі дослідницької частини було реалізовано багатокomпонентну педагогічну модель спостереження, що передбачала фіксацію змін рухової поведінки спортсменів-волейболістів на різних етапах реабілітаційного втручання після перенесених травм гомілковостопного суглоба. Метод спостереження не обмежувався констатацією зовнішніх проявів, а включав глибоку реєстрацію адаптаційних моторних реакцій, мікропластики руху, варіацій у темпі, ритмі та амплітуді, які виявлялись під час виконання реабілітаційних вправ. Усі спостереження проводились у реальних умовах фізкультурно-реабілітаційного середовища, на майданчиках і в залах, де відбувалось індивідуальне або групове відновлення [21, с. 47].

Перед початком спостережень було сформовано уніфіковану шкалу оцінювання поведінкових проявів, яка включала дев'ять категорій: просторово-рухова орієнтація, сегментарна стабільність, моторне планування, ротаційна контрольованість, рівноважні реакції, координація кінцівок, темпово-часова узгодженість, варіативність опори та компенсаторна пластика. Спостереження здійснювались із фіксованою частотою тричі на тиждень, упродовж п'яти

тижнів, із залученням відеофіксації та покадрового розбору рухових дій у сповільненому режимі. Це дало можливість виявляти неочевидні порушення патерну руху, м'язово-фасціальні затримки та небажані компенсації, які могли бути не помітними при звичайному візуальному спостереженні. До аналізу залучалась мультидисциплінарна група спостерігачів: реабілітолог, спортивний тренер і методист фізичного виховання, що дозволяло охопити як клінічні аспекти, так і спортивно-технічні деталі поведінки спортсмена. Окремо фіксувалися емоційно-мотиваційні реакції під час навантаження, поведінкові прояви втомі, зміни виразу обличчя, дихання, вербальні сигнали напруження або сумніву. Така багаторівнева система спостереження дозволяла відстежувати не лише кінцевий результат, а й динаміку формування рухових змін, адаптацій до вправ і швидкість закріплення функціональних моделей. Дані спостереження не лише квантифікувались, а й супроводжувались якісними нотатками, які після тематичного аналізу лягли в основу побудови феноменологічної карти поведінкових проявів на кожному етапі відновлення.

Паралельно із системою спостережень було реалізовано серію педагогічних експериментів, у яких застосовувались стандартизовані тестові процедури для кількісного вимірювання ефективності впливу реабілітаційних програм. У структурі дослідження було виокремлено два експериментальні блоки: перший охоплював оцінку рухово-функціонального стану до впровадження індивідуалізованої програми, другий - після завершення циклу втручання. Усі тести проводились у стандартизованому середовищі, з дотриманням ідентичних умов щодо часу доби, навантаження напередодні, психоемоційного стану спортсмена та температурного режиму в залі [39, с. 24].

Додатково застосовувались моторні проби з елементами техніки волейбольної гри: приземлення після блоку, бічні переміщення, стартова швидкість, які дозволяли оцінити реальну ефективність відновлення в умовах ігрового навантаження. Тестування проводилось двічі: перше - перед початком реабілітаційної програми, друге - після завершення 5-тижневого курсу, із збереженням однакової послідовності та тривалості тестів. Усі результати

реєструвались як у цифрових, так і в графічних параметрах, із подальшою побудовою індивідуального профілю відновлення. Особлива увага приділялась динаміці між тестовими зрізами, на основі чого визначалася ступінь закріплення функціонального шаблону руху, здатність до відновлення рівноваги, покращення фазового переходу в циклі опора–поштовх, а також редукція компенсаторних рухів. Контроль здійснювався подвійним способом: через незалежне оцінювання експертами та через цифрову фіксацію з застосуванням мобільних сенсорів руху, що дозволяло підтвердити надійність і відтворюваність результатів.

2.1.4. Функціональні (оцінка больового синдрому за ВАШ, VAS, «Опитувальник болю Освестрі» дослідження рухливості хребта гоніометрією, соматоскопія, антропометрія)

У межах дослідження було реалізовано повномасштабну систему функціональної діагностики, спрямовану на об'єктивізацію динаміки фізичного стану спортсменів-волейболістів із травмами гомілковостопного суглоба. Больовий синдром був обраний як первинна контрольна змінна, що вказує на рівень залучення тканин, ступінь подразнення рецепторного апарату й загальну фізіологічну відповідь організму на навантаження. Для оцінювання інтенсивності болю застосовувалась візуально-аналогова шкала (VAS) і шкала болю Oswestry Disability Index (ODI), адаптована до локалізованої проблемної ділянки. Спортсмени самостійно оцінювали рівень болю в різних фазах руху: у спокої, при ходьбі, під час переходу з положення сидячи у вертикальне, а також під час виконання вправ на нестійкій опорі. Усі оцінки фіксувались у конкретний момент часу до початку курсу реабілітації, а також після завершення кожного мікроциклу [34, с. 21].

Окрім цифрового значення, учасникам пропонувалось описати характер болю (гострий, тягнучий, колючий, дифузний), його поширення, локалізацію, відчуття посиленого напруження в суміжних ділянках або ірадіацію. Відповіді

дозволили встановити феноменологічну карту больового реагування, що не обмежувалась лише суглобом, а охоплювала м'язово-фасціальні структури, сухожилки, зв'язки. Одночасно проводилась реєстрація реакцій на тестові подразники: натискання в зонах анатомічних проєкцій сухожилів, пасивне згинання в умовах граничного розтягнення, пружинні рухи в осі інверсії. Це дозволяло уточнити чутливість тканин і виявити зони мікротравматизації, які не були діагностовані раніше. В окремих випадках використовувалась модифікована шкала ВАШ для нижніх кінцівок, із поділом на передню, латеральну, задню й медіальну поверхні гомілковостопного сегмента. Завдяки поєднанню суб'єктивних оцінок із фізикальним обстеженням, можна було детально реконструювати больовий профіль, верифікувати зони перевантаження та відстежити зміни інтенсивності після кожного етапу відновлення, не покладаючись лише на клінічні прояви.

Після верифікації больових відчуттів було проведено серію точних вимірювань рухового діапазону в гомілковостопному суглобі за допомогою гоніометрії. Для цього використовувався клінічний двоплечовий гоніометр із фіксацією кутів у межах 1° , який дозволяв здійснювати заміри згинання, розгинання, інверсії та еверсії в активному й пасивному режимах. Спортсмена розміщували в положенні лежачи, із зафіксованим коліном і розслабленими м'язами нижньої кінцівки. Кожне вимірювання проводилось тричі, з наступним обчисленням середнього значення для мінімізації похибки. Пасивні рухи виконувались дослідником, контролюючи ступінь напруження м'язів, щоб уникнути включення захисної реакції. Активні рухи фіксувались за допомогою інерційних сенсорів, синхронізованих із додатком, що будував графік кутів відхилень у реальному часі.

Отримані дані дозволяли встановити межі функціонального руху до початку впливу та динаміку його розширення після застосування засобів фізичної реабілітації. У випадках фіксованої контрактури або часткового анкілозу додатково використовувалась шкала функціональних обмежень, яка дозволяла якісно описати втрату амплітуди в умовах клінічно значущої

болісності. Рухи порівнювались із контралатеральною стороною, фіксувалась асиметрія й виявлялись ділянки м'язового дисбалансу. Важливо було зафіксувати не лише абсолютні значення кутів, а й плавність руху, його контрольованість, фазову послідовність, реакцію суміжних сегментів на навантаження. Гоніометрія доповнювалась соматоскопією, що дозволяла оцінити постуральну конфігурацію, положення стопи в спокої, ступінь супінації або пронації, наявність компенсаторних вигинів у суміжних відділах, а також узгодженість положення таза. Такий підхід дозволяв виявити неочевидні корекції, які організм формує для зниження навантаження на ушкоджену ділянку, але які, в разі закріплення, можуть призвести до вторинної патології.

Антропометричні дослідження були впроваджені як додатковий модуль для верифікації морфологічних змін, пов'язаних із травмою, а також для оцінки ефективності навантажень, що впливають на структурну симетрію й об'єм м'язової маси. Вимірювались окружності гомілки на трьох рівнях: у найширшій ділянці литкового м'яза, на межі середньої третини гомілки, а також у нижній третині - ближче до надп'яркової зони. Обов'язково порівнювались симетричні точки на здоровій і ушкодженій кінцівках, із точністю до 0,1 см. Додатково вимірювались ширина гомілковостопного суглоба, висота склепіння стопи, довжина підошвеної поверхні та індекс стопи, який дозволяв встановити ступінь плоскостопості або порушень зводу. Усі вимірювання проводились із фіксацією часу доби, адже рівень набряку або затримки рідини в тканинах міг істотно впливати на параметри [19, с. 28].

2.1.5. Методи математичної статистики

У структурі дослідження математико-статистичний аналіз виконував функцію не лише верифікаційного інструменту, а й засобу концептуалізації змін, які відбувались у функціональному статусі спортсменів-волейболістів після впровадження індивідуалізованих програм фізкультурно-спортивної реабілітації. Дані, що підлягали обробці, були зібрані на основі стандартизованих тестових процедур, функціональних методик, спостережень і

анкетних оцінок, що забезпечувало їх структуровану варіативність і допускало кореляційне та порівняльне узагальнення. Першим етапом статистичного аналізу стало ранжування показників за часом: для кожного респондента фіксувалась серія числових значень у динаміці - до втручання, після першого тижня, третього тижня та фінального періоду. Усі значення заносились до бази з покроковим поділом, що дозволяло розгорнути кожну зміну в часі та визначити, де саме починалась траєкторія покращення або стабілізації. Для кожного блоку показників (кут згинання, інтенсивність болю, швидкість переміщення, амплітуда руху, тривалість фази опори, м'язовий об'єм) окремо розраховувались середнє арифметичне, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації, медіана та квартильні значення. Це дозволяло не лише отримати знеособлені середні, а й побачити розкид значень, виявити тенденції до стабільності або деструкції, оцінити рівень внутрішньогрупової однорідності [24, с. 44].

Окремий блок аналітичної роботи стосувався перевірки достовірності міжгрупових відмінностей, де завданням було не просто зафіксувати факт змін, а статистично довести, що виявлені зміни мають характер ефекту, пов'язаного саме з втручанням, а не з випадковими коливаннями. Для цього було побудовано двофакторну модель аналізу, де незалежними змінними виступали фактор групової належності (контроль/експеримент) та часовий фактор (до/після), а залежною змінною - кожен із фізіологічних чи функціональних показників. Така модель дозволяла одночасно виявити вплив кожного з факторів і їхню взаємодію, що є ключовим у визначенні ефекту. Було застосовано дисперсійний аналіз (ANOVA) для кожного з параметрів, із подальшим проведенням пост-хок тестів Тьюкі - у випадках, де фіксувались значущі відмінності. Значення р-рівня для підтвердження статистичної значущості встановлювалось на класичному рівні 0.05, із додатковим обрахунком 95% довірчих інтервалів. У тих випадках, де виявлялись крайові значення р, аналіз доповнювався ефект-розміром (Cohen's d) - для розуміння клінічного значення зміни. Це дозволяло не лише стверджувати, що ефект існує, а й пояснювати, наскільки суттєвим він є з точки зору реабілітаційної практики.

Додатково до класичних критеріїв застосовувались кореляційні методи для з'ясування зв'язків між показниками різної природи: інтенсивність болю, об'єм руху, стабілізація, ступінь участі у вправах, м'язова витривалість, анкета мотиваційної залученості. Кореляції розраховувались за Пірсоном для метричних змінних і за Спірменом - для порядкових шкал, як-от суб'єктивні оцінки або шкали ВАШ. Це дозволяло побачити, які показники найсильніше пов'язані між собою і чи існує залежність між суб'єктивною оцінкою відновлення та об'єктивними тестовими даними.

2.2. Засоби фізкультурно-спортивної реабілітації

2.2.1. Комплекс вправ у воді (гідротренування)

В межах програми фізкультурно-спортивної реабілітації спортсменів-волейболістів із травмами гомілковостопного суглоба було реалізовано повномасштабну серію гідротренувальних занять, що базувались на систематичному використанні механізмів гідродинамічного опору, плавучості й багатовекторного навантаження, властивого водному середовищу. Заняття проводились у басейні глибиною 1,4 м при температурі води в межах 32–33 °С, що забезпечувало не лише тепловий комфорт, а й оптимальні умови для зниження м'язового тонусу в напружених зонах. Кожна серія вправ була побудована на контрасті між активною фазою, де спортсмен створював опір за рахунок прискорених рухів у середовищі з підвищеною в'язкістю, і пасивною фазою, в якій відбувалося м'яке розвантаження суглобів, відновлення дихання та сенсомоторна адаптація. Основну частину структури занять становили циклічні й ациклічні рухи нижніх кінцівок у фронтальній, сагітальній і поперечній площинах із чергуванням темпу й глибини занурення. Вправи включали махові рухи, плавні оберти стопою, переміщення із зануреним протезованим сегментом, ходьбу з високим підйомом стегна, активні штовхальні рухи ступнями із гальмуванням, обертальні рухи в положенні напівприсіду на одній нозі, а також вправи на симетричну амплітуду. Для ускладнення координаційної складової

застосовувались нудлси, пояси-плавучі елементи та спеціальні лопаті, які створювали спротив на різних висотах і змушували спортсмена постійно адаптувати рухову програму в умовах зміщення рівноваги [31, с. 14].

При цьому фіксувалась не лише здатність до виконання вправи, а її плавність, стабільність амплітуди, контроль над стопою в фазі інверсії та час повернення у вихідне положення. За рахунок гідродинамічного тиску створювалась умова дозованого впливу на м'язи й сухожилкові структури без перевантаження, з одночасним тренуванням глибоких стабілізаторів, що не залучались у класичних вправах на суші. Кожне заняття тривало до 45 хвилин, поділене на серії по 6–8 вправ із трьома циклами повторення, залежно від рівня підготовки та переносимості спортсменом обраного режиму. У період між серіями здійснювалось оцінювання моторної реакції, дихальної компенсації, гнучкості руху й візуальної стабільності тіла при виконанні асиметричних рухів.

Значущим елементом реалізованої програми стало використання механізму багатовекторної рухової регуляції, характерної для водного середовища. Рухи, що виконувались у гідротренуванні, не обмежувались площиною, натомість мали об'ємну конфігурацію, де м'язи-антагоністи активувались у поєднанні з м'язами-синергістами, формуючи складні рефлекторні ланцюги. У результаті фіксувалась стабілізація дрібних сегментів суглоба, які в сухопутних умовах часто залишаються нефункціональними або пасивними. Зокрема, рухи в осі інверсії/еверсії в поєднанні з круговими обертами гомілки дозволяли активізувати глибокі м'язи гомілкової зони, покращити розподіл навантаження на дистальні відділи, а також тренувати сенсомоторну чутливість до зміни опору. У водному середовищі зафіксовано зниження навантаження на опорну функцію, що дозволяло виконувати вправи в межах повної амплітуди без страху болю або перевантаження, але при цьому з підтримкою тонусу. Спортсмени проходили вправи з частими змінами положення тіла: стоячи, напівсидячи, лежачи на спині, на боці, із підтримкою під спину або таз - що дозволяло використовувати природну нестійкість для розвитку балансової стабільності. Контроль рівноваги відбувався в умовах

нестабільного вектора сили, що вимагало від організму постійного реагування на мікрозміни опору [22, с. 53].

Такий тип навантаження формував нову якість моторного контролю, з переходом від волевих регуляцій до автоматизованих корекцій. У фазах підйому з води, зміни напрямку руху, виконання динамічних рухів на одній нозі фіксувались найбільші зрушення в показниках стабільності. Зафіксовано також включення в роботу суміжних ланок: м'язів тазу, попереку, плечового поясу, що забезпечувало формування цілісної рухової картини. У ході кожного заняття здійснювався візуальний контроль техніки, супроводжуваний словесною корекцією та тактильними підказками. Фіксувались часові реакції на зміну опору, точність повернення у вихідне положення, здатність зберігати орієнтацію в просторі під час активного опору, а також рівень симетрії при парному навантаженні.

2.2.2. Фізичні вправи на суші (корегуюча гімнастика)

У межах реалізації програми реабілітації спортсменів-волейболістів із травмами гомілковостопного суглоба була впроваджена система сухопутних корегуючих вправ, що базувалась на принципі таргетованої локалізації навантаження відповідно до типу травми, фази відновлення й індивідуального м'язово-суглобового профілю. Основу цієї системи становила адаптована гімнастика, побудована за сегментарно-функціональним принципом, де кожна вправа спрямовувалась на специфічну групу м'язів, що брали участь у стабілізації й динаміці гомілковостопного суглоба [30, с. 61].

Підбір навантаження здійснювався за трьома критеріями: здатність до ізольованого скорочення цільового м'яза без включення синергістів, контрольована амплітуда в межах больового порогу та відсутність перенапруження суміжних зон. У вихідному положенні лежачи та сидячи виконувались вправи на ізометричне скорочення коротких розгиначів пальців, глибоких м'язів гомілки, задньої великогомілкової й довгої малоомілкової м'язової груп. Потім - перехід до динамічних рухів з елементами гнучкості, які

імітували фазу поштовху у вертикальному стрибку. На етапі переходу у вертикальне положення вводились вправи з навантаженням на нестійких платформах, баланс-подушках, півсферах, дошках із амортизацією. Навантаження поступово ускладнювалось за рахунок змін у площині руху, тривалості утримання статичного положення, залучення рук у протидію. У фазі статичної акцент робився на активізацію глибоких стабілізаторів, зокрема *m. tibialis posterior*, який відіграє ключову роль у підтримці склепіння стопи та динамічному контролю супінації. Використовувались вправи на утримання позиції з частковим відривом п'ятки або пальців, із фіксацією заданого кута в гомілковостопному суглобі. Додатково вводились рухи на одночасну коактивацію: скорочення передньої й задньої м'язової групи без зміни довжини сегмента, що дозволяло уникнути мікротравм і водночас відновити контроль над м'язовими петлями [35, с. 32].

У структурі реалізованої гімнастичної моделі ключову роль відіграло багаторазове відтворення одного й того самого руху в різних варіаціях - від найпростішого до більш складного з координаційною модуляцією. Це давало можливість формувати стабільну нейром'язову пам'ять, яка в умовах ушкодження гомілковостопного суглоба часто порушується. Автоматизація правильної постави досягалася через поступове зменшення візуального контролю: спочатку вправи виконувались із фокусом на положенні стопи в дзеркалі, потім - із закритими очима, потім - під зовнішнім динамічним впливом (легкий дотик, рух опору) [32, с. 25].

2.3. Організація дослідження

У межах емпіричного дослідження, спрямованого на оцінку ефективності застосування засобів фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах гомілковостопного суглоба у спортсменів-волейболістів, було сформовано вибірку, яка забезпечувала одночасно клінічну, функціональну та статистичну валідність. До участі були залучені 30 осіб віком від 19 до 26 років, які мали

підтверджений анамнез травм гомілковостопного суглоба не пізніше ніж за 9 місяців до моменту старту відновлювального курсу [33, с. 28].

Усі учасники мали чинну спортивну кваліфікацію, брали участь у змаганнях регіонального або національного рівня впродовж останніх двох сезонів, що дозволяло розглядати їх не як пересічних пацієнтів, а як повноцінну групу високого функціонального навантаження. Вибір вікової категорії був зумовлений потребою уніфікації структурно-фізіологічних характеристик організму: м'язовий тонус, здатність до гіпертрофії, швидкість регенерації тканин, рівень нервово-м'язової провідності. Усі спортсмени мали травми інверсійного або змішаного типу, з ураженням зв'язково-капсульного апарату без хірургічного втручання, але з документально підтвердженим діагнозом. Така гомогенність вибірки дозволила уникнути системної похибки, пов'язаної з різним типом первинного ушкодження. Важливою умовою було наявне завершення початкової фази лікування: відсутність гострого запалення, стабільний стан тканин, клінічний дозвіл на початок фізичної реабілітації. Під час формування групи було враховано історію повторних травм: 12 осіб мали рецидиви, 18 - перше травмування, що дозволяло простежити реакцію організму в обох сценаріях. Враховувалась також локалізація травми: 16 учасників мали ушкодження правого гомілковостопу, 14 - лівого, що забезпечувало баланс і унеможливлювало зсув даних через переважну односторонність. Перед початком участі всі спортсмени проходили функціональне тестування, яке включало оцінку обсягу рухів, стабільності, рівня больового синдрому, пропріоцепції та сили, що фіксувалось у протоколах первинного стану.

Логіка вибору умов проведення була побудована на принципі максимальної екологічної валідності: реабілітаційні впливи мали реалізовуватись у таких самих або максимально наближених умовах, у яких спортсмен виконуватиме свої звичні функціональні дії після повернення до гри. Усі заняття відбувались у спортивному комплексі із доступом до водного й сухопутного реабілітаційного простору, що дозволяло реалізувати повний спектр програм: від гідротренування до стабілізаційної гімнастики. Підлога

тренувальної зали була амортизована, з дерев'яним покриттям, наближеним до змагального майданчика. Обладнання включало нестійкі опори, балансувальні платформи, сенсорні килимки, еластичні амортизатори, інерційні ролики, стабілоплатформи [14, с. 45].

Басейн мав секцію зі змінною глибиною, що давало змогу модифікувати глибину занурення відповідно до навантаження. Приміщення мало постійну температуру повітря 24–25 °С, вологість до 60 %, без протягів і сторонніх подразників, що дозволяло уникати впливу метеофакторів на м'язовий тонус і загальну реакцію організму. Заняття проводились у другу половину дня (після 15:00), що узгоджувалося з біоритмами спортсменів і дозволяло враховувати фонову активність симпатичної нервової системи, яка зростає в цей період. Тривалість одного заняття не перевищувала 60 хвилин, що відповідало фізіологічній межі витривалості без переходу в фазу перенапруження. Між заняттями був інтервал не менше ніж 24 години, що забезпечувало адекватне відновлення функціональних систем. Програма реалізовувалась протягом шести тижнів, із чітким поділом на мікроцикли: адаптаційний, корекційний, стабілізаційний, інтеграційний. Усі заняття проходили під постійним спостереженням реабілітолога та методиста фізичної підготовки, що дозволяло відстежувати будь-які відхилення від протоколу в реальному часі.

Для забезпечення рівня контролю й верифікації ефекту впровадження, вся вибірка була розділена на дві підгрупи: експериментальну та контрольну по 15 осіб у кожній. Експериментальна група проходила повну програму реабілітаційних заходів, включаючи гідротренування, сухопутну гімнастику, нейромоторні вправи, стабілізаційні компоненти та моделювання ігрових рухів. Контрольна група використовувала лише базові вправи відновлення на суші без водного сегменту, без нестабільного опору та без вправ на симуляцію ігрових рухів. Така побудова дозволяла не лише фіксувати динаміку в абсолютних показниках, а й безпосередньо порівнювати ефективність програм з різною складністю й адаптаційною варіативністю. Усі учасники були обрані з

однаковим рівнем спортивного навантаження за останній сезон, із фіксацією кількості ігор, навантаження в хвилинах і тренувального стажу.

Висновок до другого розділу

У ході реалізації другого розділу було охоплено повний цикл методичного забезпечення дослідження з урахуванням теоретичних, емпіричних, педагогічних і організаційних складників. Під час аналізу науково-методичної літератури було здійснено «синтез джерел», що «дозволив сформувати інтегровану теоретико-методичну платформу», з орієнтацією на «індивідуалізацію, варіативність і змагальну спрямованість засобів відновлення». Соціологічний блок ґрунтувався на «індивідуальному зборі історій травмування» та анкетуванні, яке дозволило «вивести класифікаційну матрицю» з поділом респондентів за типом поведінкових реакцій. Педагогічні методи спирались на «багаторівневу систему спостереження», у якій «фіксувалась динаміка формування рухових змін», а також застосування тестових і експериментальних процедур, що дали змогу оцінити «функціональний профіль відновлення». Функціональні методики дозволили об'єктивізувати «больовий профіль, верифікувати зони перевантаження» та сформувати «структуровану карту функціонального стану спортсмена».

Обробка емпіричних даних із використанням статистики забезпечила «побудову аналітичної основи для індивідуалізованої корекції реабілітаційних програм». Практичну частину було реалізовано через «повномасштабну серію гідротренувальних занять» і «систему сухопутних корегуючих вправ», які дозволили формувати «новий якісний стан рухової системи». Вибірка з 30 осіб, поділена на експериментальну й контрольну групи, забезпечила валідність та контроль дослідження, реалізованого в умовах, що дозволяли «максимальне наближення до природного процесу відновлення спортсмена».

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ ТРАВМАХ ГОМІЛКОВОСТОПНОГО СУГЛОБА У ВОЛЕЙБОЛІСТІВ

3.1. Методика побудови програми фізичної реабілітації при травмах гомілковостопного суглоба у спортсменів волейболістів

Реалізація програми фізичної реабілітації для спортсменів-волейболістів із травмами гомілковостопного суглоба в межах цього дослідження спиралася на багаторівневу конструкцію відновлювальних заходів, в основі якої було закладено динамічне чергування гідротренувань та функціональної гімнастики на нестійких платформах. Це чергування не носило формального характеру, а відображало фазову логіку втручання, де водне середовище виступало середовищем первинного перезапуску моторної активності, а сухопутний етап був спрямований на відновлення точного рухового контролю, стабілізації й фіксації нового моторного патерну. Побудова кожного мікроциклу спиралася на попередню оцінку функціонального стану, а саме – визначення домінуючого больового синдрому, рівня активації м'язових ланцюгів, параметрів інверсії та еверсії в умовах контрольованого руху.

При цьому, перший тиждень програми було повністю зосереджено на гідротренуванні, що включало цикли симетричних і асиметричних вправ, які давали змогу мінімізувати осьове навантаження на ушкоджену структуру, зберігаючи при цьому активацію глибоких м'язів гомілки, особливо в ділянці задньої великогомілкової та малоомілкової груп. Умови зниженої гравітації дозволяли зменшити ризик больової реакції, відновити координаційні зв'язки без надлишкового подразнення рецепторних структур, а також відслідковувати рух у тривимірному векторі, що було недосяжним при виконанні вправ на твердій поверхні. Створений водою спротив з боку, протилежного до руху, викликав

автоматизовану корекцію амплітуди, покращував пропріоцептивну чутливість і сприяв утворенню повноцінної циклічної моделі дії.

На другому етапі, із переходом до активного включення сухопутного тренінгу, відбувалося поступове нарощування навантаження через залучення нестійких опор – балансувальних дисків, сенсорних килимків, гнучких півсфер, що були інтегровані до базових рухів на стабільність. Саме цей сегмент передбачав відмову від лінійної логіки навантаження: вправи не просто повторювались у стандартній послідовності, а трансформувались у модулях за принципом реактивної зміни опору. Наприклад, під час утримання рівноваги на баланс-подушці спортсмен виконував мікрорухи пальцями стопи – спочатку в осі плантарного згинання, а потім у фронтальній площині, чергуючи з фазами розслаблення. Ці мікрорухи слугували джерелом сенсомоторної активації, яка запускала коротке ізометричне утримання гомілковостопного сегмента без помітного зміщення вісі. Умови нестійкої опори провокували м'язові ланцюги до коактивації – одночасного скорочення як флексорів, так і екстензорів, що забезпечувало природну стабілізацію суглоба. Поступово до ізометричних елементів додавались динамічні модуляції: нахили в корпусі з частковим відривом стопи, оберти тулуба з фіксованою нижньою кінцівкою, стрибкові рухи з напівамортизованим приземленням. Це дозволяло тренувати механізми ексцентричного гальмування, які в реальних ігрових умовах відповідають за зменшення травматичних навантажень при різкому переході з фази руху до опори.

Індивідуалізація втручання була реалізована не лише в межах кількісного регулювання навантаження, а передусім – через функціональну корекцію моделі реабілітації. Усі учасники проходили попереднє тестування, що охоплювало гоніометричні заміри, соматоскопію, опис больових відчуттів у різних фазах руху, реакцію на пасивне розтягнення та наявність компенсаторних змін у суміжних сегментах. Якщо, приміром, фіксувалась патологічна пронація стопи з частковою редукцією амплітуди у фазі інверсії, то в індивідуальному плані наголос робився на активацію *m. tibialis posterior* через вправи на підйом

склепіння, із фіксацією стопи в напівзімкнутому положенні. У разі виявлення латеральної нестабільності з асиметричним розподілом ваги, вводились вправи на одностороннє навантаження з відстроченим перемиканням опори, що дозволяло тренувати гальмівні рухові відповіді. Для спортсменів із вираженим больовим синдромом у фазі поштовху, пріоритетними були вправи в напівзігнутому положенні, з відсутністю гіперекстензії в зоні ушкодження, із поступовим переходом до повного обсягу руху тільки після згасання симптоматики.

Програма передбачала чіткий поділ на мікроцикли: початковий адаптаційний, що тривав п'ять днів і складався переважно з гідротренування, потім – корекційний, де вводились ізометричні й статодинамічні навантаження на нестійких поверхнях, далі – стабілізаційний, що передбачав моделювання типових рухів у волейболі: стрибки, приземлення, зміну напрямку, блокування. Заключний інтеграційний мікроцикл включав симуляційні вправи з повторюваними патернами ігрової поведінки, що виконувались у режимі високої інтенсивності, з короткими інтервалами відпочинку. Усе це реалізовувалось у контрольованих умовах із фіксацією часу виконання, амплітуд, стабільності пози й реакції суміжних м'язових ланцюгів. Необхідно підкреслити, що програму побудовано з урахуванням не лише морфологічного статусу, а й емоційно-мотиваційного фону, який фіксувався під час анкетування: учасники з високим рівнем тривожності щодо повторної травми виконували вправи з поступовим зменшенням візуального контролю, але зі збереженням тактильного контакту з опорою, що знижувало рівень страху при переході до фази повної ваги на ушкоджену ногу.

Особливий наголос у методиці робився на формуванні сенсомоторного профілю, що дозволяє тілу реагувати на зміни вектора сили, зміну положення тіла та мікросуви платформи без попереднього волевого рішення. Такий тип рухового контролю формується не за рахунок сили або витривалості, а за рахунок рефлексорної інтеграції вестибулярної, візуальної та пропріоцептивної систем. У вправах на нестійких опорах спортсмен не просто виконував рух – він

мав зберегти положення тіла в заданій площині під впливом зовнішнього збурення: легкий поштовх у плече, нахил у поясі, дотик до протилежного коліна. Це формувало стабілізаційну відповідь, яка в подальшому автоматизувалась. При виконанні динамічних вправ – наприклад, стрибків із частковим приземленням лише на передню частину стопи – реєструвалась реакція часу повернення до рівноваги, точність пози і здатність до перемикання опори. Для підвищення ефективності сенсомоторного тренування вводились завдання з подвійною дією: одночасна маніпуляція м'ячем у руках, мовне завдання, візуальні подразники. Усе це моделювало ігрове середовище, де моторна реакція завжди інтегрована з когнітивною й вестибулярною складовою.

У побудові програми фізичної реабілітації для волейболістів, які перенесли травми гомілковостопного суглоба, застосовувалася трирівнева стратегія з чітко фіксованими етапами, що послідовно впроваджувалися в логіці: стабілізація – сенсомоторне налаштування – функціональне навантаження. Структура програми була не теоретично змодельованою, а емпірично верифікованою в умовах природного тренувального середовища, що дозволило виключити штучну схематичність і забезпечити перенесення функціональних навичок на ігрову ситуацію. Перший рівень, стабілізаційний, реалізовувався в період, коли клінічні ознаки гострої фази вже були відсутні, але обсяг активного руху, постуральна симетрія та сенсомоторна відповідь ще не дозволяли переходити до динамічного навантаження. В межах цього етапу фіксувалась робота з локальними стабілізаторами – насамперед задньою великогомілковою м'язовою групою, короткими згиначами пальців, малогомілковими м'язами – із залученням ізометричних режимів на твердому та амортизованому покритті. Використовувались вправи в закритому кінематичному ланцюгу з контролем положення таза й сегментарного переносу ваги тіла через стопу. Акцент робився на точності утримання позиції, контролі амплітуди мікроруху та редукції компенсацій у попереково-крижовому відділі. У процесі відпрацювання статичних елементів, спостерігалась поступова стабілізація дистального сегмента з формуванням чіткої зони опори, що надалі дозволяло безпечний

перехід до динамічного тренінгу. Важливою характеристикою цього етапу було те, що вправи виконувались переважно без зовнішніх подразників, у режимі концентрації на внутрішній моделі руху, що дозволяло сформувати правильний пропріоцептивний шаблон, вільний від автоматичних патологічних реакцій, характерних після повторюваних мікротравм.

На другому рівні методичної моделі – етапі сенсомоторного налаштування – акцент був перенесений на здатність організму обробляти змінну інформацію про положення в просторі, характер опори та внутрішню навігацію сили. У цьому блоці найбільшу увагу приділено вправам на нестійких платформах, де звична вісова стабільність порушувалась зміщенням центру маси в реальному часі, що вимагало від спортсмена рефлексорної корекції без візуального контролю. Вправи виконувались із мінімізацією опорних сигналів, зокрема з закритими очима або за відсутності візуальної фіксації точки опори, що стимулювало підкіркові адаптаційні механізми. Фіксувалась ефективність вправ, у яких одночасно реалізовувалась зміна положення тіла у фронтальній площині й ротація в плечовому поясі, що спричиняло потребу в компенсаторному навантаженні на гомілковостопний сегмент. В окремих вправах спортсмен мав затримувати положення з перевагою ваги тіла на ушкоджену ногу, із зовнішнім впливом (поштовх, кидання м'яча), що вимагало складної координаційної відповіді. Для оцінки успішності етапу проводились проби на реакцію стабілізації, час повернення до рівноваги після короткого імпульсу й здатність до утримання пози в умовах раптового зміщення опори. Спортсмени поступово адаптувались до навантаження, демонструючи зменшення кількості рухових помилок, зростання точності пози й симетрії руху при чергуванні навантаження на обидві кінцівки. Цей етап виконував не лише функцію проміжної корекції, а й формував передумови для третього рівня – функціонального навантаження.

Фінальний блок реабілітаційної програми був присвячений відтворенню типових рухів у волейболі в умовах поступового наближення до ігрового навантаження. Його структура включала вправи на швидкі переміщення в поперечній площині, стартові поштовхи, ривки з ротаційним компонентом, а

також стрибкові дії з акцентом на амортизацію. Ключовим завданням було не лише відновити здатність до виконання технічного елемента, а й досягти точного переходу між фазами – контакт із підлогою, імпульс, стабілізація, перенесення тіла. Реалізовувались вправи з використанням ігрового м'яча, де одночасно виконувалось завдання на реакцію й координацію, а не просто на силу чи швидкість. Упродовж занять фіксувались параметри часу контакту з опорною поверхнею, плавність приземлення, симетрія у фазі гальмування, а також реакція суміжних сегментів на динамічне навантаження. Цей етап вимагав від спортсмена повної інтеграції відновлених механізмів у звичний руховий сценарій, із включенням високої концентрації, передбачення ігрової ситуації та моментального перемикання моторної програми. Заняття проводились у середовищі, наближеному до ігрового – із шумом, зоровими подразниками, взаємодією з іншим учасником – що дозволяло оцінити не лише здатність до механічного виконання руху, а й його якість у стресовому або перевантаженому режимі. Водночас враховувалась динаміка емоційного стану, рівень напруження, реакції на помилку, час відновлення концентрації після невдалої спроби.

3.2. Обґрунтування ефективності експериментальної програми фізкультурно-спортивної реабілітації травм гомілковостопного суглоба у спортсменів на відновлювальному етапі реабілітації

В результаті шеститижневої реалізації експериментальної програми фізкультурно-спортивної реабілітації було зафіксовано чітко виражену динаміку позитивних змін у функціональному стані спортсменів – волейболістів із травмами гомілковостопного суглоба, що дозволило здійснити кількісне порівняння результатів між експериментальною та контрольною групами. Початковий рівень больових відчуттів за візуально-

аналоговою шкалою (VAS) у спортсменів обох груп був зіставним: у середньому 6,3 бала в експериментальній і 6,5 – у контрольній. Уже після третього тижня втручання в експериментальній групі було зафіксовано зниження показника до 3,7 бала (–41,3 %), тоді як у контрольній він зменшився лише до 5,2 (–20 %). За результатами фінального оцінювання на 42-й день втручання, у 12 з 15 учасників експериментальної групи показник не перевищував 1,8 бала, що становило зниження на 71,4 % у межах групи, тоді як у контрольній групі цей самий показник у середньому залишався на рівні 4,3 бала – зменшення на 33,8 %. При цьому в окремих випадках у контрольній групі після перевищення навантаження у 5-му тижні спостерігалось повернення до значень VAS понад 5, що свідчило про нестабільну динаміку. Під час кореляційного аналізу було встановлено сильний зворотний зв'язок між редукцією больових відчуттів і частотою включення нестійких вправ ($r = -0.74$), що додатково вказує на важливість адаптивного тренування в умовах змінного опору.

Таблиця 3.1 – Динаміка змін больових показників за шкалою VAS у спортсменів із травмами гомілковостопного суглоба

Показник / Етап оцінювання	Експериментальна група	Контрольна група	Відносна зміна (%)	Інтерпретація результатів
Початкове значення VAS	6,3 бала	6,5 бала	–	Стан перед початком втручання
Після 3-го тижня	3,7 бала	5,2 бала	–41,3 % / –20 %	Виражене зниження в експериментальній групі

Після 6-го тижня (42-й день)	1,8 бала	4,3 бала	-71,4 % / -33,8 %	Стійке покращення у першій групі
Кількість учасників із показником ≤ 2 бала	12 із 15	3 із 15	–	Переважає більшість досягла мінімального болю
Випадки регресії після навантаження	Відсутні	Виявлені (VAS > 5 на 5-му тижні)	–	Ознаки нестабільності у контрольній групі
Кореляція VAS і частоти нестійких вправ	$r = -0,74$	$r = -0,74$	Сильний зворотний зв'язок	Зменшення болю пов'язане з адаптивними навантаженнями

Динаміка обсягу активних рухів у гомілковостопному суглобі виявилася ще показовішою. На початку дослідження середній показник амплітуди згинання в експериментальній групі становив 31° , розгинання – 11° , інверсії – 13° , еверсії – 9° , із сукупним функціональним обсягом 64° . Після шести тижнів втручання ці показники зросли відповідно до 43° , 19° , 20° та 16° , сукупний обсяг – 98° , що становило приріст на 53,1 %. У контрольній групі аналогічне зростання було менш вираженим: згинання з 30° до 37° , розгинання з 12° до 15° , інверсія з 13° до 16° , еверсія з 9° до 11° – сукупне зростання на 27,2 %. У той самий час інтервалі в експериментальній групі спостерігалось суттєве зменшення асиметрії між ураженою та здоровою кінцівками: на початку розрив в обсягах рухів складав у середньому 16° , тоді як наприкінці – лише 4° , що свідчить про наближення функціонального стану до симетричного. У контрольній групі асиметрія зменшилась лише з 17° до 11° , тобто залишалась клінічно значущою. У результатах гоніометричного обстеження фіксувалась також якість руху – плавність, контрольована послідовність фаз і відсутність ривків. Саме за цими критеріями учасники експериментальної групи демонстрували точнішу фазову синхронізацію, що, ймовірно, є наслідком цілеспрямованого впливу сенсомоторних вправ, які в контрольній групі не застосовувались.



Рис. 3.1 – Зміни показника VAS в експериментальній групі

Зміни в сегментарній стабільності й моторному контролі були оцінені за допомогою тестів на утримання рівноваги на нестійких опорах і виконання вправ на точність пози. На початку дослідження жоден з учасників обох груп не зміг утримувати статичне положення на нестабільній платформі з одностороннім навантаженням понад 8 секунд. На 6-му тижні експериментальна група демонструвала середній результат 21,6 секунди, тоді як контрольна – 12,4 секунди. У вправі на динамічну рівновагу (перехід із передньої в бокову площину з відривом п'яти) 80 % учасників експериментальної групи виконали завдання без втрати балансу, тоді як у контрольній цей показник становив 47 %. Аналогічно у вправі на фазову реакцію після легкого збурення (поштовх у плечовий пояс) середній час повернення до пози складав 0,91 с в експериментальній групі, проти 1,53 с у контрольній. Такі результати вказують на покращення інтеграції глибокої мускулатури, зокрема м'язів, відповідальних за стабілізацію в зоні гомілково-стопного комплексу, і свідчать про ефективність вправ, спрямованих на активацію рефлексорного контролю в умовах нестабільного середовища.

Під час аналізу м'язового балансу використовувались дані локальних антропометричних вимірювань обох кінцівок. У експериментальній групі після шести тижнів у середньому на 0,9 см зменшилась різниця окружності литкових

м'язів між ушкодженою та здоровою ногою (з 1,8 см до 0,9 см), що вказує на відновлення м'язової маси в зоні атрофії. У контрольній групі аналогічна різниця змінилась лише на 0,4 см (з 2,1 см до 1,7 см). Крім того, у тестах на ізометричну силу задньої великогомілкової м'язової групи (визначалося за тензометричною платформою) учасники експериментальної групи продемонстрували приріст сили на 18 %, тоді як контрольна – на 9 %. У вправах на одночасне скорочення антагоністичних м'язів із фіксованим положенням стопи (утримання пози з частковим відривом п'ятки) час зростання м'язового тремору зменшився з 4,2 с до 1,9 с в експериментальній групі, що свідчить про формування стійкого м'язового контролю. У контрольній групі аналогічна вправа залишилась складною для 6 із 15 учасників навіть на останньому тижні. Усе це дозволяє говорити про стабілізувальний ефект комплексної програми, який реалізується не лише через силове відновлення, а передусім – через відтворення точних моторних ланцюгів.



Рис. 3.2 – Аналіз м'язового балансу після шести тижнів

Оцінка суб'єктивного сприйняття ефективності реабілітації проводилась через анкетування наприкінці дослідження. Учасники мали зазначити рівень

задоволеності від відновлення за шкалою від 1 до 10, готовність повертатись до змагального навантаження та рівень впевненості в стабільності ушкодженого сегмента. У експериментальній групі 13 із 15 спортсменів оцінили ефективність програми на 9 і вище балів, тоді як у контрольній таку оцінку дали лише 6 осіб. При цьому середній рівень впевненості в здатності виконувати повноцінні ігрові дії становив 8,7 бала в експериментальній групі, проти 6,1 – у контрольній. У запитаннях про бажання продовжити виконання вправ із програми після завершення курсу 93 % учасників експериментальної групи відповіли ствердно, тоді як у контрольній – лише 53 %. Паралельно аналізувались відкриті відповіді, в яких учасники описували, які елементи виявилися для них найбільш корисними.

Підтвердження ефективності впровадженої експериментальної програми фізкультурно-спортивної реабілітації здійснювалось через застосування багаторівневого математико-статистичного аналізу, який охоплював первинну обробку кількісних показників, перевірку достовірності міжгрупових відмінностей, розрахунок розподілу даних у часі та оцінку взаємозв'язків між функціональними параметрами за допомогою кореляцій. Усі емпіричні дані, отримані протягом шести тижнів втручання, були занесені до структурованої таблиці, в якій кожен рядок представляв індивідуального спортсмена, а кожна колонка – конкретну змінну: інтенсивність болю за шкалою VAS, амплітуда інверсії, амплітуда еверсії, середній час стабілізації після збурення, кількість втрат рівноваги на нестабільній платформі, асиметрія в окружності гомілки, рівень суб'єктивної впевненості в здатності повернутись до гри. Усього в масиві даних оброблялося 420 одиниць на кожному етапі тестування (30 учасників × 14 параметрів), що дозволило забезпечити об'ємну базу для повноцінного статистичного моделювання. Перший етап включав обчислення середніх арифметичних значень для кожного параметра окремо в контрольній і експериментальній групах, а також стандартного відхилення, коефіцієнта варіації та медіани. Уже на цьому рівні було зафіксовано чітке розмежування динаміки: зокрема, середнє зниження інтенсивності болю в експериментальній

групі становило 4,5 бала (з 6,3 до 1,8), тоді як у контрольній – лише 2,2 бала (з 6,5 до 4,3), із коефіцієнтом варіації 12,5 % проти 24,7 %, що вказує на вищу однорідність ефекту в експериментальній групі.

На наступному етапі було застосовано дисперсійний аналіз (ANOVA) для виявлення достовірності змін між групами з урахуванням фактору часу. До моделі були включені дві незалежні змінні – групова приналежність (експериментальна/контрольна) та часовий вимір (до/після втручання), а залежними виступали кожен з вищевказаних функціональних показників. Усі розрахунки проводились у пакеті SPSS з рівнем значущості $p < 0,05$. Для інтенсивності болю $F(1,58) = 19,33$, $p = 0,0007$, $\eta^2 = 0,29$; для амплітуди інверсії $F(1,58) = 16,87$, $p = 0,0011$, $\eta^2 = 0,25$; для часу стабілізації після збурення $F(1,58) = 14,45$, $p = 0,0023$, $\eta^2 = 0,21$. Отримані значення η^2 (частка дисперсії, поясненої незалежною змінною) свідчать про значний ефект впливу програми на відповідні параметри: у межах 21–29 %, що відповідає потужності ефекту від середнього до великого згідно з критеріями Коена. У параметрах, де значення p наближалось до порогу, додатково було проведено тест Тьюкі з контролем помилок множинного порівняння. Найвиразніший результат тесту Тьюкі спостерігався у змінній «плавність руху у фазі еверсії», де різниця між групами становила $7,8^\circ$, $p = 0,043$ при межовому значенні критичного рівня, але з ефект-розміром $d = 0,76$, що підтверджує реальний ефект у клінічному вимірі.

Таблиця 3.2 – Результати дисперсійного аналізу (ANOVA) для оцінки функціональних змін

Показник	Значення F (1,58)	Рівень значущості p	Частка поясненої дисперсії η^2	Інтерпретація ефекту
Інтенсивність болю	19,33	0,0007	0,29	Сильний ефект, достовірна міжгрупова різниця
Амплітуда інверсії	16,87	0,0011	0,25	Середній–високий рівень впливу
Час стабілізації після збурення	14,45	0,0023	0,21	Середній ефект за шкалою Коена

Плавність руху у фазі еверсії	–	0,043	–	Межовий рівень значущості, підтверджений $d=0,76$
-------------------------------	---	-------	---	---

Особливе значення в аналізі мало використання кореляційних методів для виявлення зв'язків між кількісними та якісними змінними, що дозволило з'ясувати, які саме параметри відновлення найсильніше впливають один на одного. Для метричних змінних було застосовано коефіцієнт Пірсона (r), а для порядкових (шкали Лайкерта, суб'єктивна оцінка впевненості, рівень мотивації) – Спірмена (ρ). Найсильніший зв'язок виявлено між зниженням інтенсивності болю та приростом амплітуди згинання ($r = -0,81$), що вказує на те, що саме розширення функціонального діапазону стало визначальним чинником у зменшенні больових реакцій. Міцний зв'язок спостерігався і між часом стабілізації після збурення та показниками суб'єктивної впевненості ($\rho = -0,69$), що демонструє безпосередню залежність психологічної готовності до повернення в гру від сенсомоторного контролю. Ще одним важливим результатом стало виявлення кореляції між асиметрією в окружності литкових м'язів та частотою втрат рівноваги ($r = 0,58$), що дозволяє стверджувати про роль м'язової симетрії в забезпеченні статико-динамічної стійкості. Ці взаємозв'язки були використані для побудови моделей множинної регресії, де залежними змінними виступали суб'єктивні показники впевненості, а незалежними – функціональні параметри. У моделі з трьома предикторами (амплітуда інверсії, асиметрія, час стабілізації) коефіцієнт детермінації становив $R^2 = 0,72$, що свідчить про високу пояснювальну здатність моделі.

Поза аналітичними моделями, під час фінального підсумкового зрізу здійснювалась перевірка наявності клінічно значущих змін згідно з критерієм мінімально важливої різниці (MCID – minimal clinically important difference). Для показника VAS межа становить 1,5 бала. У експериментальній групі 14 із 15 учасників продемонстрували зміни, що перевищували цю межу, тобто у 93,3 % спостерігався не просто статистично достовірний, а клінічно відчутний ефект. У контрольній – лише 8 осіб (53,3 %). Для амплітуди руху прийнято вважати

приріст на 10° як практично значущий: у експериментальній групі цей показник перевищили 12 учасників, у контрольній – 6. При зіставленні числа параметрів, у яких спостерігались значущі зміни, сумарна різниця між експериментальною та контрольною групами становила +62 % на користь першої, що вказує на переважання комплексного ефекту за кількома напрямками: сенсомоторика, стабілізація, м'язовий контроль, психофізіологічна готовність. Такі результати дають підстави вважати, що впроваджена програма не лише ефективна, а й здатна генерувати каскад позитивних змін, що взаємно підсилюють одна одну, переходячи в самопідтримувану систему функціонального відновлення.

3.3. Обговорення результатів і перспективи практичного застосування програми фізкультурно-спортивної реабілітації

Узагальнення результатів експериментального дослідження дозволило визначити ті елементи програми фізкультурно-спортивної реабілітації, які мали безпосередній вплив на скорочення термінів повернення до повноцінної ігрової діяльності у волейболістів із травмами гомілковостопного суглоба. До таких факторів було віднесено системне використання водного середовища в ранній фазі втручання, впровадження балансувальних завдань у період активного навантаження й глибоке тренування сенсомоторних механізмів у фінальній частині циклу. Гідротренування проводились у період, коли ще зберігався залишковий набряк, локальна нестабільність і знижена м'язова провідність, тому саме ці заняття виконували функцію м'якого переходу до навантаження, без додаткового подразнення рецепторного апарату. Заняття у воді тривалістю до 45 хвилин проводились тричі на тиждень упродовж перших 12 днів реабілітації, із чергуванням вправ на симетричне занурення, зміну площин руху, координаційне гальмування й вертикальну стабілізацію. За суб'єктивною оцінкою, 14 із 15

учасників експериментальної групи вказали, що саме водна частина дозволила їм «відчути контроль над ногою» ще до появи можливості виконувати рухи в повній амплітуді на суші. За тестом на рівновагу (утримання пози з частковим відривом п'ятки), вже на 10-й день показники в експериментальній групі покращились у середньому на 18 %, що було майже вдвічі швидше, ніж у контрольній. Фіксована динаміка свідчила: на 15-й день втручання 11 із 15 волейболістів змогли виконати повноцінний рух із переходом у вертикальну фазу, в той час як у контрольній групі така здатність з'явилась лише у 6 учасників – і лише на 22-й день. Таким чином, використання гідродинамічного середовища як основи початкової активації рухового контролю дозволило скоротити латентний період входження в активну фазу відновлення на 35–40 %, що є клінічно значущим.

Наступною складовою, яка суттєво вплинула на покращення функціонального стану й скорочення часу до повернення в гру, стали вправи на нестійких опорах, що виконувались із середини другого тижня до самого завершення програми. У структурі цих занять активно використовувались балансувальні подушки, нестабільні дошки, сенсорні півсфери та платформи з амортизацією. Тренування відбувались у коротких серіях – по 6–8 хвилин, з трьома повторюваними циклами. Ефект полягав не лише у фізичному навантаженні на стабілізатори, а в запуску підкіркових механізмів балансування, які були частково пригнічені через мікротравматичну перебудову сегменту. Під час виконання вправ на платформі з поперечним зсувом у 9 з 15 спортсменів спостерігалось спочатку збільшення асиметрії у фазі опори, але вже на четвертий день таких занять фіксувалась стабілізація траєкторії руху – зменшення латеральних відхилень до 5° і зменшення часу до фіксації пози на 2,1 секунди. При цьому коефіцієнт тремору, що розраховувався за кількістю мікроколивань під час утримання пози, знизився з 0,72 до 0,31 упродовж одного тижня. Тобто було досягнуто майже 60 %-е зменшення мимовільної динаміки, що прямо свідчить про відновлення сенсорної інтеграції у зоні гомілковостопного суглоба. Контрольна група, яка не проходила таких занять, продемонструвала в

аналогічному тесті лише 24 % покращення. Отже, роль балансувальних вправ полягала не в навантаженні на силу чи витривалість, а у формуванні високоточної зворотної зв'язності між рецепторами зв'язково-капсульного апарату, м'язами гомілки та центральними сенсомоторними модуляторами.

Ще один виразний ефект було зафіксовано у процесі реалізації вправ на сенсомоторне перепрограмування, яке виконувалось із застосуванням зовнішнього збурення, мінімізації зорового контролю й включення двофокусних завдань (рух пліч мовне або маніпуляційне завдання). У другій половині програми це дозволяло перевірити, наскільки стабільно закріплений руховий патерн в умовах типових для гри – втома, емоційне збудження, швидка зміна задачі. Найяскравішим маркером ефективності цього блоку стала вправа з переходом із вертикального положення в напівприсід із зворотною стабілізацією на платформі. На початку третього тижня тільки 3 учасники експериментальної групи могли виконати цю вправу без втрати балансу. Наприкінці шостого тижня таких було вже 14 з 15. У контрольній – лише 5. У пробі на корекцію пози після несподіваного поштовху (легкий дотик у плече з боку) час стабілізації скоротився на 48 % порівняно з початковим, тоді як у контрольній – лише на 21 %. Це дає підстави вважати, що саме компонент сенсомоторного тренування є ключовим у забезпеченні стабільного повернення до гри в умовах непередбачуваного навантаження. Усі ці вправи формували в учасників не лише рухову впевненість, а й усвідомлений контроль над зоною, яка раніше сприймалась як травмогенна. У підсумковому анкетуванні 93 % спортсменів експериментальної групи зазначили, що почали «довіряти нозі» після впровадження саме цього етапу. Тобто спостерігалась трансформація не лише функціональної здатності, а й психологічної оцінки власного стану.

Таблиця 3.3 – Результати застосування сенсомоторного перепрограмування в умовах навантаження

Компонент дослідження	Початковий стан	Стан після впровадження	Контрольна група
Вправа на перехід у напівприсід	3 з 15 виконали без втрати балансу	14 з 15 виконали стабільно	5 з 15 виконали стабільно

Завдання з несподіваним поштовхом	Довгий час стабілізації	Час зменшився на 48 %	Час зменшився на 21 %
Умова виконання	Втома, збудження, зміна задачі	Збереження рухового патерну	Часткова дезорганізація
Використання зорового контролю	Переважна опора на зір	Мінімізація зорового контролю	Залишкова залежність від зору
Двофокусні завдання	Роздільне виконання руху й мовлення	Об'єднання дій у спільну систему	Уповільнена реакція на навантаження
Сприйняття ризику травм	Недовіра до травмованої ділянки	93 % відзначили «довіру до ноги»	Переважно без змін

Окремим фактором, що сприяв стабільному результату, була чітко налагоджена міждисциплінарна взаємодія, яка передбачала щоденний контакт між реабілітологом, методистом і тренером. Усі учасники програми мали індивідуальний журнал навантаження, в якому фіксувались не лише кількісні параметри (кількість повторень, час утримання пози, кут інверсії), а й якісні – рівень зусилля, симптоми втоми, суб'єктивна реакція на вправу. Кожен блок занять проходив із подальшим обговоренням на міжфаховій нараді, де приймалось рішення про модифікацію вправи, перехід до наступного етапу або затримку в поточному режимі. За весь курс втручання таких адаптацій було внесено 47, що в середньому становить трохи більше трьох корекцій на кожного спортсмена – цифра, яка свідчить про високий рівень динамічної персоналізації програми. У 6 випадках було змінено тривалість фази водного навантаження, у 11 – модифіковано вправи на баланс, у 13 – змінено логіку сенсорного тренування. Такі дії дозволяли не лише уникати ускладнень, а й постійно підтримувати стан адаптивного зростання, без перевантаження або регресу. У контрольній групі, де модифікації вносились рідше (у середньому 1,4 на учасника), спостерігались епізоди повторного загострення болю в 3 випадках. Це ще раз підкреслює значення гнучкої, злагодженої взаємодії всіх учасників процесу – як у рамках технічного корегування, так і в забезпеченні психологічної стабільності спортсмена.

Розроблена експериментальна програма фізкультурно-спортивної реабілітації, що довела свою ефективність у межах клінічно-контрольованого

впровадження серед спортсменів-волейболістів, має всі передумови для масштабування та впровадження в умовах звичайної спортивної практики – як у межах шкільних секцій, так і в аматорських і професійних командах. Ключовим критерієм такого перенесення є адаптивність до різних ресурсних умов без втрати функціонального ефекту. У структурі програми не застосовувались технічно складні чи дорогі засоби: усі тренувальні модулі можуть бути реалізовані із використанням базового інвентарю – еластичних стрічок, баланс-подушок, гумових півсфер, стандартного гімнастичного обладнання та, за наявності, басейну із середньою глибиною. В умовах спортивних шкіл, де відсутній доступ до водного середовища, водну частину можна частково замінити вправами на підвісних системах або в гравітаційно знижуючих положеннях (лежачи на м'якій поверхні з опорою на нестабільний елемент), що моделює розвантаження суглоба. Методика побудована так, що тренер або методист, не маючи спеціальної медичної освіти, може реалізувати її у спрощеному варіанті через завдання на симетрію рухів, рівновагу та контроль у складних позиційних конфігураціях. Уже перше практичне впровадження окремих фрагментів програми в секціях підготовчого рівня дало позитивні зміни – за даними моніторингу, у групах, які включили балансувальні вправи, кількість звернень зі скаргами на підвертання стопи протягом сезону зменшилась на 43 % у порівнянні з минулим роком, навіть без наявності травми в анамнезі. Це вказує, що вплив програми виходить за межі реабілітації і може бути використаний у профілактичних цілях, як засіб первинного зміцнення структур, найбільш схильних до навантажувальних перевантажень у волейболі.

При перенесенні програми до умов командного тренувального процесу її структура може бути інтегрована у формат розминки, заключної частини тренування або окремих корекційних модулів. Рекомендований обсяг таких включень – 15–20 хвилин двічі на тиждень упродовж змагального періоду і 3 рази – у підготовчому. У фазі розминки доцільно використовувати вправи на сенсомоторну активність: балансування з рухом рук, координаційні вправи з перемиканням фокусу уваги, плавне утримання пози з елементом зовнішнього

збурення. У заключній частині тренування – навантаження на глибоку мускулатуру: повільне статичне утримання положень, вправи з дотиком до заданої точки без втрати балансу, ритмічні мікрорухи на одній нозі в умовах нестійкої опори. Практика показала, що така інтеграція не лише не перешкоджає загальній підготовці, а й знижує кількість мікропорушень, які накопичуються при багаторазових зупинках, стрибках і приземленнях. На основі цього підходу в одному з клубів вищої ліги було впроваджено так звану «сенсомоторну доріжку» – зона на краю майданчика, де під час технічних перерв гравці виконували 2–3 короткі вправи на стабілізацію, що дозволяло зберігати сенсорну активність упродовж гри. Зворотний зв'язок показав, що спортсмени, які регулярно виконували ці вправи, рідше скаржились на відчуття «розхитаності» суглоба в третій партії або на тлі втоми. Таким чином, адаптація програми до командних умов не потребує радикальних змін тренувального процесу, а лише виваженого включення у вже наявну структуру занять.

Особливо актуальним є включення цієї програми у підготовку юних спортсменів, де ще не сформовано патологічних патернів руху, а м'язово-зв'язковий апарат здатен швидко адаптуватись до функціонального впливу. У спортивних школах перших і других рівнів акредитації, де відсутня постійна медична підтримка, такі програми можуть виконувати роль первинної біомеханічної корекції. За спостереженнями в секціях вікової категорії 12–14 років, де було впроваджено вправи з утриманням пози в нестійких умовах, після чотирьох тижнів занять кількість учнів, які демонстрували коректний стрибок і приземлення (з опорою на передню частину стопи, без латерального зсуву), зросла на 37 %, що свідчить про здатність програми формувати не лише відновлення, а й нову якість техніки. У профілактичному сенсі це є надзвичайно вагомим, адже саме в цьому віці закладаються стійкі моторні стереотипи, які надалі важко змінити. Програма дає змогу на цьому етапі скоригувати рухову модель, що істотно зменшує ймовірність виникнення хронічних травм у майбутньому. Тренери, які впроваджували ці елементи у загальну підготовку, підкреслюють, що після місяця таких вправ зменшилась потреба у технічних

зауваженнях щодо положення стопи при приземленні, адже воно стало природно правильним.

Одним із головних бар'єрів впровадження подібних програм на масовому рівні є переконання про їх складність або потребу в спеціальному персоналі. Але за структурою, програма дозволяє гнучке масштабування залежно від контингенту. У варіанті для спортсменів із високим рівнем навантаження акцент робиться на глибоку сенсомоторну інтеграцію, але в адаптованій версії для шкільних секцій достатньо обмежитись трьома блоками: вправи на баланс, симетричне навантаження на обидві ноги в умовах змінної опори, контроль положення стопи в умовах руху. Навіть без глибокої біомеханічної оцінки тренер здатен побачити зміни – зменшення латерального нахилу в стрибку, точніше приземлення, зникнення асиметрії під час переміщень. Доцільно розробити спрощені протоколи занять – по 20 хвилин, із циклічністю 3 рази на тиждень, що дозволить інтегрувати їх навіть у звичайні шкільні уроки фізкультури. У такому випадку програма трансформується в систему попередження перевантажень для широкого контингенту, що має значення в умовах зростання травматизму в дитячому та юнацькому спорті. Для таких закладів достатньо мати набір нестійких опор, дзеркало, маркерну стрічку, гумові амортизатори – у межах одного набору на групу. Усі вправи виконуються у візуально доступній площині, що дозволяє тренеру з боку одразу виявляти порушення.

Висновок до третього розділу

В межах реалізованої програми фізичної реабілітації волейболістів із травмами гомілковостопного суглоба зафіксовано виразні позитивні зрушення за ключовими функціональними, біомеханічними та суб'єктивними показниками. Зниження больового синдрому в експериментальній групі становило 71,4 % (з 6,3 до 1,8 бала за VAS), тоді як у контрольній – 33,8 %. Приріст амплітуди активних рухів досяг 98°, що на 53,1 % вище за вихідний рівень; у контрольній групі – лише +27,2 %. Середній час стабілізації після збурення скоротився до 0,91 с проти 1,53 с у контрольній. Утримання рівноваги на нестійкій платформі зросло

в експериментальній групі до 21,6 с, проти 12,4 с. Асиметрія в окружності литкових м'язів зменшилась удвічі – з 1,8 до 0,9 см. У 93 % учасників зафіксовано перевищення мінімально клінічно важливої різниці. Ефект-розмір η^2 для больового синдрому – 0,29, для часу стабілізації – 0,21. У програмах без водного середовища результативність початкового періоду була нижча на 35–40 %. Практична впроваджуваність доведена прикладами зменшення підвертань стопи на 43 % і покращення техніки приземлення на 37 % у юнацьких секціях.

ВИСНОВКИ

В першому розділі було проведено цілісне теоретико-методичне обґрунтування підходів до реабілітації після травм гомілковостопного суглоба у волейболістів із детальним висвітленням анатомо-функціональних характеристик, етіологічних факторів, патогенезу, класифікації травм і критичним аналізом наявних методик фізичної реабілітації. Було встановлено, що гомілковостопний суглоб у спортсменів характеризується складною структурною організацією з високою навантаженістю на латеральний зв'язковий апарат унаслідок численних стрибкових та обертальних рухів. Саме через особливу біомеханіку волейболу зона зовнішньої латеральної нестабільності виявляється найуразливішою, що зумовлює домінування ушкоджень передньотальофібулярної зв'язки.

Типова механіка травми – надмірна супінація зі швидкою інверсією у фазі приземлення – зазвичай реалізується в контексті невдалих ігрових дій, коли наявне часткове м'язове виснаження й недостатній сенсомоторний контроль. У межах аналізу видів ушкоджень було систематизовано форми за ступенем розриву, сегментарною локалізацією, механізмом отримання та клінічним перебігом, що дозволило структурувати типові реакції тканин на навантаження. Під час розгляду існуючих реабілітаційних підходів було з'ясовано, що більшість програм мають статичну спрямованість і часто не враховують ігрову специфіку, сенсомоторну складову та міждисциплінарні аспекти. Значна частина методик базується на загальних принципах лікувальної фізкультури без урахування частоти повторних травм саме у волейболі, де рівень навантаження на опорно-руховий апарат істотно вищий, ніж у середньому. Саме це створило підґрунтя для перегляду стандартного підходу до реабілітації та необхідності створення адаптованої до виду спорту програми з урахуванням ігрового патерну рухів, специфіки пошкодження й потенціалу відновлення сенсомоторного контролю через активні й цілеспрямовані втручання.

В подальшому було структуровано методичну базу дослідження, що включала комплекс кількісних, якісних і функціональних методів аналізу, які дозволили створити доказову платформу для оцінки ефективності програми. Аналіз науково-методичної літератури забезпечив систематизацію базових понять і виявив пробіли у практичному застосуванні спортивної реабілітації для ігрових видів спорту. Соціологічні методи – передусім опитування – дали змогу отримати анамнестичні відомості про характер травм, тривалість відновлення та суб'єктивну оцінку стану суглоба. Педагогічні спостереження в динаміці дали інформацію про зміну технічної моделі руху.

Серед функціональних методів застосовувались VAS-шкала, гоніометрія, соматоскопія, а також «Опитувальник болю Освестрі». Зокрема, завдяки гоніометричній оцінці вдалось зафіксувати зміни амплітуди руху в суглобі до та після втручання з точністю до 1°. Застосування статистичних методів, таких як ANOVA та критерій Тьюкі, забезпечило перевірку достовірності отриманих змін. Водночас, у структурі практичної частини програми чітко розмежовувались вправи у воді та сухопутна гімнастика. У складі гідротренування переважали вправи на вертикальне балансування, чергування площин руху й активацію рецепторного апарату в умовах зменшеного гравітаційного тиску. Водночас, вправи на суші були орієнтовані на корекцію асиметрій, посилення глибокої мускулатури та сенсомоторну інтеграцію. Організація дослідження передбачала включення 30 спортсменів, які мали аналогічний травматичний анамнез, із поділом на експериментальну й контрольну групи. Це дозволило простежити не лише динаміку відновлення, а й верифікувати ефекти кожної складової програми на окремих етапах втручання з урахуванням контрольованих змін і інтервальних вимірів.

У третьому розділі було здійснено цілісне впровадження програми фізичної реабілітації при травмах гомілковостопного суглоба у волейболістів із поетапною структурою стабілізації, сенсомоторного налаштування та функціонального навантаження. Під час реалізації першого етапу – гідротренувань – «заняття у воді тривалістю до 45 хвилин проводились тричі на

тиждень упродовж перших 12 днів реабілітації», що дозволило без загострення болю перейти до навантаження. Вже на 10-й день показники рівноваги в експериментальній групі покращились у середньому на 18 %, тоді як у контрольній зростання було лише на 7 %. На 15-й день 11 з 15 спортсменів експериментальної групи відновили повну фазу вертикального руху, тоді як у контрольній – лише 6. Балансувальні вправи дали зменшення тремору з 0,72 до 0,31, а в контрольній – лише до 0,54. Водночас, у пробі на корекцію пози після дотику до плеча «час стабілізації скоротився на 48 % порівняно з початковим, тоді як у контрольній – лише на 21 %». За програмою було внесено 47 адаптивних змін, тобто понад три на одного спортсмена, що свідчить про гнучку міждисциплінарну взаємодію між реабілітологом, тренером і методистом. «У контрольній групі, де модифікації вносились рідше (у середньому 1,4 на учасника), спостерігались епізоди повторного загострення болю в 3 випадках». Після впровадження програми тривалість повернення до змагального навантаження скоротилась на 11,4 дні, що забезпечило не лише медичний, а й економічний ефект. За результатами, програма була масштабована на основну команду клубу. В умовах обмеженого ресурсного забезпечення було доведено, що «вправи були побудовані так, що їх можна відтворити в умовах командного тренування, а компоненти гідротренування – у звичайному басейні».

В групах підлітків 12–14 років, після чотирьох тижнів занять із використанням компонентів програми, «кількість учнів, які демонстрували коректний стрибок і приземлення... зросла на 37 %». Це доводить, що методика ефективна не лише у фазі реабілітації, а й як профілактична стратегія. На основі цього було сформовано «модульні тренувальні пакети», які можуть бути впроваджені в різних установах – школах, клубах, університетах. Усі тренери, що брали участь у тестуванні модулів, «не відмовились від подальшого використання, що є найкращим маркером доцільності». У

підсумку, програма показала свою функціональну, статистичну та практичну ефективність як гнучкий інструмент для відновлення й профілактики травм гомілковостопного суглоба у волейболістів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрійчук І.П. Верес І.Г. Використання лімфодренажного масажу в реабілітації баскетболістів. Медико-біологічні аспекти спорту. 2023. № 9. С. 66–72.
2. Андрійчук О.В. Основи фізіотерапії при травмах гомілковостопного суглоба у спортсменів. Журнал фізіотерапії та реабілітації. 2021. 7(1). С. 23–30.
3. Білозерський П.П. Савченко М.В. Фізичні вправи для відновлення гомілковостопного суглоба у баскетболістів. Науковий часопис фізичної культури і спорту. 2021. 5(1). С. 40–45.
4. Бондаренко С.М. Основи спортивної реабілітації. Київ. 2020. 256 с.
5. Братченко І.П. Тищенко І.І. Вплив масажу на відновлення після травм. Журнал спортивної медицини. 2019. 14(2). С. 72–78.
6. Василенко М.М. Шевченко О.В. Фізична реабілітація після травм гомілковостопного суглоба. Журнал спортивної медицини та фізіотерапії. 2021. 15(3). С. 45–51.
7. Волков П.В. Мороз І.М. Роль масажу в процесі реабілітації. Спортивна наука та медицина. 2023. № 1. С. 39–45.
8. Гончарук О.О. Василенко І.М. Профілактика травм гомілковостопного суглоба. Київ. 2019. 245 с.
9. Гончарук О.О. Гречина О.М. Травми гомілковостопного суглоба у професійних спортсменів. Спортивна медицина України. 2022. № 10. С. 19–27.
10. Гончарук О.О. Романюк Т.С. Реабілітація травм гомілковостопного суглоба. Харків. 2016. 285 с.
11. Гречина О.М. Лікування травм гомілковостопного суглоба у спортсменів. Фізична реабілітація та спортивна медицина. 2020. № 5. С. 27–35.
12. Гречина О.М. Реабілітація після травм гомілковостопного суглоба у баскетболістів. Вісник спортивної медицини України. 2021. № 4. С. 12–18.
13. Григор'єва О.М. Лисенко Н.В. Спортивні травми. Київ. 2020. 198 с.

14. Гринчук М.О. Масаж і відновлення функцій гомілковостопного суглоба. Журнал спортивної медицини. 2023. 5(2). С. 42–48.
15. Громова О.С. Шевченко І.А. Реабілітація після травм колінного суглоба. Наукові праці Інституту фізичної культури та спорту. 2022. № 7. С. 58–64.
16. Дмитрук І.В. Чумаченко О.П. Вплив спортивного масажу на відновлення. Журнал фізичної реабілітації. 2023. 9(3). С. 21–27.
17. Захарова О.М. Зайцева І.О. Сучасні методи фізичної реабілітації. Одеса. 2021. 280 с.
18. Зеленський Ю.М. Бондаренко А.В. Реабілітація баскетболістів з травмами. Практична фізична реабілітація. 2022. № 10. С. 74–81.
19. Іванова О.В. Реабілітація після травм. Харків. 2019. 330 с.
20. Коваленко В.С. Дроздова О.М. Масаж після спортивних травм. Науковий вісник спорту. 2020. 18(2). С. 34–41.
21. Ковальчук В.В. Масаж у реабілітації після травм гомілковостопного суглоба. Спортивна медицина та реабілітація. 2021. № 3. С. 45–51.
22. Ковальчук Л.С. Сидоренко А.М. Вплив мануальної терапії на відновлення функцій колінного суглоба. Медична реабілітація. 2020. № 6. С. 50–57.
23. Козловський С.І. Федоренко Т.М. Біомеханічний аналіз рухів баскетболістів при травмах. Наука в спорті. 2022. № 7. С. 102–108.
24. Косенко В.В. Лапутін І.І. Профілактика спортивних травм у баскетболі. Журнал спортивної медицини і реабілітації. 2016. № 8. С. 41–49.
25. Косенко В.В. Петренко І.П. Психологічні аспекти реабілітації спортсменів. Київ. 2019. 250 с.
26. Косенко В.В. Фізіотерапевтичні методи у відновленні спортсменів. Спортивна медицина та реабілітація. 2018. № 2. С. 33–39.
27. Костенко В.В. Пономаренко Д.С. Психологічні аспекти реабілітації. Психологія в спорті. 2020. № 7. С. 62–69.

28. Кравченко А.В. Сорока І.Г. Масажні техніки в спортивній реабілітації. Спортивний лікар. 2023. № 8. С. 12–18.
29. Кривенко Т.М. Черниш О.О. Фізична реабілітація в лікуванні травм. Спортивна медицина. 2021. 12(4). С. 36–42.
30. Левченко О.С. Шевченко Д.О. Психологічна підтримка в реабілітації. Спортивна медицина та реабілітація. 2021. № 3. С. 58–64.
31. Литвиненко С.П. Дорошенко Ю.А. Вплив спортивного масажу на відновлення. Фізична культура і спорт. 2021. № 8. С. 12–18.
32. Лук'яненко І.С. Чорнобривець С.А. Реабілітація у баскетболі. Фізіотерапія та реабілітація. 2023. 9(1). С. 22–30.
33. Мельник В.П. Хоменко М.В. Методика реабілітації баскетболістів. Вісник фізичної культури та спорту. 2020. 3(4). С. 25–31.
34. Мельник О.П. Масаж у спортивній реабілітації. Львів. 2020. 310 с.
35. Мороз В.П. Литвин О.М. Фізична підготовка та профілактика травм. Збірник наукових праць фізичної культури. 2022. № 11. С. 29–36.
36. Островський М.В. Чернишов О.М. Вплив масажу на відновлення. Фізична культура і спорт. 2023. № 2. С. 23–29.
37. Панасенко І.А. Фізичні вправи у реабілітації спортсменів. Журнал спортивної фізіології. 2020. 6(3). С. 58–64.
38. Петренко Л.В. Зайченко І.М. Комплексна реабілітація спортсменів. Фізична реабілітація і спортивна медицина. 2021. 6(1). С. 35–42.
39. Петров В.М. Сидоренко І.О. Анатомія гомілковостопного суглоба і навантаження. Спортивна медицина і реабілітація. 2021. № 4. С. 23–28.
40. Петрова В.А. Психологічні аспекти реабілітації. Психологія спорту. 2021. № 4. С. 77–83.
41. Платонов В.В. Основи спортивної медицини та реабілітації. Київ. 2019. 512 с.
42. Поляков В.Д. Мартиненко О.В. Масажні техніки в реабілітації. Вісник спортивної медицини. 2023. 8(2). С. 32–38.
43. Прокопенко М.І. Спортивний масаж у медицині. Київ. 2020. 250 с.

44. Романенко О.А. Фізичні вправи як профілактика травм. Фізична культура і здоров'я нації. 2020. № 4. С. 98–105.
45. Рябчук І.В. Ткаченко А.Л. Ефективність комплексного підходу в реабілітації. Спортивна медицина України. 2023. № 4. С. 58–65.
46. Савченко І.М. Бондаренко В.В. Реабілітація після травм. Спортивна наука України. 2021. № 5. С. 33–39.
47. Сергієнко М.С. Журавель Т.А. Релаксаційний масаж у реабілітації. Фізична культура та спорт. 2021. № 2. С. 47–52.
48. Сидоренко В.О. Бойко П.В. Спортивний масаж у відновленні після травм. Журнал фізичного виховання і спорту. 2022. 4(3). С. 50–57.
49. Стеценко Л.О. Іванов А.Ю. Біль при травмах колінного суглоба у баскетболістів. Спортивна наука України. 2022. № 6. С. 14–20.
50. Тимошенко О.М. Колесник В.В. Вплив фізичної реабілітації на функції суглобів. Спортивна реабілітація. 2021. № 5. С. 88–93.
51. Токар О.О. Головка Д.В. Масаж у відновленні після травм гомілковостопного суглоба. Журнал спортивної медицини. 2020. № 4. С. 18–24.
52. Трофімова Л.Б. Семенова І.О. Реабілітація при травмах нижніх кінцівок. Медична реабілітація. 2019. 5(2). С. 15–21.
53. Федоренко М.А. Фізіотерапія після травм гомілковостопного суглоба. Український журнал спортивної медицини. 2022. 14(4). С. 50–58.
54. Харченко А.В. Петрова Л.Г. Реабілітація після травм. Наука та спорт. 2022. 16(1). С. 43–49.
55. Чередник С.В. Попова І.В. Травми гомілковостопного суглоба. Клінічна медицина. 2020. № 8. С. 10–15.
56. Шевчук С.О. Іванова Н.М. Біомеханічний аналіз у реабілітації спортсменів. Сучасні проблеми фізичної культури і спорту. 2020. № 6. С. 23–30.
57. Яковенко В.А. Фізична реабілітація спортсменів після травм. Одеса. 2019. 320 с.
58. Hertel J. Corbett R.O. An updated model of chronic ankle instability. Journal of Athletic Training. 2019. 54(6). С. 572–588.