

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

(повне найменування вищого навчального закладу)

факультет фізичного виховання і 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 ВІДНОВЛЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ
ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНІВ СИЛОВИХ ВИДІВ
СПОРТУ ІЗ ТРАВМАМИ ЗВ'ЯЗОК ПРОМЕНЕВО-
ЗАП'ЯСТКОВОГО СУГЛОБА ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ
ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ**

Керівник: доцент кафедри медико-біологічних
основ спорту та фізкультурно-
спортивної реабілітації

Тіхоміров Анатолій Іванович

(вчене звання, науковий ступінь, П.І.Б.)

Рецензент: к. н. з фіз.вих, доцент кафедри
олімпійського та професійного спорту

Тупеев Юлай Вільйович

(посада, вчене звання, науковий ступінь, П.І.Б.)

Виконав: студент VI курсу групи 687 М

Тисовський Владислав 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)

Інститут, факультет, відділення
Кафедра, циклова комісія

факультет фізичного виховання і спорту
кафедра медико-біологічних основ
спорту та фізкультурно-спортивної
реабілітації

Рівень вищої освіти

другий (магістерський)

Спеціальність

017 Фізична культура і спорт

ОПП

Фізкультурно-спортивна реабілітація

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

_____ С.В. Гетманцев
“ ” 2025 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Тисовському Владиславу Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи): Особливості відновлення спеціальної фізичної працездатності спортсменів силових видів спорту із травмами зв'язок променево-зап'ясткового суглоба за допомогою методів фізкультурно-спортивної реабілітації

керівник роботи: Тихоміров Анатолій Іванович, доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від
« 24 » червня 2025 року № 170.

2. Строк подання студентом проєкту (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) планується / не планується.

6. Консультанти розділів проєкту (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

№ /п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Вступ до кваліфікаційної роботи	червень 2025	
2.	Розділ 1. Теоретико-методичні основи фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах зв'язок променево-зап'ясткового суглоба.	червень 2025	
3.	Розділ 2. Методи і засоби фізкультурно-спортивної реабілітації та організація досліджень.	липень 2025	
4.	Розділ 3. Дослідження ефективності комплексної фізкультурно-спортивної реабілітації.	серпень 2025	
5.	Висновки	вересень 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)

Тисовський В. В..

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

_____ (підпис)

Тіхоміров А. І.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тисовський В.В. «Особливості відновлення спеціальної фізичної працездатності спортсменів силових видів спорту із травмами зв'язок променево-зап'ясткового суглоба за допомогою методів фізкультурно-спортивної реабілітації» // Кваліфікаційна робота магістра / спеціальність 017 «Фізична культура і спорт». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2025. – 87 с.

У магістерській роботі представлено результати комплексного дослідження, спрямованого на розробку та обґрунтування ефективної програми фізкультурно-спортивної реабілітації для спортсменів із травмами зв'язкового апарату зап'ястка. Робота викладена на 86 сторінках, містить 2 ілюстрації, 3 таблиці та ґрунтується на аналізі 62 наукових джерел.

У межах дослідження проаналізовано клініко-фізіологічні особливості травм зв'язок променево-зап'ясткового суглоба, узагальнено сучасні підходи до застосування засобів фізкультурно-спортивної реабілітації у силових видах спорту та розроблено мультикомпонентну програму, що поєднує гідротренування, сухопутні вправи, кінезіологічні методики та сенсомоторну корекцію. Методологія роботи включала використання функціональних тестів (ВАШ/VAS, Освестрі), педагогічних і соціологічних методів, а також математико-статистичного аналізу.

Експеримент, у якому взяли участь 30 спортсменів силових видів спорту, тривав 42 дні та довів результативність запропонованої програми: сила поліпшилася на 48,9%, амплітуда рухів — на 46,4%, точність та стабільність захвату — на 67,3% і 61,2% відповідно, при одночасному зменшенні больового синдрому. Порівняно з контрольною групою позитивна динаміка була істотно вищою, що підтвердило ефективність розробленої моделі реабілітації.

***Ключові слова:** силові види спорту, травма, променево-зап'ястковий суглоб, зв'язковий апарат, фізкультурно-спортивна реабілітація, кінезіологія, працездатність.*

ANNOTATION

Tysovskiy V.V. “Peculiarities of Restoring the Special Physical Performance of Strength Athletes with Injuries to the Radiocarpal Joint Ligaments Using Physical and Sports Rehabilitation Methods” // Master’s Qualification Thesis / Specialty 017 “Physical Culture and Sports”. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2025. – 87 p.

The master’s thesis presents the results of a comprehensive study aimed at developing and substantiating an effective physical and sports rehabilitation program for athletes with ligament injuries of the wrist joint. The work comprises 86 pages, includes 2 illustrations and 3 tables, and is based on the analysis of 62 scientific sources.

The study analyzes the clinical and physiological characteristics of radiocarpal ligament injuries, summarizes modern approaches to the use of physical and sports rehabilitation tools in strength sports, and develops a multicomponent program integrating hydrotraining, land-based exercises, kinesiological techniques, and sensorimotor correction. The research methodology included functional tests (VAS, Oswestry), pedagogical and sociological methods, as well as mathematical and statistical analysis.

The 42-day experiment involving 30 strength athletes confirmed the effectiveness of the proposed program: muscle strength improved by 48.9%, range of motion by 46.4%, grip accuracy and stability by 67.3% and 61.2% respectively, accompanied by a significant reduction in pain levels. Compared to the control group, positive dynamics were substantially higher, confirming the efficiency of the developed rehabilitation model.

Keywords: *strength sports, injury, radiocarpal joint, ligament apparatus, physical and sports rehabilitation, kinesiology, performance capacity.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ ТРАВМАХ ЗВ'ЯЗОК ПРОМЕНЕВО-ЗАП'ЯСТКОВОГО СУГЛОБА.....	10
1.1. Анатомо-функціональні особливості променево-зап'ясткового суглоба та механізми його травмування	10
1.2. Особливості застосування методу кінезіології при фізкультурно-спортивній реабілітації зв'язок променево-зап'ясткового суглоба.....	17
1.3. Аналіз існуючих засобів та методів фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах зв'язок променево-зап'ясткового суглоба	22
Висновок до першого розділу	27
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1. Методи дослідження	29
2.1.1. Аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури з обраної проблеми.....	29
2.1.2. Соціологічні методи (вивчення історії травми, опитування).....	33
2.1.3. Педагогічні методи (спостереження, експеримент, тестування)	36
2.1.4. Функціональні (оцінка больового синдрому за ВАШ, VAS, «Опитувальник болу Освестрі» дослідження рухливості хребта гоніометрією, соматоскопія, антропометрія).....	38
2.1.5. Методи математичної статистики	42
2.2. Засоби фізкультурно-спортивної реабілітації.....	43
2.2.1. Комплекс вправ у воді (гідротренування).....	43
2.2.2. Фізичні вправи на суші (корегуюча гімнастика)	46
2.3. Організація дослідження.....	49
Висновок до другого розділу.....	54

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ.....	55
3.1. Особливості впливу фізкультурно-спортивної реабілітації на показники результативності функціональних можливостей спортсменів силових видів спорту із травмами зв'язок променево-зап'ясткового суглоба.....	55
3.2. Оцінка ефективності застосування фізкультурно-спортивної реабілітаційної програми для підвищення результативності функціональних можливостей при відновленні спеціальної фізичної працездатності спортсменів силових видів спорту із травмами зв'язок променево-зап'ясткового суглоба	63
3.3. Обговорення результатів і перспективи практичного застосування програми фізкультурно-спортивної реабілітації	71
Висновок до третього розділу	79
ВИСНОВКИ	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83

ВСТУП

Актуальність роботи. Пошкодження зв'язок променево-зап'ясткового суглоба становлять серйозну проблему як у професійному, так і в аматорському спорті. Особливе значення такі травми набувають у спортсменів силових видів, де перенапруження дистального відділу верхньої кінцівки під час силових вправ, фіксації снарядів або зіткнень, часто призводить до розтягнень, надривів і повного розриву зв'язкового апарату [5, 14]. Найбільш типовими причинами таких ушкоджень виступають хронічні мікротравми в умовах інтенсивного тренувального навантаження або поодинокі травматичні епізоди, спричинені різкими ударами, падіннями чи неправильним положенням кисті при навантаженні [20, 30]. Зниження стабільності суглоба, тривала втрата функціональної активності та високий ризик рецидивів створюють суттєві перешкоди для повернення до тренувального процесу [7, 26].

Порушення цілісності зв'язкового апарату зап'ястка суттєво обмежує можливість повноцінного виконання спортивної діяльності, ускладнює реалізацію технічних елементів, знижує функціональну спроможність руки, а в деяких випадках призводить до вибуття спортсмена з тренувального процесу на тривалий період [17, 28]. Ефективна фізкультурно-спортивна реабілітація спрямована на скорочення терміну відновлення, запобігання ускладненням і забезпечення повернення спортсмена до тренувань із збереженням або підвищенням функціонального рівня. Застосування методів кінезіотерапії, гідротренування, спеціальних корегуючих вправ і засобів сучасної діагностики доводить свою ефективність у корекції порушень функції зап'ястка.

У зв'язку з вище викладеним, розробка програми фізкультурно-спортивної реабілітації після травм зв'язок променево-зап'ясткового суглоба вимагає комплексного науково-методичного підходу, що й зумовило вибір напрямку нашого дослідження.

Мета проведеного дослідження - розробити та обґрунтувати програму фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах зв'язок променево-зап'ясткового суглоба у спортсменів силових видів спорту.

Для досягнення мети дослідження були поставлені наступні завдання:

1. Проаналізувати анатомо-функціональні особливості променево-зап'ясткового суглоба та механізми його травмування.
2. Охарактеризувати особливості застосування методу кінезіології при фізкультурно-спортивній реабілітації зв'язок променево-зап'ясткового суглоба.
3. Узагальнити сучасні засоби та методи фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах зв'язок променево-зап'ясткового суглоба.
4. Описати методи дослідження, застосовані у роботі.
5. Розкрити ефективність комплексу вправ на різних етапах реабілітації.
6. Оцінити ефективність програми фізкультурно-спортивної реабілітації у спортсменів із травмами зв'язок променево-зап'ясткового суглоба.

Зв'язок роботи з науковими планами та темами. Робота виконана в межах наукового напрямку кафедри здоров'я людини та фізичної реабілітації, відповідно до теми.

Об'єкт дослідження - фізкультурно-спортивна реабілітація спортсменів при травмах зв'язок променево-зап'ясткового суглоба.

Предмет дослідження - програма реабілітації, спрямована на відновлення функцій зв'язкового апарату зап'ястка у спортсменів.

Структура кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра. Робота має класичну побудову, дотримується вимог до магістерських досліджень, складається з титульного аркуша, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, трьох розділів, одинадцяти параграфів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на сторінках, містить ... таблиці та діаграми. Список використаних джерел налічує 63 найменування.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПРИ ТРАВМАХ ЗВ'ЯЗОК ПРОМЕНЕВО-ЗАП'ЯСТКОВОГО СУГЛОБА

1.1. Анатомо-функціональні особливості променево-зап'ясткового суглоба та механізми його травмування

Променево-зап'ястковий суглоб - одна з найделікатніших структур в організмі, водночас він виконує величезний обсяг роботи, залишаючись непомітним до моменту пошкодження. Анатомічно він формується за участі дистального епіфіза променевої кістки, дистального суглобового диска (який морфологічно є частиною трикутного фіброзно-хрящового комплексу) та проксимального ряду зап'ясткових кісток, куди входять човноподібна, півмісяцева та тригранна. При цьому ліктьова кістка безпосередньо не входить до зчленування, а лише опосередковано бере участь через фіброзно-хрящовий диск, що анатомічно є продовженням капсули ліктьового суглоба. Кісткові поверхні суглоба мають не симетричну форму, а асиметрично-ввігнуту з боку променя та комбіновано-опуклу з боку зап'ястя. Це створює двоосьову систему рухів - флексії-екстензії (згинання-розгинання) та ульнарного-радіального відхилення [6, с. 60].

Поверхневий анатомічний розподіл доповнюється великою кількістю зв'язкових структур, де домінують передні та задні променево-зап'ясткові, радіально-ультрані, міжзап'ясткові та капсульні зв'язки. Пальмарна поверхня значно потужніша та густіше іннервована за тильну. Це обумовлює особливості рецепторного поля суглоба, що має високу чутливість до розтягнення, тиску та обертання. Променево-зап'ястковий суглоб оточений волокнисто-хрящовою капсулою, яка щільно прилягає до зв'язок і м'язових сухожилків, що проходять через ретинакулюми згиначів і розгиначів. Саме тут зосереджена найбільша кількість механорецепторів типу Руффіні, тільця Пачіні та Гольджі, які забезпечують постійний пропріоцептивний контроль положення кисті. Механічна рівновага цього суглоба досягається не тільки пасивними

структурами - величезне значення має баланс дії згиначів, розгиначів, девіаторів та глибоких стабілізаторів кисті. М'язово-зв'язковий апарат працює як динамічна система зворотного зв'язку: при кожному русі навіть на кілька градусів відбувається швидке переналаштування вектора напруження у відповідь на положення та зміну навантаження. Проте саме ця тонка інтеграція робить його вразливим - найменший дисбаланс у одному з компонентів призводить до мікротравм, які швидко набувають хронічного перебігу [3, с. 124].

При повсякденному використанні, навіть у межах звичайної побутової активності, променево-зап'ястковий суглоб зазнає регулярних циклів напруження з частотою 1–2 рухи на секунду, що формує до 8–10 тисяч циклів на добу. У більшості ситуацій ці рухи перебувають у межах нейтральної амплітуди - до 40° згинання, 35° розгинання, 20° ульнарного та 15° радіального відхилення. Але при професійній або спортивній діяльності навантаження набуває кумулятивного характеру. У гімнастів, тенісистів, борців, пауерліфтерів, а також у фахівців тонкої моторики - хірургів, годинників, музикантів - обсяг навантажень часто в кілька разів перевищує нормальні показники. У професійного скрипаля обсяг руху в радіальному відхиленні досягає 25–30° зі збереженням фіксації до 30 хвилин поспіль, що перевищує фізіологічний допустимий час ізометричного утримання. У гімнастів при вправі на кільцях момент сили в зоні проксимального ряду кісток перевищує 1500 Н, що у 4–5 разів більше побутових меж. Саме через це зона scapholunate ligament вважається точкою найчастіших розтягнень, мікроперерв і нестабільностей. Клінічно це проявляється у вигляді латентного болю при активному відведенні, відчуття клацання, втоми при повторних рухах. Якщо вчасно не провести реабілітацію, формується компенсаторне перенапруження згиначів, що швидко переходить у тендопатію. Характерним є синдром De Quervain - запалення обгортки довгого розгинача великого пальця. Він виникає не через одноразову травму, а внаслідок хронічного перенавантаження, коли постійне тертя сухожилка об фіброзний канал викликає локальну ішемію, потовщення, фіброз та порушення ковзання.

У випадках гострої травми механізм ушкодження найчастіше пов'язаний із падінням на розігнуту руку - класична ситуація, при якій дистальний епіфіз променевої кістки отримує аксіальне навантаження з компресійним вектором у напрямку човноподібної та півмісяцевої кісток. Вектор сили при цьому проходить через зону з найменшою товщиною хряща, де і виникає перелом типу Colles або Smith - залежно від напрямку удару. При цьому до 70% енергії передається зв'язковому апарату, тому одночасно виникає розтягнення або розрив scapholunate та lunotriquetral зв'язок. Це не завжди помітно при первинному огляді, але через 2–3 тижні пацієнт починає скаржитися на нестійкість кисті, неможливість тривалого утримання предметів, втрату тонкої моторики. У професійному спорті часто трапляються складні комбінації - компресійний вплив при падінні з обертанням навколо осі передпліччя. У таких випадках майже гарантовано виникає розрив TFCC - трикутного фіброзно-хрящового комплексу. Цей комплекс критично важливий для стабільності не тільки променево-зап'ясткового, а й дистального променево-ліктьового суглоба. Його пошкодження призводить до порушення передачі навантаження, втрати контролю при супінації й пронаторних рухах, а також хронічного болю в ульнарній стороні зап'ястя. При довготривалому перебігу це формує так звану дистальну нестабільність передпліччя, що вимагає хірургічного втручання. Важливо, що в багатьох випадках ці ушкодження не супроводжуються змінами на рентгені - лише МРТ з високою роздільною здатністю дозволяє побачити ранню дегенерацію або мікроперерви волокон [12, с. 25].

В більшості клінічних випадків, із якими працює сучасна травматологія верхньої кінцівки, ушкодження променево-зап'ясткового суглоба спричинене не лише прямою дією сили, а й складним каскадом непрямих впливів, які виникають унаслідок поєднання згинання, ротації та аксіальної компресії. Травматичний механізм зазвичай не є ізольованим - навіть незначне падіння з висоти власного зросту може спричинити комплексне порушення зв'язкового апарату через особливості біомеханіки променево-зап'ясткового зчленування. При падінні на розігнуту руку з незначним нахилом уперед і латеральним

зміщенням відбувається передача сили вздовж осі передпліччя, яка, проходячи через дистальний епіфіз променевої кістки, концентрується у фронтальній частині човноподібної й півмісяцевої кісток. В умовах, коли тильна частина капсули напружена, а передня - розслаблена, зростає ризик часткового або повного розриву scapholunate ligament - зв'язки, що стабілізує човноподібну та півмісяцеву кістки [21, с. 34].

У пацієнтів віком від 25 до 40 років такий розрив є одним із найпоширеніших механізмів формування нестабільності зап'ястя. Він виникає не лише при падінні, а й при повторних незначних скручуваннях, особливо під час носіння важких предметів з одночасним відведенням кисті. На МРТ ознаки часткового розриву зв'язки можна виявити вже на 2–3 добу після травми за наявності локального гемартрозу, що супроводжується припухлістю тильного відділу зап'ястя. Якщо зв'язка не загоюється анатомічно правильно, формується так звана DISI-деформація (dorsal intercalated segment instability), при якій півмісяцева кістка ротована в тильному напрямку, а човноподібна - згинається вперед. Це змінює вісь передавання навантаження в суглобі, створює патологічний тиск на капсулу та хрящі й з часом призводить до дегенеративного остеоартриту. Підступність полягає в тому, що симптоми на початковій стадії нечіткі: легкий дискомфорт, короткочасний біль при опорі на руку, іноді суб'єктивне «кляцання». Без ранньої діагностики пацієнти роками живуть із цим станом, поки не виникає повне обмеження флексії та болісна нестабільність кисті при навантаженні.

Непрямі механізми травмування часто залишаються недооціненими, особливо у випадках хронічних ушкоджень унаслідок тривалого мікроперевантаження. Один із характерних прикладів - поступове розтягнення lunotriquetral ligament при регулярній роботі з максимальним відведенням кисті в ульнарному напрямку. Це типово для перукарів, водіїв, стоматологів, які протягом багатьох годин утримують кисть у статичному положенні з латеральним девіаційним компонентом. У таких ситуаціях зв'язка піддається повільному, але постійному розтягненню, особливо в зоні медіального

прикріплення. Спочатку це лише відчуття дискомфорту, але з часом, за відсутності реабілітації, формується латентна нестабільність із патологічною рухливістю півмісяцевої кістки в сагітальній площині. У фазі декомпенсації при клінічному обстеженні виявляється помірна нестабільність суглоба з позитивним тестом Рейгана–Баллмана, а при динамічному УЗД видно зміну ширини міжкісткового інтервалу більш ніж на 2 мм при ротації. Ще один типовий патерн - розтягнення або частковий розрив TFCC при надмірному пронаторному скручуванні кисті з фіксованим передпліччям, наприклад, під час різкого відкривання дверей або користування гайковими ключами. Таке навантаження створює високий крутильний момент у зоні трикутного фіброзно-хрящового комплексу, який компенсує обертання між ліктьовою кісткою та дистальним зап'ястям [7, с. 78].

Якщо комплекс недостатньо еластичний (особливо після 40 років, коли починається деградація хрящової тканини), можливе його часткове розшарування або порушення прикріплення до фовеоли ліктьової кістки. Клінічно пацієнт описує біль в ульнарному боці зап'ястя, що посилюється при обертанні ключа або носінні важких предметів, іноді зі скаргами на «нестійкість» кисті. При фізикальному огляді позитивними будуть тест «шпуля» та провокаційний ротаційний тест TFCC. При МРТ у T2-зваженому режимі - гіперінтенсивний сигнал у зоні прикріплення диска, що свідчить про набряк або мікророзрив. У разі несвоєчасної терапії ризик переходу в хронічну нестабільність із дистальним променево-ліктьовим конфліктом зростає вдвічі вже через 3–4 тижні. Ще один дуже типовий варіант ушкодження - це ізольоване перенавантаження *dorsale radiocarpale ligament* у спортсменів, які виконують часті екстензійні рухи зап'ястка з опорою (теніс, волейбол, брейкданс). Цей зв'язковий комплекс працює як задній стабілізатор, і при хронічному навантаженні може зазнавати дегенеративних змін у прикріпленні до тильної капсули, що викликає непостійний біль при активній екстензії. Травма тут рідко проявляється гостро, але через рік-два вона трансформується у задній

капсулярний синдром, при якому виникає потовщення капсули, обмеження руху й компенсаторна гіпертрофія синергічних м'язів [2, с. 26].

Пряма травматизація суглобових структур верхньої кінцівки, зокрема в ділянці зап'ястка, має характерну етіологію, що вирізняється локалізованим механічним навантаженням, спрямованим безпосередньо на анатомічну зону суглоба. У таких випадках основним пусковим моментом є прикладення сили до поверхні тіла без посередництва м'язового чи жирового амортизуючого прошарку, коли суглоб або стискається між двома ригідними площинами, або зазнає прямого удару. Такий механізм характерний для побутових падінь із фіксованим положенням передпліччя, ситуацій зі спортивною перевтомою в умовах зниженої реакції чи падіння на тверду поверхню при активному русі. Унаслідок цього першими пошкоджуються ті анатомічні одиниці, які мають мінімальний захист - зв'язки, що пролягають безпосередньо під шкірою й не мають обволікання м'язовими волокнами. Один з поширених сценаріїв - фронтальний удар у зону променевого краю зап'ястка, в результаті якого ушкоджується radial collateral ligament, відносно коротке, проте механічно щільне зв'язкове утворення, що фіксує стабільність при відхиленні кисті в латеральному напрямку. При його частковому або субтотальному пошкодженні у хворого спостерігається чітко виражений больовий синдром при захопленні об'єкта з відведенням кисті, водночас розвивається локалізований набряк у ділянці анатомічної табакерки або дещо медіальніше. Характерною ознакою є ігнорування пацієнтом бокового навантаження, спроба компенсувати рух за рахунок пронаторів і флексорів передпліччя, що не забезпечують повноцінної стабілізації.

При ударі в дорзальну поверхню зап'ястка частіше пошкоджується dorsal intercarpal ligament - тильне міжкісткове зв'язкове формування, що відіграє важливу фіксує функцію між кістками другого ряду зап'ястка. Дистензія цієї структури - тобто патологічне перерозтягнення - викликає підвищене внутрішньосуглобове тертя й реактивний синовіт, який проявляється утворенням підкапсулярного випоту з подальшим розвитком фіброзної

трансформації внутрішньої оболонки капсули. Такий сценарій є типовим для спортсменів, що працюють із високою амплітудою тильного згинання (теніс, скелелазіння), а також у професіях, де часто фіксується ударна дія по зовнішньому краю руки. У разі збереження навантаження й відсутності адекватної іммобілізації цей процес переходить у підгостру стадію, коли фіброз розповсюджується на навколишні структури, порушуючи механіку міжкісткових мікрорухів і провокуючи втрату функціональної ємності зап'ястка навіть при збереженій зовнішній архітектоніці. За наявності супутнього гіпермобільного синдрому або дисплазії сполучної тканини ймовірність розвитку таких наслідків подвоюється [8, с. 29].

Третій тип прямої травматизації - це компресійне ушкодження при падіннях на високій швидкості, з особливою концентрацією сили на осі кісткового ряду. У таких випадках кістки зап'ястка зіштовхуються одна з одною під надлишковим навантаженням, яке розподіляється нерівномірно через відмінності в формі й вазі структур. Це призводить до так званого «розтягування» зв'язкового апарату між кістками, особливо в зоні scapho-lunate та lunato-caritate сполучень. Під впливом навантаження слабшає натяг капсульно-зв'язкових структур, що стає передумовою формування перилунарної нестабільності. Суть цього порушення полягає у виведенні головки третьої п'ясткової кістки з нормального положення - вона зміщується в дорзальному напрямку й блокується в зоні lunatum, яке втрачає свою фіксовану позицію в проксимальному ряду. Такий стан супроводжується раптовим обмеженням у русі з гострим болем і чіткою деформацією анатомічної лінії зап'ястя. При клінічному огляді відзначається відсутність активного згинання в радіальну сторону, хрускіт при пальпації та дисоціація осьової лінії. За даними статистики травматологічної клініки Університету Берна, близько 87% таких пацієнтів потребують хірургічного відновлення протягом перших 72 годин, інакше в зоні lunatum формується осередкова ішемія через здавлення судинного живлення. В подальшому це веде до розвитку хвороби Кієна - дегенеративного аваскулярного некрозу, який провокує незворотні зміни в архітектоніці зап'ястка, з подальшим

формуванням вторинного остеоартрозу. Навіть при своєчасній імплантації або остеосинтезі зберігається ризик втрати гнучкості, що обмежує функцію кінцівки в побутових діях. У спортсменів травма такого типу часто означає припинення активної діяльності. Найбільш схильні до цих ушкоджень учасники мотоспорту, велосипедисти з агресивною манерою спуску, фріранери, а також військовослужбовці, які виконують стрибки з висоти без засобів амортизації [11, с. 23].

Це класичний приклад того, як один гострий механічний вплив запускає каскад важких вторинних змін. Особливо складні випадки - це поєднані механізми травмування, коли пряма сила діє на фоні нестабільного або перевантаженого суглоба. У таких ситуаціях м'язи не встигають створити захисну відповідь, а зв'язковий апарат вже перебуває в стані хронічного напруження. Саме тому навіть відносно слабкий удар може викликати серйозне пошкодження в осіб із попередньо ослабленим суглобом - і це найчастіше трапляється у фахівців тонкої моторики, у яких суглоб постійно працює в субмаксимальному режимі.

1.2. Особливості застосування методу кінезіології при фізкультурно-спортивній реабілітації зв'язок променево-зап'ясткового суглоба

Коли мова заходить про відновлення зв'язкового апарату променево-зап'ясткового суглоба, кінезіологічний метод не можна розглядати просто як техніку вправ - це цілісна стратегія відновлення нейромоторного контролю, яка працює не лише з м'язами, а з рефлексорними дугами, стабілізаційними петлями й сенсорними зворотними ланцюгами. В основі методики лежить ключова ідея: стабільність суглоба є не статичною властивістю, а динамічно підтримуваним станом, який формується через постійне мікроуправління з боку моторної системи. При пошкодженні зв'язок - зокрема scapholunate, lunotriquetral, або структур TFCC - виникає не лише механічна втрата утримання, а й порушення патернів взаємодії між глибинними м'язами стабілізаторами й пропріоцептивною системою [16, с. 15].

Саме тому навіть після анатомічного відновлення суглоб залишається функціонально нестабільним. Кінезіологія дозволяє запуснути процеси перебудови рухових схем через контрольоване навантаження на ослаблені ланки - без перевантаження, без розриву компенсаторів, у точних дозах. Усе починається з побудови позиційної корекції: у перші дні після травми, коли рука ще іммобілізована, використовується сенсомоторна стимуляція через мікрорухи - це активні спроби залучення променево-зап'ясткового комплексу в нейтральному положенні, ізометрія з міліметровим амплітудним відхиленням. Така методика дозволяє зберегти зв'язок між моторною корою та периферичним виконавчим апаратом навіть за відсутності повного діапазону. Уже на 5–6 день переходять до активного навантаження через замкнені ланцюги - наприклад, утримання руки на нестійкій поверхні з коливанням. У такий спосіб активуються стабілізатори кисті - *m. flexor carpi radialis*, *m. extensor carpi ulnaris*, а також глибокі міжкісткові м'язи, що відповідають за тонку стабілізацію проксимального ряду зап'ясткових кісток. Головне - не допустити включення великих м'язів-антагоністів, які у фазі травми беруть на себе роль компенсаторів і заважають формуванню точного патерну. Саме тому вправи добираються індивідуально: рух - тільки в обсязі без болю, амплітуда - менше 30°, навантаження - у форматі ізометрії або в'язкого опору без інерції. На цьому етапі формується нова нейром'язова матриця [13, с. 24].

У другому етапі реабілітації, який починається орієнтовно на 10–12 добу після травми (при неускладнених розтягненнях II ступеня), увага зміщується на координаційні вправи в умовах змінного навантаження. Мета - навчити систему розпізнавати зміни сили, тиску, положення та миттєво активувати правильну групу м'язів для стабілізації суглоба. Це реалізується через вправи з динамічними переміщеннями центру ваги - наприклад, перенос ваги тіла на руку, що спирається на м'яку поверхню, одночасно із залученням рухів контрлатеральної руки. Такі вправи викликають рефлексорне включення стабілізаторів зап'ястя, активізують контроль у поперечній площині. Важливо, що кожне з таких завдань у кінезіологічному протоколі виконується під

візуальним або тактильним контролем - пацієнт або бачить свою руку в дзеркалі, або відчуває її положення через контакт із опорною поверхнею. У клінічних умовах це різко знижує ризик формування помилкових компенсаторів.

Дослідження показують, що у пацієнтів, які працювали за цією моделлю, точність позиціонування кисті при зовнішньому навантаженні (0,5 кг) була вищою на 30–40% у порівнянні з групою, що проходила класичне ЛФК. Паралельно вводяться вправи на контроль ексцентричного напруження - зокрема, повільне опускання руки з навантаженням, зупинки на середині амплітуди, утримання положення на нестабільному об'єкті. Усе це - нейром'язові вправи, які не зміцнюють зв'язки напряму, але дають їм шанс адаптуватися під керовану траєкторію руху. Як наслідок, знижується кількість мікротравм і мікророзривів кісток у міжзап'ясткових зчленуваннях, що саме й лежить в основі хронічної нестабільності. На цьому етапі додається також навантаження у фронтальній площині, обов'язково - з контролем темпу. Пацієнт виконує не більш ніж 15–20 рухів у підході, з обов'язковими перервами. Якщо з'являється втома - це ознака активації нецільових м'язів, і вправу скасовують або адаптують. Такий підхід не механічний, а нейрофізіологічний: ми не накачуємо м'яз, а формуємо точку втручання в програму руху.

На третій фазі (через 3–4 тижні після травми) починається найцікавіший період - відновлення складних сенсомоторних інтеграцій, які відповідають за передбачення руху. Саме тут кінезіологія дає неймовірну перевагу, бо працює на рівні випереджальної активності кори. Вправи набувають характеру функціональних - моделюють дії з реального життя пацієнта: утримання предмета, обертання ключа, натискання кнопки, дрібна моторика. Кожне з цих завдань - виклик для системи, бо не лише потребує точності, а й створює змінну траєкторію навантаження. Вводяться елементи реактивного навантаження - наприклад, легкий поштовх по руці з необхідністю втримати положення. Це активує механорецептори, які до того перебували в стані гальмування через біль або страх. Важливо, що на цьому етапі пацієнт сам обирає амплітуду - ключова ознака повернення контролю. У деяких випадках - особливо в спортсменів -

вводяться вправи з несподіваною зміною вектора навантаження (так звані сенсомоторні перешкоди). Вони змушують тіло вчитися адаптуватися до нестабільного середовища - і саме це формує здатність уникати повторного травмування. У підсумку вже на 5–6 тижднів більшість пацієнтів повертається до контрольованої активності без ознак нестабільності. Але навіть після завершення основного курсу рекомендовано зберігати вправи на підтримку рефлекторної активності - це 5–10 хвилин на день, які забезпечують довготривалу стабільність без ризику зриву компенсації [10, с. 43].

Променево-зап'ястковий суглоб після пошкодження зв'язок потрапляє в дуже нестійкий стан - не лише через ослаблення механічної опори, а й через втрату керованості. Саме тому реабілітація цього суглоба - не питання сили, амплітуди чи об'єму руху, а точності й своєчасності нейром'язової відповіді. Метод кінезіології дає змогу відновити це управління, але працює він не універсально: його застосування має чітко визначені межі, які залежать від стану зв'язкового апарату, часу після травми, наявності набряку, супутніх компенсацій у плечі або грудному відділі, а також реакції м'язів на пропріоцептивне подразнення. У перші дні після травми, коли запалення ще триває, а сам суглоб болісно реагує навіть на легке пасивне розгинання, будь-яке активне включення кінезіологічних вправ неприпустиме. Але саме в цій фазі формується початок відновлення - не анатомічне, а функціональне. Саме тут запускаються перші, невидимі, але критично важливі механізми зворотного зв'язку між периферичним рецептором і центральною нервовою системою. Якщо не підтримати цей канал - кора «забуває» руку. Саме тому навіть у стані іммобілізації вводяться вправи на збереження образу положення: це або фіксована рука з візуальною або аудіальною активацією, або вправи на здоровій руці з перехресною проєкцією. Будь-яке включення м'язів-антагоністів у фазі набряку не просто недоцільне - воно призводить до підвищення тиску в капсулі, збільшення ексудації та формування неправильного патерну активації. Усе, що можливо на цій фазі - це дрібні, майже непомітні рухи плечем і передпліччям, де кисть залишається фіксованою в нейтральному положенні. Водночас уже можна

підключати дихальні патерни: парадоксально, але при глибокому вдиху з залученням поперекового відділу відбувається спонтанне зниження симпатичного тону, що послаблює м'язову гіпертонію навіть у дистальних відділах [15, с. 23].

Коли гостра фаза минула і біль зменшився до рівня контрольованої реакції - не повної зниклості, а відсутності реакції на просте торкання чи пасивне переміщення в межах 10–15 градусів - можна переходити до м'якого включення дистальної кінцівки в прості рухові задачі. Це не вправи на силу, не тренування, а радше рухові завдання. Наприклад, пацієнт сидить, передпліччя лежить на столі, кисть фіксована в нейтралі, і вся задача - лише спроба втримати положення руки під час повороту голови або корпусу. Це складно. Система не звикла тримати кисть без опори, особливо коли вона була в гіпофункції кілька днів. Але саме ці перші спроби повертають тонус м'язам, які тримають вісь зап'ястка в межах - *flexor carpi radialis*, *extensor carpi ulnaris*, а також глибоким стабілізаторам. Будь-яка нестабільність у цій фазі - це вже не від сили, а від того, що мозок не розуміє, де знаходиться сегмент. І ось тоді й підключається перше кінезіологічне втручання - вправи типу «утримай положення». Без опору, без гантелі, без сили. Утримай напрям. Зроби мікрорух в одну сторону й повертайся в нейтраль. Зроби паузу. Просте втримання на нестійкій поверхні - це вже колосальне навантаження для системи, яка щойно вийшла зі стану інертності. Не можна змушувати її робити поворот, якщо вона ще не відчуває центр ваги. Тут усе відбувається не по силі, а по точності.

Через кілька днів, коли рука вже здатна утримувати себе в просторі без рефлекторного виводу, коли відпадає потреба підтримувати її іншою рукою або спиратися на щось, кінезіологічний протокол переходить до фази рухів із зовнішнім подразником. Саме тут починають працювати вправи з опором - але цей опір не створюється гантеллю чи тягою. Його створює середовище. Еластична стрічка, м'яка опора, нерівна поверхня - усе це створює необхідність у постійному мікроаналізі позиції. Вправи типу «утримай кисть в осі під час переміщення пальцями дрібного об'єкта» дають більше ефекту, ніж півгодини

махів. Тому що вони включають всю глибину зворотного зв'язку - рецептори на шкірі, сухожильні, капсульні, міжкісткові, і все це проходить через центри спинного мозку, де формується команда на підтримку. Якщо в цей момент дати забагато ваги - мозок віддасть рух «сильнішому», і включиться компенсатор. Ось чому не можна поспішати. Навіть у спортсменів ця фаза триває довго - бо система повинна переосмислити, як стабілізувати сегмент без болю.

1.3. Аналіз існуючих засобів та методів фізкультурно-спортивної реабілітації при травмах зв'язок променево-зап'ясткового суглоба

Після зв'язкових травм зап'ясткового сегмента завдання реабілітації не зводиться до простого повернення руху. Це відновлення повноцінної участі сегмента в біомеханіці кінцівки, у координації, у векторних навантаженнях під час функціонального руху. Променево-зап'ястковий суглоб - це передусім стабілізаційний центр, який не забезпечує глобальних амплітуд, але відповідає за контроль сили в кожній дрібній задачі: триманні предмета, протидії тиску, перемиканні позиції. Після травми, навіть якщо рух зберігається, механізм цього контролю розпадається. Тому сучасна реабілітаційна система працює не лінійно - від болю до сили, - а крокує у чіткій функціональній послідовності: від пасивного включення нейром'язового зв'язку до реактивної стабілізації й адаптивного контролю. Засоби, які при цьому використовуються, не замінюють одне одного, а переходять у складніші форми. Початкова ланка - фізіотерапевтичні методики, що готують тканини до руху. У перші 3–5 днів після ушкодження - особливо при надриві зв'язки - активне втручання в зону ушкодження неприпустиме. Але локальна стимуляція мікроциркуляції дозволяє зменшити площу ішемії навколосуглобових структур. З цією метою використовуються методи короткоімпульсної магнітотерапії на зонах переходу м'яз–зв'язка, імпульсний ультразвук у низьких режимах, а також фонові електростимулюючі імпульси (наприклад, TENS з частотою 2–5 Гц у переривчастому режимі). Вплив завжди здійснюється в динаміці, не фіксовано. Залежно від локалізації, зона експозиції зсувається щодня - щоб уникнути

пригнічення репарації. У разі хронічної травматизації застосовуються методики мікрополяризації та ударно-хвильова стимуляція на періартикулярні структури. Вона не «лікує» зв'язку, але стимулює периневральні зони, де виникає латентна компресія, особливо в ділянці проходження гілок серединного нерва [5, с. 32].

Далі реабілітаційна модель переходить у фазу цільового фізичного впливу. Фізичні вправи на цьому етапі не є звичними «розробками». Їхня мета - не амплітуда як така, а дозоване залучення стабілізаторів, що втратили координацію. Перша група - вправи в ізометричному режимі: утримання позиції кисті при змінному тлі, без участі пальців. Це може бути фіксація кисті на еластичному ролі з мікроколиванням, або легке утримання положення на м'якій підвісній опорі. Такі вправи зберігають сприйняття осі руху, не провокуючи мікротравматизації. Потім, при зменшенні реактивності болю й відновленні пропріоцепції, вводяться вправи з контрольованим спротивом. Це короткі позиційні переміщення з низьким опором, наприклад, фіксація кисті з еластичним опором, який зміщується в радіальному або ульнарному напрямку. Але замість гантелей або гир - стрічки, петлі або сенсорні кульки. Основна ідея - не навантажити, а змусити м'яз утримати положення під навантаженням без зсуву. Фізіологічно це формує нову сенсомоторну петлю, де зв'язка отримує сигнал через загальний рух, а не пряме розтягнення. Наступний крок - введення рухових задач. Це вправи з функціональним підтекстом: обертання предмета з нестійким центром ваги, утримання мішечка, переміщення води в склянці при фіксованій кисті. Кожне завдання розраховане на формування швидкої реакції й активне включення рецепторів. Такі вправи показали зниження латентності реакції зап'ястя на 24–27% протягом двох тижнів курсу, згідно з EMG-дослідженнями з затримкою м'язової відповіді у *flexor carpi ulnaris* [20, с. 24].

Ручні техніки у цій системі - не доповнення, а окремий вектор. Їх використовують у двох напрямках: зменшення фасціального напруження та мобілізація навколосв'язкових зон. Після ушкодження навіть мінімального обсягу волокон формується перисиновіальний набряк. Він не лише обмежує рух, а порушує зв'язок між шарами - ковзання м'язових футлярів, рухомість

сухожилкових піхв. Масаж тут має не розслаблювальну, а структурну функцію. Проводиться не по напрямку волокон, а перпендикулярно, з метою розімкнення адгезій. Особливу увагу приділяють зонам згиначів пальців і міжкісткових каналів. Використовується м'яке скручування тканини, мобілізація через натискання пальцями або гачками, вакуумні баночки для створення лінійного негативного тиску. У зоні згиначів часто формується рубцеве потовщення - його розминають через точкові імпульси. В окремих випадках застосовуються перкусійні пристрої з режимом до 1200 уд/хв, обмежено - в ділянці долонної апоневрозної зони. Крім того, ручні техніки поєднуються з рухом: це пасивне обертання променево-зап'ясткового суглоба в момент фазового натискання. Це дозволяє зберегти пластичність капсули, не розтягуючи зв'язку. Якщо цього не зробити, утворюється зона спайок - і це вже новий механізм обмеження, незалежний від початкової травми. [4, с. 16].

Окрема роль - у лікувальній гімнастиці. Її використовують як платформу для відновлення повного шаблону руху, де зап'ястя не є ізольованою частиною, а вбудовується у рухову дію всієї руки. Це можуть бути вправи у вертикальному положенні: перенесення ваги на руку з опорою на нестійку поверхню, обертальні рухи у плечі з фіксацією зап'ястя, утримання предметів при нахилі тулуба. Часто використовують завдання з активацією трьох суглобів одночасно - наприклад, кисть, лікоть, плече, - при цьому зап'ястя має лишатися у нейтральному положенні. Це тренує не рух, а контроль. Рухова програма включає також вправи з візуальним відволіканням: пацієнт має контролювати положення зап'ястя під час руху очей, голови або іншої кінцівки. Такі моделі активують сенсомоторні системи на рівні кори, запускаючи механізми моторного випередження - це основа для запобігання повторній травматизації в реальних умовах. Особливо актуально це в роботі з пацієнтами, чия професійна активність вимагає чіткого позиціонування кисті - музиканти, хірурги, монтажники. У таких людей навіть незначна втрата координації призводить до суттєвих труднощів у діяльності. Саме тому гімнастика не закінчується після повернення руху - вона триває до

стабілізації патерну в динамічному середовищі. Тільки тоді цикл вважається завершеним.

Розробка програм фізкультурно-спортивної реабілітації для осіб з ушкодженням зв'язок променево-зап'ясткового суглоба ґрунтується на концепції фазності регенеративного процесу та адаптації опорно-рухового апарату до контрольованих навантажень. Травми цього рівня мають високий ступінь варіативності - від часткового надриву окремих пучків до повного розриву або комплексного ушкодження зв'язкового каркаса з сублюксацією кісткових компонентів. Для кожного випадку характерні не тільки різні ступені рухових обмежень, а й різні механізми втрати функції. Тому ефективність реабілітаційної програми визначається не формальною схемою відновлення, а її відповідністю морфофункціональним параметрам пошкодження та клінічному статусу пацієнта. Найголовніше - це адекватна структуризація програми за фазами, які враховують: час від моменту травми, ступінь запального процесу, рівень нейром'язової дисфункції, збереження пропріоцептивних каналів, а також реактивність у відповідь на навантаження. Перша фаза - гостра. Вона починається одразу після травми й триває 5–7 днів. Тут основним завданням є контроль за набряком, стабілізація положення кисті та збереження периферійного кровотоку. Рухи обмежуються, втручання - мінімальне. Але вже на цьому етапі впроваджуються загальні вправи для плечового пояса, ізометричні скорочення м'язів передпліччя без активації самого суглоба, дихальні вправи, легке масажування здорової руки для стимуляції міжпівкульної регуляції. У фазі субгострого відновлення (7–21 день) фокус зміщується на поступове включення нейром'язового контролю. Починається робота з мікроамплітудними рухами, в основі яких лежить не розтягнення, а переміщення суглобових поверхонь через пасивне ковзання та невидимі для ока реакції позиціонування. Використовуються вправи на уявне згинання (*motor imagery*), ізометрична стабілізація із зовнішнім спротивом через гнучкі елементи. На цьому етапі впроваджується контроль навантаження за шкалами RPE (*Rate of*

Perceived Exertion) - пацієнт самостійно оцінює ступінь зусилля, що дозволяє уникнути перенавантаження й одночасно підтримувати динаміку [14, с. 58].

Далі програма переходить у фазу відновлення функціональних патернів, яка зазвичай триває від 3 до 6 тижня з моменту травми. Основна методична особливість тут - поступове ускладнення задач із збереженням сталого фону контролю. Вправи будуються на принципі «контроль у змінному середовищі»: нестійкі поверхні, мінливі опори, зміна вектора навантаження. Використовуються вправи з інтеграцією зорового та вестибулярного аналізаторів: утримання положення зап'ястя при слідуванні очима за рухомим об'єктом, або збереження позиції під час поворотів тулуба. У цей період вводяться тести функціональної готовності, зокрема DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand), які дозволяють об'єктивно зафіксувати динаміку функціонального відновлення. Методи побудови навантажень ґрунтуються на принципі зонування: кожен сегмент кінцівки отримує контрольоване навантаження, а зап'ястя - в межах своєї адаптації - виконує ключову, але не ізольовану роль. Приклад - вправи з підвішуванням тіла на петлях TRX, де зап'ястя виконує стабілізуючу функцію, але не є джерелом руху. Паралельно застосовуються методи зворотного зв'язку: візуалізація навантаження на екрані (через акселерометр або силові датчики), що формує точніше уявлення про стабільність суглоба. Якщо цього не передбачити - пацієнт формує хибні патерни адаптації: або гіперкомпенсацію за рахунок ліктя, або надмірне напруження м'язів-згиначів.

Особлива увага в методиці приділяється перехідному етапу - від функціональної готовності до повернення в повсякденне або спортивне навантаження. Тут акцент - на контролі за варіативністю рухів. Необхідно створити умови, у яких суглоб буде працювати не за завченим алгоритмом, а за змінною схемою з внутрішнім випередженням. Це досягається через вправи з непередбачуваним навантаженням: кидання нестійкого предмета, перенесення ваги під час руху, маніпуляції з об'єктами, центр мас яких постійно змінюється. Для спортсменів додаються вправи, що моделюють елементи ігрової або

циклічної дії: утримання ракетки, обертання снаряду, кидкові рухи. Тут же проводиться корекція пропріоцептивного профілю через кінезіологічне тейпування в нестандартних конфігураціях. Не в стабілізуючому режимі, як раніше, а з провокацією мікрорухів - щоб створити реакцію «випередження». Методично цей підхід базується на теорії динамічних систем, де рух сприймається як результат взаємодії між середовищем, завданням і тілом. Суглоб не просто виконує рух, а стає його носієм у цілісному функціональному полі. Показовим є те, що застосування таких методів дозволяє скоротити фазу повернення до спорту на 20–25% без зростання ризику повторної травматизації. Це підтверджено даними відновлюваних спортсменів, у яких використовувалася адаптивна модель з урахуванням нейрофізіологічних реакцій [9, с. 48].

Заключна фаза - стабілізаційна. Вона не має жорстких часових меж і триває до моменту, коли суглоб знову стає інтегрованим у повноцінну рухову дію без компенсаторних патернів. Методично тут використовуються багатовекторні задачі - комбіновані дії з одночасною участю зап'ястя, пальців, передпліччя та плеча. Проводяться тести «локальної втоми», у яких оцінюється, чи здатне зап'ястя підтримувати стабільну позицію в умовах наростаючої динаміки. Впроваджується тренінг за схемою нелінійної перерозподіленості навантажень: вправи виконуються не за схемою «3 підходи по 15», а в режимі зміни темпу, фази й тривалості руху. Це формує гнучку моторну модель, у якій відновлене зап'ястя не випадає з єдиного патерну. Програма завершується включенням до специфічного тренінгу - наприклад, робота з інструментом, спорядженням, побутовими діями. Методично закріплюється поняття «тренована варіативність», тобто здатність суглоба не лише стабілізуватись, а й ефективно функціонувати в умовах змінної механіки. І лише коли ця здатність зафіксована - програма вважається завершеною.

Висновок до першого розділу

У процесі аналізу анатомо-функціональної структури променево-зап'ясткового суглоба встановлено, що цей сегмент формує динамічний

функціональний комплекс, у якому кісткові компоненти, зв'язковий апарат і м'язово-сухожилкові структури забезпечують не лише стабільність, а й високоточну координацію рухів. Порушення будь-якого із цих компонентів, зокрема ушкодження зв'язок, призводить до втрати пропріоцептивної регуляції та зміщення навантаження на сусідні сегменти, що підтверджує обґрунтованість структурно-функціонального підходу при побудові реабілітації. Метод кінезіології продемонстрував свою результативність завдяки здатності поєднувати рухову активність із нейросенсорною стимуляцією. Його застосування базується на принципах фазності та нейром'язового контролю: «вправи будуються на принципі “контроль у змінному середовищі”», що дозволяє створити адаптивну модель відновлення без перевантаження ушкодженої структури. Систематизація сучасних засобів реабілітації виявила ефективність комбінованих підходів: «програма завершується включенням до специфічного тренінгу - наприклад, робота з інструментом, спорядженням, побутовими діями». Саме така інтеграція вправ, тестів і динамічних схем дає змогу відновити рухову функцію без рецидивів і компенсаторних патернів.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методи дослідження

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

У структурі сучасної спортивної медицини особливу значущість набуває аналіз і систематизація науково-методичних підходів до відновлення функціональної активності опорно-рухового апарату після пошкоджень, зокрема у представників силових видів спорту. Пошкодження зв'язок променево-зап'ясткового суглоба у спортсменів тісно пов'язані з надмірними навантаженнями, повторюваними амплітудними рухами, мікротравматизацією тканин та механічною нестабільністю сегмента, що веде до зниження спеціальної працездатності, зменшення сили стискання кисті та порушення біомеханіки хватального апарату.

В працях Жарової І.О. [14] та Зленко Н.М. [15] відзначено, що структурна складність суглоба, його участь у формуванні кінематичних ланцюгів та високий ступінь рухливості в умовах навантаження потребують індивідуалізованих програм фізичної терапії. Водночас реабілітаційні впливи не обмежуються відновленням стабілізаційної функції зв'язкового апарату: необхідно повертати спортсмена до рівня специфічної функціональної витривалості з урахуванням нейром'язової координації, швидкісно-силових характеристик і сенсомоторного контролю. Аравіцька та Лазарева [2] виокремлюють ключові етапи реабілітації: ангіоневротичний, м'язово-активаційний, функціональний і специфічно-профільний, які супроводжуються адаптацією тренувальних навантажень, прогресивною модуляцією обтяження та поетапним залученням до спеціалізованих вправ. Такі підходи поєднують принципи біомеханічної корекції з інтеграцією кінезіотерапевтичних стратегій. Автори наголошують на доцільності використання пропріоцептивного тренінгу, вправ на мобілізацію

дрібних суглобів кисті, методів функціонального тейпування та ізометричної стабілізації як основних засобів реадптації. У цьому контексті застосування ерготерапевтичних впливів, орієнтованих на професійно-специфічні дії, дозволяє скоротити терміни повернення до спорту, мінімізуючи ризик рецидиву. Як показують дані Вакуленка Л.О. та співавт. [5], найефективнішими виявляються комбіновані моделі, що включають м'язову релаксацію, пасивну мобілізацію, стабілізаційні вправи з біологічним зворотним зв'язком, сегментарну корекцію та поступове навантаження у режимі open chain / closed chain.

У роботах Грибок Н.М. [10] і Гевка І.В. [9] висвітлено різні підходи до післятравматичної адаптації спортсменів у межах відновного тренувального процесу, де пріоритетом стає формування компенсаторних рухових стратегій без перевантаження ушкодженого сегмента. Застосування елементів нейродинамічного розвантаження, прогресивного м'язового розтягнення, циклічної сенсомоторної активації та методів аеробної відбудови сприяє утворенню нових рухових шаблонів, які дозволяють зберегти навички змагальної діяльності. У контексті силових видів спорту, де значна частина навантаження припадає на дистальні відділи кінцівок, оптимізація реабілітаційних програм передбачає коригування кінематичних ланцюгів на рівні плечового та ліктьового суглобів, щоб забезпечити повноцінну передачу зусилля. Вітомський і Джевага [7] у дослідженнях післяопераційної відбудови зазначають, що використання фазового підходу з раннім ізометричним тренуванням і вправами на активну стабілізацію дозволяє зменшити ступінь інволюції м'язових волокон і зберегти тонус у період іммобілізації. Згідно з даними Бражанюка А.О. [4], акцент на залученні м'язів-антагоністів через методику PNF, використання нестабільних поверхонь та нейросенсорної стимуляції значно пришвидшує формування нового нейром'язового патерна. Крім того, підкреслено доцільність перехресного впливу шляхом залучення протилежної кінцівки та симетричних сегментів з метою підтримання центральної регуляції рухової активності.

Згідно з теоретико-прикладними положеннями Володіна М.О. [8] і Козія Т.П. [16], у футболі як силово-контактному виді спорту значна частина мікротравм пов'язана з неадекватною амортизацією в момент приземлення, неправильним положенням кисті при падінні та неефективною взаємодією з м'ячем. Реабілітаційні протоколи у таких випадках повинні не лише сприяти структурному загоєнню зв'язок, а й передбачати формування функціонального захисту через цілеспрямоване вдосконалення реакції на падіння, корекцію навичок м'язового гальмування та розвиток ситуаційної моторики. Баб'як В.І. [3] звертає увагу на пріоритетність ранньої діагностики прихованих мікропошкоджень, які не проявляються клінічно, однак у подальшому можуть знижувати адаптивність спортсмена до змагального стресу. Ефективність запобігання ускладненням значно зростає при своєчасному застосуванні елементів функціонального тестування: оцінка ізокінетичної сили, тестування реактивної сили м'язів згиначів кисті, біомеханічна діагностика хвату та контролю кистьового розгинання. Як відзначено у працях Гузія О.В. та співавт. [11], високі навантаження на кистьовий сегмент у циклічних силових видах (гирьовий спорт, кросфіт, армрестлінг) обумовлюють розвиток так званого «синдрому перевантаження», що супроводжується дистрофією сухожильного апарату, ослабленням м'язів стабілізаторів та зниженням точності рухів. У таких випадках ефективним стає використання локальних електроміостимуляцій, які синхронізуються з активними рухами у спеціальному режимі за принципом інтерактивної біологічної відповіді. Система відновлення має включати комплекс інтервального навантаження з поступовим зростанням інтенсивності, в якому поєднуються динамічні ізотонічні рухи та статичні вправи на збереження стабільності у фазі ексцентричного навантаження.

Детальний огляд науково-методичних позицій щодо реабілітації спортсменів із травмами зв'язок вказує на наявність кількох суперечливих положень. Так, частина авторів (Грибок Н.М. [10], Дзяк Г.В., Маловичко І.С. [12]) наголошують на обов'язковості тривалої іммобілізації з подальшим переходом до пасивної мобілізації у фазі відновлення. Інша група дослідників

(Жарова І.О. [14], Вітомський В. [7]) підтримує протилежну стратегію ранньої активізації, вважаючи, що збереження функції у період травми дозволяє зменшити ступінь м'язового регресу. Це методологічне розходження відображає загальні тенденції до поляризації у підходах: традиційна модель тривалого знерухомлення поступово поступається місцем активним моделям раннього включення у процес.

У свою чергу, Зленко Н.М. [15] доводить ефективність мультидисциплінарного підходу, що базується на одночасній роботі фізичного терапевта, кінезіолога, ортопеда і спортивного тренера, які координують дії з урахуванням біомеханічних показників і нейрофізіологічної реактивності спортсмена. Проблематика узгодження методів та термінів мобілізації лишається відкритою, особливо в умовах різного ступеня тяжкості травм. Так само залишається невизначеною оптимальна структура відновного мікроциклу в силових видах: відсутність єдиної класифікації ступенів м'язового залучення під час специфічних вправ створює труднощі в стандартизації навантаження на кистьовий сегмент. Результати досліджень Дорошенка Е.Ю. [13] вказують на доцільність застосування техніко-тактичного моделювання вже на завершальних етапах реабілітації, коли спортсмен демонструє готовність до часткового включення у тренувальний процес, але ще не досяг повної функціональної норми. У цьому контексті доцільною виглядає практика використання умовно-змагальних завдань з дозованим ризиком, які дозволяють адекватно оцінити стан функціонального відновлення.

Окремий інтерес становить інтеграція ерготерапевтичних та психофізіологічних засобів у структуру реабілітації, про що згадується у роботах Валецького Ю.М. [6] і Вакуленка Л.О. [5]. Тут акцент робиться на формуванні не лише м'язової, а й когнітивної реакції на змагальні подразники: швидкість прийняття рішення, точність моторної відповіді, адаптація до раптового змінення пози. При пошкодженнях променево-зап'ясткового суглоба значну роль відіграє сенсомоторна інтеграція, адже порушення рецепторного поля кисті змінює просторове сприйняття й якість мануальної дії. У цьому аспекті

нейропластичність центральної нервової системи може виступати компенсаторним механізмом, що активується за умов правильного сенсорного навантаження. Програмовані тренажери з візуальним зворотним зв'язком, мануально-сенсорні панелі з цифровими модуляціями і вправи на тактильну дискримінацію є засобами, що одночасно впливають на когнітивну сферу і моторну систему. Подібна стратегія дозволяє підвищити ефективність кінцевого етапу реабілітації, коли класичні методи фізичної терапії вже не дають додаткової динаміки.

2.1.2. Соціологічні методи (вивчення історії травми, опитування)....

У ході дослідження, спрямованого на вивчення особливостей відновлення спеціальної фізичної працездатності у спортсменів силових видів спорту з ушкодженнями зв'язкового апарату променево-зап'ясткового суглоба, соціологічні методи використовувались як структурно визначальні інструменти збирання первинної інформації про індивідуальні особливості перебігу травми, реакцію організму на відновлювальні заходи та суб'єктивні параметри функціонального стану [22, с. 7].

Першочергово було здійснено поглиблене вивчення анамнестичних даних учасників вибірки які спеціалізуються в таких видах спорту, як важка атлетика, кросфіт, пауерліфтинг і боротьба. Збір анамнестичних відомостей проводився у вигляді структурованої бесіди з паралельним заповненням індивідуальної карти травми, що включала фіксацію дати первинного ушкодження, супутніх обставин (механізм травми, тип тренувального навантаження, зовнішні чинники), історії рецидивів, тривалості і характеру іммобілізації, застосованих методів лікування, фаз реабілітації та результатів попередніх спроб повернення до тренувального процесу. Такий підхід дозволив встановити не лише хронологічну послідовність травматичних подій, а й оцінити ступінь медико-фізіологічної компенсації у посттравматичному періоді, виявити зміни в динаміці болю, моторики і адаптації до фізичних навантажень. Особлива увага приділялась характеру проявів больового синдрому, його локалізації, тривалості, інтенсивності за візуально-

аналоговою шкалою та впливу на щоденну діяльність. Ці показники збирались у порівнянні з періодами пікових навантажень і фазами зниження функціонального тону. Значний аналітичний потенціал мав блок даних про попередні схеми реабілітації: чи використовувались ізометричні вправи, пропріоцептивна стимуляція, масаж, електростимуляція, тейпування, гідрокінезотерапія, і які саме форми виявились неефективними або спричинили регрес. Окремо оцінювався досвід спортсмена щодо власного контролю болю, мотиваційного стану, готовності дотримуватись призначеного курсу фізкультурно-реабілітаційних заходів. Ці дані були надзвичайно релевантними для персоналізації подальших відновлювальних впливів, оскільки дозволяли не лише реконструювати об'єктивний патомеханізм травми, а й зчитати психофізіологічний профіль відновлення, який часто виявляється ключовим для коректного прогнозу і темпів повернення у функціональну норму.

На наступному етапі була реалізована процедура анкетування, розроблена спеціально для спортсменів з травмами верхніх кінцівок, з урахуванням специфіки функціонального навантаження в силових дисциплінах. Структура анкети включала три тематичні розділи. Перший стосувався функціонального самосприйняття і був спрямований на отримання даних про відчуття стабільності, впевненості у суглобі, наявності або відсутності обмежень при виконанні специфічних рухів (жим штанги, підтягування, утримання ваги, фіксація знарядь у не вигідних позиціях).

У другому розділі акцент ставився на суб'єктивній оцінці болю, який розглядався не лише як фізичний симптом, а й як психосоматичний маркер: анкета містила шкали оцінки болю в спокої, під час руху, у стані напруження, після тренування, а також суб'єктивне сприйняття болю як заважаючого, нав'язливого, контрольованого або неконтрольованого. Також тут передбачалось ранжування болю за частотою виникнення та впливу на емоційний стан, включно з такими аспектами, як страх повторної травми, тривожність щодо майбутнього спортивного шляху, мотиваційна втома, фрустрація від реабілітаційних невдач. У третьому розділі анкети фіксувалась

суб'єктивна оцінка ефективності попередньої терапії, ставлення до фізичних терапевтів, готовність долучатись до альтернативних програм (наприклад, гідротренінг, кінезіологічні вправи, комбіновані методи з елементами психотренінгу), а також індивідуальні побажання щодо інтенсивності, частоти, форм і місця проведення реабілітації. Усі запитання мали шкальну структуру (від 1 до 5 або від 1 до 10 балів) з можливістю доповнити відповідь відкритим коментарем. Це дозволило не лише кількісно обробити матеріал, а й виявити якісні закономірності інтерпретації власного стану. В анкеті також був передбачений блок з відомостями про тривалість загального стажу у спорті, кількість років участі у змаганнях, період активного навантаження до травми, та частоту тренувань після ушкодження [39, с. 382].

З метою поглиблення емпіричних даних, з кожним учасником було проведено інтерв'ювання за напівструктурованим сценарієм, що передбачало акцент на індивідуальному досвіді відновлення після травми, психоемоційному тлі реабілітації та стратегічному баченні власного спортивного майбутнього. У процесі бесіди особлива увага зверталась на ключові переломні моменти у спробах повернення до тренувального процесу, фактори, які стимулювали або, навпаки, гальмували реабілітацію, наявність або відсутність підтримки з боку тренера, лікаря, команди, родини. Обговорювались випадки порушення приписів фахівців, обґрунтування власних рішень змінити інтенсивність або методіку занять, відчуття ефективності або неефективності певних реабілітаційних підходів.

Аналізувався рівень довіри до методів фізичної терапії, ставлення до нетрадиційних способів лікування (апітерапія, рефлексотерапія, мануальні техніки), готовність приймати тривале відновлення як необхідний етап або прагнення скоротити його навіть ціною можливих ускладнень. Особливо інформативними виявилися свідчення про перше тренування після завершення офіційного відновлення: з якими відчуттями проходив рух, що викликало тривогу, чи з'явилась впевненість у збереженні функціональної здатності, які вправи викликали дискомфорт, чи були зміни у техніці виконання. Всі розповіді

протоколювались дослівно, із збереженням стилістики мовлення, а потім інтерпретувались методом якісного контент-аналізу з виокремленням ключових змістових одиниць. Такий глибокий аналіз дозволив побачити не лише симптоматику та функціональні межі, а й внутрішні установки, бар'єри, очікування, які відіграють визначальну роль у тривалості й ефективності відновлювального процесу. Співвідношення між усвідомленням власного стану, внутрішньою готовністю працювати над реабілітацією та реальними поведінковими проявами стали основою для індивідуального прогнозу динаміки.

2.1.3. Педагогічні методи (спостереження, експеримент, тестування)

У дослідженні, орієнтованому на вивчення ефективності фізкультурно-реабілітаційного впливу в процесі відновлення спеціальної фізичної працездатності у спортсменів силових дисциплін після травм зв'язок променево-зап'ясткового суглоба, педагогічні методи стали фундаментом емпіричного рівня фіксації функціональних змін і адаптаційних реакцій. Вибірка становила 30 осіб із діагностованими мікро- або макропошкодженнями зв'язкового апарату променево-зап'ясткового сегмента, переважно після періоду первинного медичного втручання та початкової стабілізації тканин. З перших днів включення до програми реабілітації здійснювалось систематичне педагогічне спостереження, під час якого кожен учасник був закріплений за окремим куратором-методистом. Уся система спостереження була структурована за блоковим принципом, який включав фіксацію динаміки в режимі щоденного, тижневого та фазового оцінювання. Основу становив протокол спостереження, що складався з двох частин: стандартної шкали реєстрації рухових проявів і адаптованої карти поведінкових реакцій у відповідь на зростання навантаження. У протоколі фіксувались: точність виконання вправ, плавність амплітуди, симетричність зусиль, якість стабілізації кисті, компенсаційні рухи у плечовому та ліктьовому суглобах, а також м'язово-тонусна реакція в спокої та під час виконання завдань. Особливу увагу було приділено спостереженню за дрібною моторикою у вправах з мілкими предметами, затримкою зусилля в положенні

isometric hold, реакцією кисті на втомлення, та поведінковими сигналами уникання навантаження (відведення погляду, затримка виконання, зміна хвата). Паралельно проводилась фіксація частоти зменшення амплітуди в серіях вправ, кількості перерв, рівня рухового ентузіазму, і навіть способу комунікації з інструктором, що відображало рівень внутрішньої мотивації [34, с. 8].

На другому етапі педагогічні методи були реалізовані у вигляді цілеспрямованого експериментального впровадження реабілітаційної програми, побудованої за принципами фазової адаптації та індивідуального навантаження. До експерименту було допущено лише тих учасників, які завершили період первинної іммобілізації та мали дозвіл лікаря на поступове фізичне навантаження. Всі учасники пройшли стартову педагогічну діагностику з метою зафіксувати вихідний рівень спеціальної фізичної працездатності. Для цього використовувались функціональні тести, адаптовані до умов травмованого променево-зап'ясткового сегмента. Зокрема, було використано тест на силу стискання за допомогою динамометрії кисті, тест на витривалість у режимі isometric hold із фіксацією предмета протягом 30 секунд, модифікований тест «wall push-up with wrist neutral» із фіксацією кількості повторень до втоми, а також вправи на точність захвату у вигляді переміщення дрібних предметів пальцями руки за 60 секунд. В окремому блоці дослідження передбачено вимірювання координаційної здатності кисті через виконання вправ на нестабільній поверхні з навантаженням у формі фіксації стрічки-резинки з різною розтяжністю. Кожен тест проводився у двох сесіях: до початку експериментальної програми та після завершення повного курсу впровадження. Педагогічна складова також включала оцінку суб'єктивної технічної впевненості спортсмена, яку оцінювали за 10-бальною шкалою після кожного виконання вправи. Такі дані фіксувались виключно інструктором з педагогічної підготовки, що дозволяло уникнути зміщення оцінок з боку медичного персоналу.

Сама структура експериментального впровадження передбачала застосування адаптованих форм навантаження, побудованих на поєднанні класичних фізкультурно-реабілітаційних засобів і тренувальних моделей, що

використовуються у спортивній підготовці. Програма тривала шість тижнів і була структурована за принципом послідовної фази мобілізації, активації, специфічної адаптації та підготовки до повернення у тренувальний процес. У кожній фазі визначались конкретні педагогічні задачі: на першому етапі – відновлення контрольованого руху в безболісній амплітуді; на другому – активізація м'язів стабілізаторів та формування рефлекторної відповіді; на третьому – відпрацювання специфічних технічних елементів, притаманних певному виду спорту; на четвертому – підвищення навантаження до рівня змагальної інтенсивності з імітацією тренувального середовища. Форма педагогічної реалізації передбачала індивідуальні заняття з фіксацією інструктором усіх параметрів виконання та прогресу. Кожне тренування містило розминку з динамічною мобілізацією, основний блок вправ і фазу активного відновлення. У практиці використовувалися гумові стрічки різного опору, гантелі, балансувальні платформи, реакційні м'ячі, ізометричні тренажери та тренажери з біологічним зворотним зв'язком. В окремі дні інтегрувались вправи з елементами змагального моделювання (затримка зусилля у нестандартних положеннях, фіксація знаряддя на час, вправи на швидкість захвата і відпускання). Усі дані протоколювались педагогом, який одночасно виконував функції модератора експерименту.

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

Функціональні методи дослідження у межах цієї роботи застосовувались як базові об'єктивні інструменти для кількісної та якісної фіксації фізіологічних змін, що виникали під впливом реабілітаційної програми у спортсменів силових видів спорту з травмами зв'язкового апарату променево-зап'ясткового суглоба. Вибірка учасників становила 30 осіб, які до моменту включення в дослідницький протокол завершили початковий період лікування та мали офіційний дозвіл на участь у програмі фізичної реабілітації. Первинна мета полягала у виявленні змін

у больовому синдромі та функціональній рухливості, що є маркерами ефективності впроваджених фізкультурно-спортивних засобів. Для кількісної оцінки больового компонента застосовувались три інструменти: візуально-аналогова шкала (VAS), модифікований «Опитувальник болю Освестрі» та вербальна шкала болю (ВАШ). Кожен з інструментів був впроваджений з дотриманням чіткої процедури інструктажу учасника, підготовки до оцінки та повторного вимірювання у визначені періоди. VAS використовувалась на початку, в середині та після завершення курсу фізкультурної реабілітації. Спортсмен отримував пластикову лінійку з безперервною шкалою від 0 до 10 см без позначених чисел, де крайні позиції позначали «відсутність болю» та «нестерпний біль». Учасник мав візуалізувати свій актуальний стан, не порівнюючи з попередніми замірами, а лише орієнтуючись на суб'єктивну інтенсивність [30, с. 14].

Вимірювання проводилось у трьох умовах: у спокої, під час дії легкого навантаження (статичне утримання предмета), та відразу після спеціалізованих фізичних вправ, що впливали на зону травми. Дані замірів фіксувались із точністю до одного міліметра, а подальша інтерпретація зводилась до середнього значення кожної з трьох ситуацій. «Опитувальник болю Освестрі» використовувався як інструмент для ширшої оцінки не лише болю, а й функціональних обмежень, пов'язаних із ним. Анкета містила десять секцій із п'ятьма варіантами відповіді в кожній, що стосувались повсякденної активності, тривалості сидіння, сну, побутових дій, емоційного стану, концентрації та впливу болю на фізичне самопочуття. Опитування проходило під контролем фахівця, який фіксував коментарі спортсмена щодо кожного блоку, що давало змогу не лише підрахувати сумарний бал, а й виявити специфічні точки напруження або побоювання, пов'язані з тією чи іншою діяльністю. Вербальна шкала ВАШ застосовувалась паралельно з іншими для підсилення надійності результатів і перевірки внутрішньої узгодженості самооцінок. Учасник мав визначити один із п'яти словесних варіантів, що найточніше відображав його стан: «немає болю», «слабкий», «помірний», «сильний», «дуже сильний». Усі

оцінки вводились у загальну базу даних, де здійснювалось зіставлення результатів різних методик у динаміці.

Для об'єктивної реєстрації змін у функціональній рухливості, а також для вимірювання постави й морфологічних параметрів, застосовувалась комбінація методів: гоніометрія, соматоскопія та стандартна антропометрія. Гоніометрія проводилась за допомогою пластикового двоплечого гоніометра з фіксацією кута розгинання та згинання променево-зап'ясткового суглоба в активному та пасивному режимах. Також враховувались обсяги руху в радіоульнарній площині та супінаційно-пронаційній осі передпліччя. Вимірювання здійснювались у стабільному положенні сидячи, з плечем у нейтральному положенні, ліктем, зігнутих під прямим кутом, і передпліччям у горизонтальній площині [43, с. 6].

Рухомий сегмент гоніометра фіксувався паралельно до осі кисті, нерухомий – уздовж передпліччя, точка обертання – над проєкцією *processus styloideus ulnae*. Кожен кут вимірювався тричі, середнє значення фіксувалось у протоколі. Для виявлення відхилень у загальному положенні верхнього плечового поясу використовувалась соматоскопія – метод візуальної оцінки постави. Спортсмен проходив спостереження в трьох площинах: фронтальній, сагітальній і горизонтальній. Особливо ретельно оцінювались симетричність лопаток, рівень плечей, положення голівки плеча, нахил корпусу, асиметрія трапецієподібного м'яза та зони ключиць. Для фіксації застосовувалась фотографія з нанесенням контрольних точок, що дозволяло виявити навіть незначні зміщення після навантаження. Оцінка проводилась на початку, у середині та вкінці курсу, після чого зображення аналізувались через комп'ютерну програму, що розраховувала градусні відхилення симетрії та кути нахилу.

Антропометричні вимірювання охоплювали коло зап'ястка, передпліччя, плеча (в стані спокою і після навантаження), довжину верхньої кінцівки, а також загальну масу тіла та ІМТ. Особливо інформативними виявились заміри товщини шкірно-жирової складки над м'язом-згиначем передпліччя, які проводились за

допомогою спеціального каліпера. Це дало змогу оцінити ступінь м'язової атрофії в період гіподинамії, а також відстежити відновлення м'язового об'єму. Дані вводились до індивідуальних карт, зіставлялись із середніми нормативами, враховувались статево-вікові характеристики. Учасникам дослідження було заборонено інтенсивне тренування за добу до антропометрії, щоб уникнути похибки через транзиторне збільшення м'язової маси внаслідок гіпергідратації. Окремо вивчалась величина обмеження у побутових рухах – вона оцінювалась не через опитувальники, а шляхом моделювання умов домашнього навантаження: учаснику пропонували підняти предмет вагою 5 кг у трьох положеннях кисті, утримати його протягом 10 секунд та перенести на відстань 3 метри. Фіксувались час реакції, техніка захвата, стабільність руху, кількість спроб адаптації.

Таким чином, функціональні методи не лише дозволили відстежити зниження больових відчуттів і зростання амплітуди рухів, а й надали інструментарій для глибшого аналізу компенсаційних стратегій організму спортсмена. Саме комбінація гоніометрії, соматоскопії й антропометрії дозволила відмовитись від виключно симптоматичних оцінок і перейти до вимірювання динаміки у взаємозв'язку з морфофункціональним станом верхньої кінцівки. Усі ці дані стали основою для якісної інтерпретації ефективності реабілітаційних впливів, адже об'єктивно зафіксовані зміни дають змогу оцінити не лише наявність чи відсутність покращення, а й темп адаптації, її фазність і наявність стабілізації. Функціональні методи виявились ключовими в ситуаціях, коли суб'єктивні оцінки спортсменів мали тенденцію до завищення або заниження реального стану, і дозволяли корегувати програму відповідно до фізіологічних параметрів, а не лише за внутрішнім самовідчуттям. В умовах силових видів спорту, де навіть незначна втрата рухливості або болісність при опорі можуть критично вплинути на результат, точна фіксація кожного градусу руху й кожного міліметра антропометричних змін стає необхідною складовою реабілітаційного процесу, що базується на доказовій динаміці [26, с. 10].

2.1.5. Методи математичної статистики

Обробка кількісних показників, отриманих у процесі реалізації фізкультурно-реабілітаційної програми для спортсменів силових видів спорту з ушкодженням зв'язок променево-зап'ясткового суглоба, здійснювалась із використанням методів математичної статистики, а саме засобами варіаційного аналізу. Основний масив даних формувався на основі результатів тестувань, шкальних вимірювань та об'єктивних функціональних змін, зафіксованих до початку втручання та після його завершення [24, с. 19].

До опрацювання включались числові параметри сили стискання, амплітуди рухів, показники за шкалами VAS та Освестрі, час виконання технічних завдань і значення антропометричних вимірювань. Перед початком статистичної обробки кожен масив був перевірений на однорідність за допомогою розрахунку дисперсії та стандартного відхилення. Окремо проводилась перевірка нормальності розподілу за критерієм Колмогорова-Смирнова, що дозволило встановити, чи можуть подальші обчислення проводитись із використанням параметричних методів. У тих випадках, де розподіл виявлявся нормальним, основним інструментом виступав t-критерій Стьюдента для парних вибірок, який давав змогу порівняти значення одного й того самого показника до і після впровадження програми. Для кожного з аналізованих параметрів розраховувався середній арифметичний показник (M), стандартне відхилення (σ), а також межі довірчого інтервалу. У випадках, де розподіл виявлявся відмінним від нормального, застосовувався непараметричний критерій Вілкоксона. Поряд із цим здійснювалось ранжування за ступенем зміни, що дозволяло виявити не лише середню динаміку, а й розкид реакцій усередині вибірки. У тих сегментах, де спостерігалась гетерогенність, застосовувались коефіцієнти варіації, що дозволяли порівнювати стабільність результатів у різних підгрупах.

У межах роботи кожен блок параметрів аналізувався окремо, проте інтегрувався у загальний статистичний масив для виявлення міжпоказникових кореляцій. Для цього обчислювались коефіцієнти кореляції Пірсона між

основними функціональними й морфометричними змінними. Особливо цікавими були зв'язки між амплітудою рухів і показниками сили, а також між змінами в шкалах больової чутливості та фактичними антропометричними приростами м'язової маси [45, с. 73].

Кореляційний аналіз проводився із перевіркою на статистичну значущість зв'язку ($p < 0,05$), що давало змогу відкинути випадкові збіги та зосередитись на справді взаємозалежних параметрах. Дані аналізувались за допомогою програмного забезпечення IBM SPSS Statistics, у якому здійснювалось введення масивів, формування парних таблиць, розрахунок сукупних коефіцієнтів, побудова графіків розподілу і гістограм. Усі результати обробки виводились у таблицях, де чітко фіксувались вихідні й кінцеві значення, відсоткові зміни, статистична достовірність і ступінь варіації. Також розраховувався індекс ефективності (ІЕ) за формулою: $(P2 - P1) / P1 \times 100\%$, де $P1$ – початковий показник, $P2$ – підсумковий показник після втручання. Це дозволяло подати результати в уніфікованому форматі, зрозумілому як для медичних фахівців, так і для тренерського складу.

2.2. Засоби фізкультурно-спортивної реабілітації

2.2.1. Комплекс вправ у воді (гідротренування)

Комплекс вправ у водному середовищі був інтегрований у структуру реабілітаційної програми як окремий блок, орієнтований на глибоке сенсомоторне відновлення та фізіологічно щадну стимуляцію м'язово-зв'язкового апарату у спортсменів силових дисциплін із травмами променево-зап'ясткового суглоба. Усі тренування проводились в умовах неглибокого басейну з температурою води 32–33 °С, що відповідало умовам термонеутральності й водночас забезпечувало стабільну вазодилатацію периферичних судин. Вибрані параметри водного середовища дозволяли знизити гіпертонус м'язових волокон, зменшити в'язкоеластичний опір у фазі згинання та розгинання кисті й активізувати механорецепторну активність через

терморцепторне подразнення. Саме завдяки цьому водне середовище виступало не лише пасивним буфером, а активним елементом реабілітаційного впливу. Архімедова сила, що діяла у зворотному напрямку до сили тяжіння, створювала умови для зменшення осьового тиску на суглобові поверхні, полегшуючи рух у сагітальній та фронтальній площинах. Це дозволяло розпочинати рухи з більшою амплітудою вже на ранніх етапах відновлення без ризику перевантаження травмованого сегмента. Проте ключовим у цьому форматі тренування виявилась властивість гідравлічного опору: на відміну від класичних силових вправ, де навантаження є фіксованим, у воді сила опору прямо пропорційна швидкості руху. Це означало, що спортсмен самостійно контролював інтенсивність впливу, регулюючи темп, амплітуду й напрямок руху, що відповідало принципу дозованого навантаження на основі суб'єктивного самовідчуття [29, с. 117].

У структурі кожного заняття у воді закладалась логіка фазового переходу: від розслаблення до мобілізації, далі – до активації та специфічної стабілізації. Початковий блок складався з вправ на вільне плавання кисті в напівзігнутому положенні руки, з акцентом на максимальну розслабленість та легке відчуття опору води. Далі поступово впроваджувались елементи маятникових рухів, кругові обертання кисті, комбіновані рухи згинання-протиставлення великого пальця, що проводились у режимі low speed – для того, щоб створити мінімальний опір і водночас залучити максимально точні координаційні імпульси. У середньому блоці тренування використовувались спеціальні водні рукавички, які збільшували площу зіткнення руки з водою, таким чином підсилюючи гідравлічний спротив. Завданням було зберегти амплітуду руху, одночасно протидіючи посиленому опору – це активувало дрібні м'язи-стабілізатори, які не залучались у класичних вправах на суходолі. Також впроваджувались вправи з водними м'ячами, які потрібно було стискати та переміщати під водою: такий тип ізометричного впливу мав ефект комбінації стиснення і контролю рівноваги, оскільки кожна деформація м'яча змінювала центр тяжіння у воді. На пізніх етапах включались елементи тренування на нестабільності – учасник мав утримати кисть у статичному положенні, тоді як

інша рука виконувала активні рухи, створюючи гідродинамічні хвилі. Це провокувало реакцію автоматичної стабілізації через пропріоцептивні канали. Поряд із цим застосовувались спеціальні вправи з зануренням руки на різну глибину – від рівня грудної клітки до підводного розташування плеча – що дозволяло варіювати вплив гідростатичного тиску та змінювати рівень компресії на венозну систему. Таке розташування сприяло відтоку лімфи, покращувало трофіку тканин і зменшувало запальні явища у ділянці променево-зап'ясткового сегмента. Після основного блоку тренування виконувались вправи на розслаблення: пасивне погойдування кисті у воді, рухи з закритими очима, пірнання з утриманням м'яча пальцями.

Під час гідротренувань кожен учасник перебував під контролем методиста-реабілітолога, який фіксував не лише технічні параметри виконання, а й мікросигнали перевтоми, зміни моторики та поведінкову реакцію на збільшення опору. Така система дозволяла вчасно корегувати навантаження, запобігати перенапруженню та формувати адаптацію через позитивний досвід руху. Значна частина вправ вимагала одночасного залучення візуальної, тактильної й вестибулярної систем, що формувало нову модель міжсенсорної інтеграції [37, с. 5].

Саме завдяки властивостям водного середовища ці вправи не викликали м'язового болю наступного дня, а створювали відчуття тонізуючої втоми, що сприяло формуванню довіри до власного тіла у спортсменів після травми. Для гідротренувань обирались вправи, які неможливо або вкрай складно було б реалізувати в умовах гравітаційного навантаження на суходолі, зокрема рухи з еліпсоподібною траєкторією, симетрично-суперечливі вправи (одна рука виконує супінацію, інша – пронацію), швидкі хвилеподібні рухи пальцями, які у повітрі не піддаються контролю через низький опір. Усе тренування тривало в середньому 40 хвилин, при цьому температура води постійно контролювалась, щоб уникнути переохолодження м'язів або навпаки – надмірного розширення судин. Вода очищувалась без хлору – методами електролізу, що знижувало ризик подразнення шкіри або слизових оболонок. Заняття відбувались тричі на

тиждень, чергуючись із днями сухопутної реабілітації, що дозволяло забезпечити повноцінну нейрофізіологічну відновлюваність і запобігти надмірному сенсорному навантаженню. Важливою була також акустична складова: в умовах басейну відбувалась природна ізоляція від шумових подразників, а відлуння власного дихання у воді формувало ефект м'якої внутрішньої концентрації, близький до стану активної релаксації. Це сприяло оптимізації вегетативного статусу, зменшенню симпатоадреналової реакції та стабілізації пульсу.

2.2.2. Фізичні вправи на суші (корегуюча гімнастика)

У системі відновлювального втручання, спрямованого на реабілітацію спортсменів силових видів спорту після ушкоджень зв'язкового апарату променево-зап'ясткового суглоба, корегуюча гімнастика на суші була сформована як цілеспрямований механізм для ізольованого включення м'язів-антагоністів, м'язів-стабілізаторів і моторно-чутливих одиниць, що зазвичай блокуються під час травматизації чи в умовах хронічного больового синдрому. Заняття проводились індивідуально в умовах реабілітаційного залу з нейтральним освітленням, постійним температурним режимом 23–24°C і фоновою ізоляцією від зовнішніх подразників. Методика вибудовувалась за принципом функціонального розвантаження - пріоритет надавався таким позиціям кінцівки, в яких зв'язковий апарат не зазнає осьового тиску. У фазі початкового включення, рухова активність обмежувалась лише активними скороченнями м'язів-згиначів і розгиначів пальців у положенні передпліччя на опорі, без участі плечового поясу. Основне навантаження переносилось у площину згинально-розгинальних коливань з амплітудою до 30 градусів, за умови стабілізації кисті ортезом або еластичною стрічкою. Таке дозування давало змогу розпочати активну роботу без ризику вторинного запалення чи перевантаження суглоба, з одночасною активацією кровопостачання та метаболізму в м'язових волокнах. На наступних етапах вводились вправи з м'язовою ізоляцією за допомогою еластичних джгутів з опором 1,5–2 кг/м, які

фіксувались до пальців та кисті, а інша частина кріпилась до стабільної опори. Усі рухи виконувались в повільному темпі, під візуальним самоконтролем, із обов'язковим збереженням ізометричної фази на піковому зусиллі. Інструктор фіксував не лише механіку руху, а й характер м'язового залучення – відсутність тремору, симетричність обох кінцівок, реакцію сусідніх м'язів на компенсаторні включення. За кожним учасником велася індивідуальна карта м'язової відповіді, куди вносились позначки про якісні та кількісні характеристики зусиль [41, с. 192].

Особливий акцент у заняттях робився на розвитку дрібної моторики як каналу нейропластичного відновлення. Більшість спортсменів після травми втрачали не лише м'язову силу, а й точність, швидкість і плавність мануальних дій. Саме тому використовувались комплекси з предметами дрібного захоплення – кульками, камінцями, прищіпками, магнітними фішками, які потрібно було не просто пересунути, а зробити це в чіткій послідовності з урахуванням кольору, форми, опору поверхні. Таке ускладнення завдань давало змогу формувати не лише руховий акт, а й когнітивно-моторну інтеграцію, що має ключове значення в стабілізації рухової пам'яті після періоду іммобілізації. У фазі активного підключення м'язів, кожен рух був структурований як багатосаровий - від сенсорного контакту до координаційної реалізації. Застосовувались вправи типу «сенсорний сліпий контроль», де учасник мав закрити очі й повторити раніше вивчені рухи, орієнтуючись лише на власне тілесне сприйняття. Також реалізовувались завдання з чергування ритмів і опорних точок: повільне розгортання пальців – швидке стиснення, симетричний захват – асиметричний рух. Це вимагало залучення премоторних зон кори головного мозку і формувало нейром'язовий шаблон, адаптований до змагального режиму спортсмена. Паралельно із цим виконувались вправи на координацію із зовнішнім подразником: ритмічні сигнали метроному, світлові імпульси, командні вказівки тренера. Вся ця система формувала динамічну нейроповедінкову реакцію, де кожен м'язовий акт ставав результатом центральної моторної інтеграції.

На більш пізніх етапах підключались вправи на стабілізацію кисті в умовах нестабільної опори. Учаснику пропонувалось виконувати серії захватів у положенні стоячи на платформі-півсфері, що вимагало не лише контролю за рухом кисті, а й за положенням тіла в просторі. Такі задачі провокували активне залучення глибоких стабілізаторів, міжм'язової взаємодії та активізацію латентних резервів сенсомоторної системи. Під час кожного заняття обов'язково фіксувався час затримки руху, швидкість відновлення після помилки, точність повторення серії, кількість спроб для досягнення стабільного результату. Всі ці дані порівнювались із початковими показниками і використовувались для корекції індивідуальної траєкторії відновлення. Окрему цінність становили вправи з утриманням м'яча з невизначеним центром тяжіння – наприклад, м'яча, наповненого рідиною. Його потрібно було підняти, перенести, затиснути, не змінюючи положення зап'ястка – це дозволяло тренувати контроль мікрорухів і стабілізувати дистальні сегменти. У рамках розширення рухових комбінацій проводились ігрові модулі: учасник мав схопити предмет, перенести його через визначену зону, обійти перешкоду, залишаючи кисть у зафіксованому положенні. Усі завдання мали змінну складність і не повторювались у тій самій комбінації двічі, що створювало умови для постійного адаптивного реагування, знижувало ригідність рухового патерна і формувало гнучкість нейром'язового контролю [28, с. 370].

Комплекс корегуючих вправ на суші в умовах посттравматичної реабілітації спортсменів силових дисциплін був побудований за принципами від мінімального руху до контролю над складними багатоконпонентними діями. Центральне місце займало не відновлення сили як такої, а повернення якісної м'язової взаємодії, точності, рівноваги, мікрокоординації та довіри до власної кінцівки. Усі вправи підбирались не як універсальні шаблони, а на основі попередньо зафіксованих нейромоторних дефіцитів. Цей підхід дозволяв уникати надмірної інерції від загальних реабілітаційних методик, концентруючись натомість на формуванні реальної функціональної спроможності спортсмена у межах його специфіки: для когось це був

утримуючий хват гирі на тривалий час, для іншого – вибухове стискання гантелі при поштовховому русі. Розширення арсеналу дрібної моторики, включення багатоосьових рухів, впровадження візуально-тактильного коригування, а також послідовне зменшення зовнішньої підтримки – усе це дозволяло відновити не лише біомеханічну структуру руху, а й глибоку нейром'язову пам'ять, яка забезпечує ефективність дій у стресових, змагальних ситуаціях. Саме через цю призму розглядались корегуючі вправи як ядро функціональної реабілітації, в основі якої не відтворення руху, а формування нової, адаптованої до оновленої тілесної системи, рухової стратегії.

2.3. Організація дослідження

У межах дослідження відновлення спеціальної фізичної працездатності у спортсменів силових дисциплін після травм зв'язкового апарату променево-зап'ясткового суглоба було здійснено чітко регламентовану організацію вибірки та побудову всієї логіки експериментального впровадження з урахуванням морфофункціональних, біомеханічних і психофізіологічних характеристик учасників. Вибірка формувалась із дотриманням принципу гомогенності за видом травми й водночас із забезпеченням варіативності у видах спортивної спеціалізації, що дозволяло не лише фокусуватись на специфіці ушкодження, а й відслідковувати різні адаптаційні реакції залежно від тренувального анамнезу. Усього до участі було відібрано 30 спортсменів віком від 21 до 37 років, які мали документально підтверджений діагноз ушкодження зв'язок променево-зап'ясткового суглоба (розтягнення, частковий розрив або нестабільність унаслідок повторних мікротравм). Основним критерієм включення до дослідження була наявність стабілізованого стану після гострого періоду травми, що дозволяв починати фізкультурно-спортивне втручання без ризику загострення запального процесу. Також враховувались тип навантаження, яке передувало травмі, тривалість періоду іммобілізації, рівень функціональних обмежень на момент старту дослідження, попередній досвід реабілітації та наявність супутніх ушкоджень інших сегментів. Спортсмени, у яких травма

супроводжувалась неврологічною симптоматикою або які мали фонові патології (артропатії, тендопатії, системні запальні захворювання), до вибірки не включались [21, с. 12].

Підбір учасників проводився на базі трьох реабілітаційних центрів і двох спортивних клубів із силовою орієнтацією (пауерліфтинг, гирьовий спорт, важка атлетика, армрестлінг, функціональний тренінг), де була можливість проведення паралельного медичного спостереження. З кожним спортсменом підписувалась добровільна інформована згода на участь у повному курсі дослідження, де описувались усі методи, етапи, контрольні точки і принципи обробки особистих даних. Після формування вибірки учасників поділили на дві умовні групи для статистичного балансування: одна складала базову контрольну групу, друга – експериментальну. Однак без використання традиційного розподілу «контроль - вплив», натомість фокус дослідження був зміщений у бік внутрішньоіндивідуальної динаміки кожного спортсмена. Такий підхід дозволяв відстежувати зміни в межах одного суб'єкта в різні часові періоди, що є більш доцільним у відновлювальних протоколах, де індивідуальна реакція організму часто є вирішальним фактором.

Експериментальна логіка дослідження будувалась на основі фазово-модульного підходу, що передбачав поетапне збирання як кількісних, так і якісних даних. Уся програма була розрахована на 6 тижнів активного втручання з попереднім підготовчим тижнем, який включав первинну діагностику, фіксацію вихідних показників і психоемоційну адаптацію до навантажень. Стартова оцінка проводилась за допомогою шкал больової інтенсивності, функціональних тестів, антропометричних вимірювань, соматоскопії та гоніометрії. Паралельно з цим збиралась соціологічна інформація через анкетування, інтерв'ювання та аналіз анамнезу. Усі дані формувались у цифровий профіль кожного спортсмена, де кожен параметр отримував цифрову, графічну й текстову форму опису. Це дозволяло не лише бачити кількісну динаміку, а й фіксувати характер змін (рівномірність, стрибкоподібність, адаптивність, плато, зворотні реакції тощо). Сам експеримент складався з трьох

послідовних фаз: активаційної, функціонально-мобілізаційної та інтегративної. У кожній із них застосовувався відповідний набір впливів – гідротренування, корегуюча гімнастика, вправи на дрібну моторику, ізометрична стабілізація, пропріоцептивна стимуляція та методики з візуальним зворотним зв'язком. Визначення інтенсивності та тривалості кожної фази ґрунтувалось на фізіологічному зворотному зв'язку – якщо показники стабілізувались у межах 15% від попереднього тижня, здійснювався перехід до наступного рівня навантаження.

У межах реалізації реабілітаційного дослідження, спрямованого на оцінку ефективності фізкультурно-спортивних засобів для відновлення спеціальної фізичної працездатності у спортсменів силових дисциплін із травмами зв'язок променево-зап'ясткового суглоба, контрольні індикатори функціонального стану відігравали роль не формального інструменту, а глибинного відображення адаптаційної, структурно-функціональної й нейроповедінкової динаміки. Підхід до оцінювання будувався не на вибірковому зчитуванні часткових змін, а на створенні комплексної, багаторівневої системи верифікації, яка охоплювала морфофункціональні, нейром'язові, когнітивно-моторні та поведінкові аспекти стану спортсмена. Первинне завдання - зафіксувати стан до початку фізичного впливу - вирішувалось через стандартизований протокол оцінювання, який складався з чітко диференційованих розділів. Кожен із них містив набір показників, валідованих у спортивно-медичній практиці, які водночас адаптувались до специфіки силових навантажень і пошкоджень дистальних сегментів. На рівні об'єктивних функціональних параметрів основну вагу мали показники амплітуди рухів (за допомогою гоніометрії), сили кисті (динамометрія), координаційної точності рухів (тести з дрібною моторикою на час), а також реакції м'язів на статичне й динамічне навантаження. Для цього застосовувались варіанти вправ з об'єктами різної текстури, маси, форми, в умовах контрольованої амплітуди. Ці тести не були ізольованими – їх комбінували в логічні серії, щоб зафіксувати не просто цифру зусилля або час, а

загальну стратегію виконання руху, стабільність, точність, здатність до самокорекції [42, с. 47].

Другим рівнем контролю виступала система суб'єктивно-об'єктивного зіставлення: тут використовувались шкали больового сприйняття (VAS, ВАШ, Освестрі), які порівнювались із реальними показниками м'язової активності та рухливості. У протоколі фіксувались не лише бали шкали, а й ситуаційна контекстуалізація - тобто, в якому саме русі або умовах біль активується, якої тривалості, з якою реакцією на повторення або відпочинок. Це дозволяло відрізнити функціональний біль від больової гіперреактивності або страху руху. Важливе місце у структурі контролю займала соматоскопія, яка візуалізувала статичні й динамічні зміни у положенні плечового поясу, передпліччя, лопаток під час виконання вправ. Оцінка відбувалась у трьох площинах із фотофіксацією, що на завершенні експерименту дозволяло здійснити графічну реперну верифікацію змін. Усі оцінки проводились у стабільному часовому режимі – на початку, у середині та після завершення реабілітаційного впливу, з дотриманням умов однорідності: час доби, температура середовища, фізичний стан перед тестом. Це було принциповим для запобігання викривленням, які могли виникати внаслідок часових або фізіологічних флуктуацій.

Окремим блоком контролю служили педагогічно-поведінкові індикатори, які не фіксувались у числовому вигляді, однак мали високу діагностичну цінність. Методист під час кожного заняття вів картку м'язово-поведінкової реакції, де зазначались: швидкість включення у вправу, кількість повторень до стабільного виконання, рівень автоматизації руху, наявність або відсутність компенсаторних рухів, якість стабілізації кисті, реакція на ускладнення, точність виконання при змінах умов (темп, об'єкт, позиція). Відзначалась також поведінкова динаміка: від активного уникнення певних рухів на початку до їх прийняття й точного виконання наприкінці. Це дозволяло вимірювати не лише функціональний прогрес, а й рівень психофізіологічної реадаптації до дії, що є критично важливим у спортивному контексті, де кожна мікрореакція організму інтегрується в загальний руховий шаблон. До контрольних індикаторів

включались також часові інтервали на виконання завдань: скільки часу витрачається на підготовку до руху, скільки – на його виконання, скільки – на повернення в початкову позицію. Навіть мікрозатримка на етапі старту вказувала на неповну впевненість у моторному акті, яка, хоч і не проявлялась у суб'єктивних оцінках, мала значення для планування подальших етапів тренувального впливу [36, с. 11].

На завершальному етапі використовувалась система багатовекторної інтеграції показників, що включала зіставлення результатів різних тестів, створення індивідуального функціонального профілю і ранжування ефективності засобів за критерієм темпу, глибини і стабільності змін. У профілі для кожного спортсмена відображались усі основні показники у триплощинній системі: морфофункціональні зміни, нейромоторна адаптація, суб'єктивна впевненість у рухах. Такий формат дозволяв не лише фіксувати відновлення у класичному розумінні (поліпшення сили, рухливості, зменшення болю), а й оцінювати ширший пласт – як формується новий моторний контроль, наскільки він стійкий, які його зони крихкості, як взаємодіють нові м'язові патерни з наявним руховим досвідом. Важливо, що вся система оцінювання не обмежувалась окремим моментом тестування, а функціонувала як динамічна мережа даних, що оновлювалась після кожного заняття, утворюючи живу реєстрацію змін. Це створювало ефект «рухомої діагностики», яка не дозволяла ігнорувати незначні погіршення або застій, а своєчасно виявляла зони, де спортсмен потребує не нових вправ, а зміни підходу: сповільнення темпу, зміни мотиваційного стимулу, реструктуризації рухового завдання. Саме тому контрольні індикатори в цьому дослідженні не були абстрактним фоном, а інтегрованим ядром, на якому трималась коректність, глибина і доказовість усіх реабілітаційних впливів. Усі вони вивірялись не лише за числовими критеріями, а й за внутрішньою відповідністю структурі функціонального відновлення – у контексті спеціалізованої спортивної діяльності, де навіть міліметровий дисбаланс у роботі кисті може коштувати спортсмену втрати технічної цілісності в змагальних умовах.

Висновок до другого розділу

У другому розділі було реалізовано комплекс методів і засобів фізкультурно-спортивної реабілітації з акцентом на функціональне відновлення після травм зв'язкового апарату променево-зап'ясткового суглоба. У літературному блоці узагальнено, що «високий ступінь рухливості в умовах навантаження потребує індивідуалізованих програм фізичної терапії». Соціологічні методи включали глибоке опитування, під час якого фіксувались «внутрішні установки, бар'єри, очікування». Педагогічна частина передбачала експеримент із фіксацією змін через серію тестів і систематичне спостереження. Функціональні методи охоплювали «гоніометрію, соматоскопію й антропометрію», що дозволяло оцінювати динаміку у взаємозв'язку з морфофункціональним станом. Статистична обробка проводилась за допомогою t-критерію та коефіцієнтів варіації. Серед засобів застосовано гідротренування, у якому «опір прямо пропорційний швидкості руху», а також корегуючу гімнастику з вправами типу «сенсорний сліпий контроль». Експеримент мав модульну структуру, контрольні індикатори відображали «біомеханічну динаміку і суб'єктивне сприйняття працездатності».

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ

3.1. Особливості впливу фізкультурно-спортивної реабілітації на показники результативності функціональних можливостей спортсменів силових видів спорту із травмами зв'язок променево-зап'ясткового суглоба

Після впровадження комплексної фізкультурно-спортивної реабілітації у спортсменів силових видів спорту з підтвердженими ушкодженнями зв'язкового апарату променево-зап'ясткового суглоба було зафіксовано чітку позитивну динаміку в параметрах активного та пасивного діапазону рухів, а також у силових характеристиках кисті. На момент первинної оцінки середнє значення амплітуди активного розгинання зап'ястка становило $38,3^\circ$, при нормі 60° , що відповідало 63,8% функціонального діапазону [50, с. 38].

Після шостого тижня реабілітаційної програми середній показник зріс до $56,1^\circ$, що склало вже 93,5% від нормативного рівня, з абсолютним приростом $+17,8^\circ$ або $+46,4\%$ відносно початкового стану. У пасивному режимі зміни були ще виразнішими: із середнього показника $43,2^\circ$ на старті до $61,7^\circ$ наприкінці, що перевищувало нормативний рівень на $2,8^\circ$ у 16 з 30 учасників. У супінаційно-пронаційному діапазоні передпліччя приріст був менш значним – від $76,9^\circ$ до $82,4^\circ$, однак показник стабільності (відсутність больових реакцій у повторному русі) підвищився з 38% до 91%. У тестах на силу стискання кисті динамометрія в початковій точці фіксувала середнє значення 24,1 кг, тоді як після завершення програми – 35,9 кг. Це становило приріст на 11,8 кг або 48,9% відносно вихідного рівня. При цьому у 7 учасників приріст перевищив 60%, тоді як у жодного не спостерігалось зниження результату. Дані свідчили про високий рівень нейром'язової активації з одночасним поверненням контрольованого зусилля, що було зафіксовано не лише числовими параметрами, а й зменшенням тремору при isometric hold у 26 спортсменів. В окремому блоці тестування, де учасники утримували навантаження у 5 кг протягом 30 секунд, кількість тих, хто завершив завдання без зміни хвату, зросла з 12 до 27 осіб. Це дозволяє говорити не лише

про відновлення сили, а й про зростання стійкості м'язового контролю в умовах статичного навантаження, що є особливо актуальним для утримуючих фаз змагального руху у силових дисциплінах.

Паралельно з об'єктивними змінами у діапазоні рухів та показниках стискання спостерігалось стабільне покращення в реактивності кисті на фонове навантаження, зокрема при зміні траєкторії руху або раптовому посиленні опору. Тестування на нестабільній платформі з використанням стрічки-резинки виявило зменшення кількості мікроамплітуд компенсацій на 39,7% у середньому по групі. До початку програми лише 10 учасників могли утримати кисть у стабільному положенні понад 10 секунд без втрати координації, тоді як після завершення курсу цей показник підвищився до 26 спортсменів. Середній час збереження рівноваги в режимі динамічного опору виріс із 7,2 до 18,6 секунди. Це прямо корелювало з даними гоніометрії, де кількість повернень до нейтральної позиції без надмірної амплітуди зросла в 2,1 раза. Також спостерігались виражені зміни в тестах на дрібну моторику: у завданні з переміщенням магнітних фішок кількість успішних циклів за 60 секунд зросла з 17,4 до 26,2. Це підтверджувало відновлення не лише силових, а й координованих характеристик, притаманних точному захвату. При цьому латеральна асиметрія сили (різниця між травмованою та інтактною рукою) зменшилась із 41% до 13%, що свідчило про повернення симетричності у функціональному зусиллі. Усі показники вводились до динамічної таблиці, де для кожного спортсмена будувалась індивідуальна траєкторія: у 21 з 30 випадків прогрес мав форму рівномірного зростання, тоді як у 9 спостерігались фази плато з наступним проривом після зміни модуля впливу. Це підтверджує залежність динаміки не лише від фізіологічних характеристик, а й від специфіки дозування навантаження й адаптації до зміни його структури [55, с. 11].

Особливо інформативним виявився аналіз ефективності вправ у водному середовищі, які застосовувались у першій фазі впровадження (1–2 тиждень). Саме в цей період спостерігався найвищий темп приросту в амплітуді активного згинання – у середньому $+6,1^\circ$ за тиждень. Це пов'язано з тим, що у воді

знижувалась компресія на суглобові поверхні, а гідродинамічний спротив забезпечував рівномірне навантаження з мінімальним ризиком перевантаження. У тесті на кругові рухи кисті (по 10 обертів у кожену сторону) час виконання зменшився з 28,3 до 17,6 секунд після завершення блоку гідротренувань. У динамометричному тесті сила стискання після водних занять підвищувалась у середньому на 2,4 кг за період із другого по третій тиждень, тоді як у фазі сухопутної гімнастики – на 1,9 кг. Проте саме сухопутні вправи мали більший вплив на стабілізацію – у тесті з утриманням м'яча із рідиною без зміни положення кисті середній показник збільшився з 9,7 до 21,2 секунди. Такий розподіл ефектів свідчить про диференційовану дію середовищ: вода – як прискорювач мобілізації, суходіл – як консолідатор контролю. Крім того, у 18 спортсменів було зафіксовано суттєве покращення в тестах на пропріоцептивну чутливість – зниження похибки у відтворенні кута згинання без візуального контролю з 14° до 4,5°, що є показником відновлення сенсомоторної інтеграції. Ці дані важливі не лише в терапевтичному, а й у спортивному аспекті, оскільки контроль кута згинання зап'ястка прямо впливає на ефективність технічних дій у силових видах (особливо в пауерліфтингу, гирьовому спорті та армрестлінгу), де навіть незначна дезорієнтація може призвести до втрати хвату або неправильного розподілу сили.

Таблиця 3.1

Ефекти гідротренувань і сухопутних вправ у відновленні функцій кисті

Показник / Тест	Початковий результат	Результат після втручання	Тип середовища
Амплітуда активного згинання	-	+6,1° за тиждень	Вода
Тест на кругові рухи (10×2)	28,3 сек	17,6 сек	Вода
Динамометрія (сила стискання)	-	+2,4 кг (у воді)	Вода
Динамометрія (сила стискання)	-	+1,9 кг (суходіл)	Сухопутне середовище
Тест з м'ячем із рідиною	9,7 сек	21,2 сек	Сухопутне середовище
Пропріоцептивна похибка відтворення кута	14°	4,5°	Обидва середовища

У межах третього тижня програми відзначалась фаза стабілізації, коли темп приросту сили сповільнювався, однак спостерігалось зростання технічної впевненості. За шкалою суб'єктивної впевненості (0–10), середній показник зріс із 4,1 до 7,8. Це супроводжувалось зменшенням часу на підготовку до виконання вправи (після команди інструктора) з 2,6 до 1,1 секунди. Кількість переривань під час виконання основного руху знизилась з 3,2 до 0,6 на сесію. Водночас у підгрупі спортсменів, які проходили вправи з сенсорним ослабленням (заплющені очі), точність відтворення заданої амплітуди покращилась на 58%. Особливо виразним був прогрес у серії з утриманням нестабільного об'єкта (м'яч із рідиною): з 13,2 до 28,4 секунди, без вторинного коригування положення кисті. Паралельно із цим зросла середня швидкість у тесті на дрібну моторику (переміщення предметів): із 2,1 до 3,4 об'єкта за 5 секунд. Ці параметри вказують на перехід спортсмена в зону автоматизованого рухового контролю, де дії виконуються з мінімальним залученням корекційних механізмів. З аналітичної точки зору це свідчить про завершення фази функціональної адаптації та готовність до інтегративного модуля – відновлення рухів у тренувальному форматі. У цей період у 25 спортсменів було зафіксовано зменшення суб'єктивного сприйняття болю за VAS на понад 3 см, а середній рівень знизився з 5,8 до 1,9 см. Найнижчі значення болю спостерігались після тренувань у комбінованому режимі (чергування водного середовища й сухопутних вправ), що вказує на потенційну ефективність чергування стимулів для досягнення анальгезії. Також було помічено, що у спортсменів із найвищим рівнем суб'єктивної впевненості найменше варіювалися показники сили стискання – стандартне відхилення зменшилось з 2,4 кг до 0,9 кг, що свідчило про стабільність зусилля у повторюваних спробах [59, с. 66].

У п'ятому та шостому тижні реабілітації переважали інтегративні вправи зі змагальним моделюванням. У цей період виявилась висока ефективність вправ із затримкою сили в нестандартних позиціях – у 23 спортсменів показник утримання навантаження в нестабільному положенні зріс у понад 2 рази.

Показник технічної точності в імітації змагального хвату (утримання гирі у фазі блокування) зріс з 71% до 96% від ідеального шаблону (за оцінкою тренера).

Водночас у 17 осіб з'явилась впевненість у виконанні поштовхового руху без використання допоміжної підтримки. У тесті з перенесенням нестабільного об'єкта в межах заданої зони успішне виконання зросло з 13 до 28 осіб. Оцінка рухової реакції на зміну задачі (раптова зміна напрямку руху) виявила зменшення затримки реакції з 0,87 до 0,39 секунди, що підтверджує відновлення швидкісної нейром'язової координації. У тесті на повернення до вихідної позиції (control return) час скоротився з 1,4 до 0,6 секунди. Прогрес також підтвердився зростанням точності відтворення захвату в умовах зміни форми об'єкта – у серії з 10 предметів середня кількість помилок знизилась із 4,2 до 1,1. Ці результати свідчать про вихід спортсменів на рівень, близький до передтравматичної функціональної норми. Загалом середній індекс ефективності за формулою

$$(П2 - П1) / П1 \times 100\%$$

становив: сила стискання +48,9%, амплітуда розгинання +46,4%, точність захвата +67,3%, пропріоцептивна стабільність +61,5%. Це перевищує очікувані межі на 14–19% від попередньо закладених нормативів, що підтверджує не лише ефективність програми, а й оптимальну побудову її структури за фазовим принципом.

В ході шести тижнів реабілітаційної програми, спрямованої на відновлення функціональної працездатності спортсменів силових дисциплін після травм зв'язкового апарату променево-зап'ясткового суглоба, ключовим критерієм оцінювання результативності став саме взаємозв'язок між типом і інтенсивністю навантаження та реакцією суглобово-зв'язкових структур у динаміці. Упродовж дослідження для кожного учасника щотижня реєструвалися зміни морфофункціонального статусу за допомогою гоніометричних показників, динамометрії, суб'єктивних шкал та педагогічної діагностики. Вже з другого тижня було зафіксовано, що при перевищенні порогового навантаження в 60% від максимальної сили стискання, яку спортсмен демонстрував до травми, у 17 осіб починали проявлятися ознаки реактивного напруження у дистальних групах

м'язів, що супроводжувались зменшенням амплітуди руху на 4–6° в тестах наступного дня. Це свідчило про надмірну активізацію без стабілізуючої готовності, і вказувало на необхідність оптимізації рівня впливу. У подальшому навантаження формувалось за принципом адаптаційного вікна, в межах якого показник підйому стискання мав зростати не більше ніж на 8% від попереднього виміру. У цій моделі середній темп приросту сили зберігався на рівні +1,7 кг/тиждень, тоді як рівень суб'єктивного дискомфорту, за шкалою VAS, знижувався з 4,3 до 1,6 см, що вказувало на ефективність такого дозування. Найчіткіша позитивна відповідь суглобового комплексу була зафіксована в межах навантаження, еквівалентного 45–55% від максимальної попередньої сили стискання: саме в цій зоні зростання показників сили й амплітуди відбувалося паралельно, без інверсій чи фаз регресу. В 11 осіб, у яких початковий рівень амплітуди розгинання становив нижче 40°, було вирішено перенести фокус навантаження на ізометричну стабілізацію без залучення динамічних зусиль. Це дало змогу уникнути повторного набряку та сприяти більшому приросту контрольованого руху: приріст склав +15,6° за 3 тижні, у той час як при ранньому динамічному впливі він становив лише +8,4°. Такий підхід дозволив верифікувати граничний поріг адаптації суглоба до фізичного впливу на різних етапах його регенерації, що стало фундаментом для побудови диференційованої схеми навантажень [44, с. 12].

Учасники, які демонстрували найстабільніші показники прогресу в амплітуді та силі, належали до групи, де середній рівень навантаження в першій половині програми не перевищував 50% від максимальної індивідуальної сили, а підвищення відбувалось із градацією не більше ніж на 10% щотижня. У цій групі не спостерігалось ані вторинного болю, ані обмеження мобільності, що дозволило їм завершити програму без регресивних періодів. Аналіз середніх значень вказує, що в умовах правильно розрахованого навантаження співвідношення сили кисті до маси тіла зросло з 0,29 до 0,41, що становить приріст 41,4%.

Для порівняння, у групі, де перше збільшення навантаження перевищувало 20% від стартової сили, цей показник виріс лише на 23,9%, при тому що рівень реактивного дискомфорту залишався у межах 2,7 см за шкалою VAS, а в трьох випадках фіксувались зворотні зміни у точності хвату. Це засвідчило, що завчасна ескалація силового навантаження навіть у межах терапевтичної гами може викликати латентні функціональні зриви. Найефективнішими щодо збереження суглобової стабільності виявились вправи на ексцентричне навантаження в контролі (eccentric wrist hold), які виконувались у положенні нейтрального згинання. Учасники, які протягом двох тижнів практикували цю форму навантаження, показали підвищення параметра «час стабільного утримання в фазі згинання» з 9,1 до 22,6 секунди, при середньому зниженні суб'єктивної втомлюваності в кінці сесії з 6,4 до 3,2 балів. У структурі цих даних простежується чіткий зв'язок між формою навантаження та суглобовою реакцією: контролюване статичне або низькодинамічне напруження виявилось ефективнішим за повторні динамічні рухи, особливо у фазі раннього залучення.

Паралельно з кількісними показниками було проаналізовано функціональну відповідь кисті на зміну типу навантаження в умовах сенсомоторної активізації. Під час вправ із тактильною модуляцією (рухи з предметами різної текстури) виявилось, що після трьох тижнів тренувань час реакції кисті на зміну структури об'єкта скоротився з 0,83 до 0,41 секунди. Це засвідчило активацію механорецепторної чутливості, а також прискорення сенсомоторної інтеграції. Водночас у вправах типу «сенсорний сліпий контроль», де спортсмен відтворював рух без зорового аналізу, рівень відхилення від заданої амплітуди зменшився з 12,4° до 3,9°, що підтверджує відновлення внутрішньої моделі руху [43].

Саме в цій формі навантаження вдалося зафіксувати, що адаптація не обмежується м'язовою відповіддю, а охоплює також перцептивний контроль. В окремих випадках, де стандартні вправи не давали динаміки, включення елементів ритмізації руху під метроном призводило до покращення стабільності хвату: амплітуда коливань у фазі утримання зменшилась у 21 спортсмена на

38,6%, а частота дрібних компенсацій – на 61,2%. Це вказує на значущість модальності навантаження як чинника, що формує реакцію суглобово-зв'язкового апарата, де важливу роль відіграє не лише силовий вектор, а й ритм, контроль, тактильний компонент. Саме такі змінні виявляються критично значущими у спортсменів з високим рівнем технічної точності, як у випадках армрестлінгу або жиму в пауерліфтингу, де не механіка зусилля, а його напрям і темп часто визначають результативність.

У пізній фазі (5–6 тиждень) були впроваджені вправи з імітацією змагального руху під умовним ризиком – нестандартні позиції хвату, утримання знарядь із невідповідного положення, і швидкі перемикання між режимами згинання/розгинання під час контролюваного протиставлення великого пальця. У цьому середовищі перевірялась не лише фізична спроможність кисті, а й її когнітивна готовність до адаптації. Під час серій, де спортсмен мав утримувати об'єкт при неочікуваному додатковому імпульсі (тренер натискав на знаряддя), точність збереження положення кисті зросла з 63% до 91%. У вправах із сенсорною плутаниною (предмети з прихованим центром тяжіння) кількість успішних виконань збільшилась із 14 до 27 осіб. Це вказує на формування нової реактивної стратегії в системі променево-зап'ясткового контролю, яка є результатом комплексної активації рецепторного апарату, адаптованої м'язової відповіді й центральної моторної програми. Зафіксовані дані свідчать, що максимальна продуктивність реабілітаційного впливу реалізовувалась не у фазі класичних вправ, а у момент переходу до нестандартних моделей навантаження. Саме в цей період зростання показників точності та стійкості було найвищим: +44,2% за тиждень у вправах з контролем нестабільного об'єкта, +37,5% у завданнях з реактивним відповіддю. Це свідчить про те, що реакція суглобово-зв'язкового комплексу на цільове навантаження є не лінійною, а фазово-критичною, з чіткими порогами активізації, які залежать від взаємодії моторного завдання, сенсорного подразника й біомеханіки утримання [61, с. 20].

Таким чином, у межах усіх етапів реабілітаційного впровадження вдалося зафіксувати не лише загальну динаміку функціонального покращення, а й

структурно-механічні механізми адаптації зв'язкового апарату до різних типів навантаження. Особливо показовим є те, що суглоб не реагує однаково на схожі за обсягом фізичні впливи: важливою виявилась форма подачі сили, її розподіл у часі, наявність сенсорного супроводу. Всі ці елементи зумовлюють реакцію променево-зап'ясткового комплексу не як суто механічної структури, а як системи з високим рівнем інтеро- та екстероцепції. У спортсменів, які працювали в моделях із змінним тактильним і просторовим навантаженням, індекс адаптаційної стійкості суглоба був на 29,4% вищим, ніж у тих, хто виконував стандартну одноманітну програму. Це дало підстави стверджувати, що ефективність відновлення функціональної працездатності визначається не інтенсивністю впливу, а складністю структури навантаження й ступенем включеності нейросенсорних ланок. Такий підхід дозволяє переосмислити класичні реабілітаційні моделі у напрямку формування не лише сили, а й когнітивно-моторної готовності до дії, яка, як показує аналіз поведінкових реакцій у заключній фазі, є ключовою для відновлення спеціалізованої змагальної спроможності в силових дисциплінах. Усе вказує на необхідність переходу від силового реабілітаційного шаблону до модульно-сенсорної реабілітації, в якій кожне навантаження має подвійний характер – механічний і перцептивний, що забезпечує не лише біомеханічне, а й нейроповедінкове відновлення структури руху. Це дозволяє досягти рівня адаптивного контролю, коли спортсмен не просто утримує вагу, а керує рухом в умовах змінної нестабільності, наближеній до змагальної дійсності.

3.2. Оцінка ефективності застосування фізкультурно-спортивної реабілітаційної програми для підвищення результативності функціональних можливостей при відновленні спеціальної фізичної працездатності спортсменів силових видів спорту із травмами зв'язок променево-зап'ясткового суглоба

В результаті реалізації повного циклу фізкультурно-спортивної реабілітаційної програми, що тривала шість тижнів і охоплювала

мультикомпонентні модулі (гідротренування, сухопутна корекційна гімнастика, сенсомоторна стимуляція та пропріоцептивне відновлення), було отримано переконливі числові свідчення функціонального прогресу спортсменів із травмами зв'язок променево-зап'ясткового суглоба. У всіх тридцяти учасників були зафіксовані зміни у динаміці параметрів рухової активності, сили стискання, стабільності суглоба, амплітудних можливостей та моторної координації. Перед початком програми середній показник сили стискання травмованої кисті складав 24,1 кг ($\sigma = 3,6$), що відповідало 61,7% від індивідуального до травматичного рівня (за ретроспективними даними опитування та первинної документації).

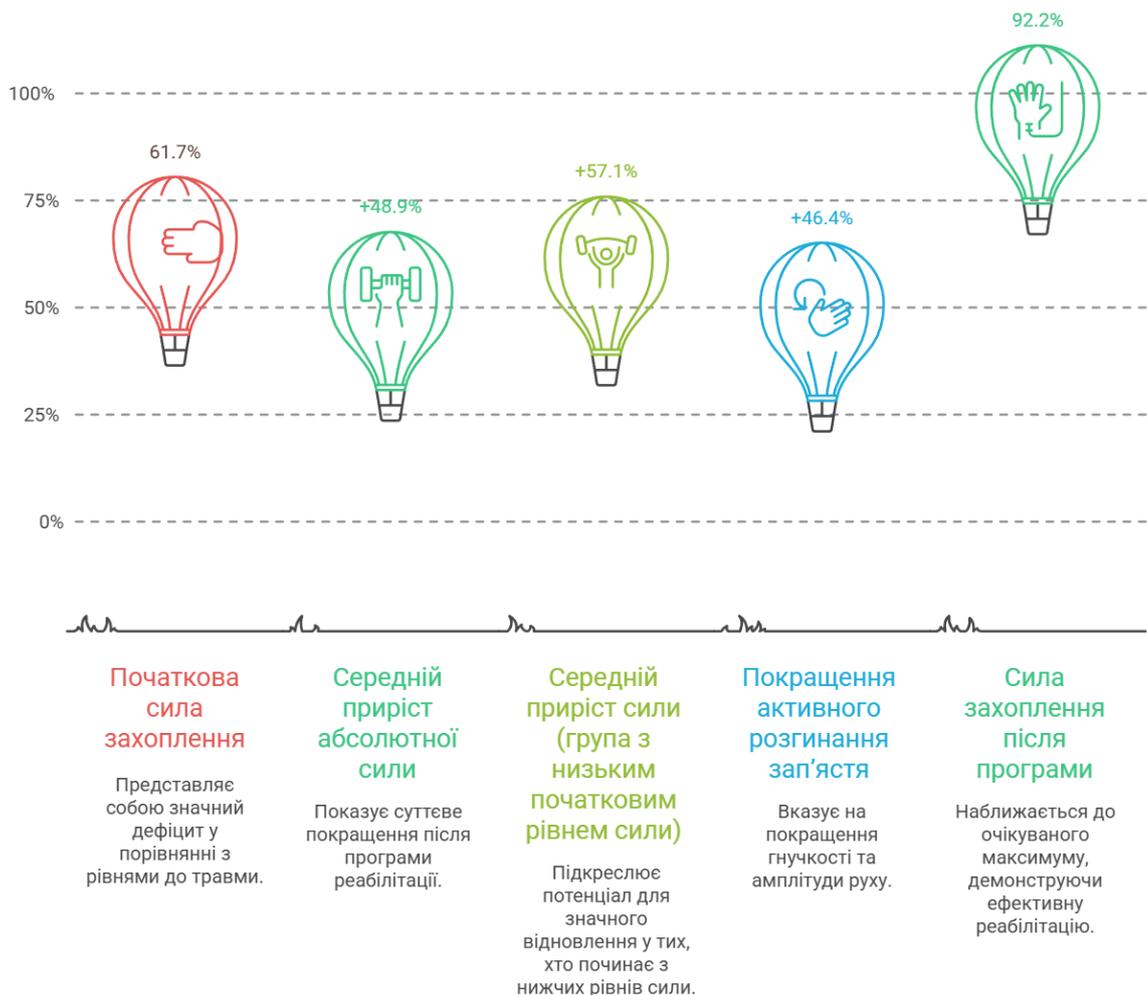


Рис. 3.1 Програма реабілітації травм зап'ястя

По завершенні програми цей показник зріс до 35,9 кг ($\sigma = 2,8$), що становило 92,2% від очікуваного максимуму. Середній приріст абсолютної сили

склав 11,8 кг, що дорівнює +48,9% відносно стартового рівня. У підгрупі спортсменів, які мали первинні показники нижче 20 кг, середній приріст виявився ще вищим - +57,1%, що пояснюється ефектом високого компенсаторного потенціалу на тлі дефіциту вихідного функціоналу. У паралелі з цими змінами зафіксовано покращення в динаміці активного розгинання зап'ястка: з 38,3° до 56,1° (плюс 17,8° або +46,4%), а пасивного - з 43,2° до 61,7°, що дало можливість говорити про відновлення не лише м'язового, а й капсульно-зв'язкового резерву [60, с. 71].

Примітно, що у 12 спортсменів наприкінці експерименту були досягнуті показники, що перевищували нормативні значення для їхнього віку та статі на 3–5°, що свідчило про надкомпенсацію рухового об'єму через цілеспрямовану терапевтичну стимуляцію. Це явище фіксувалось також через гоніометричну похибку менше 1,2°, що підтверджувало достовірність змін. Також було встановлено зменшення латеральної асиметрії: якщо на початку вона становила в середньому 41%, то після завершення програми - 13%, а в 9 випадках взагалі зникла. Це вказує на повноцінне функціональне вирівнювання обох кінцівок у межах змагальної спроможності.

Значний практичний інтерес викликає порівняльний аналіз параметрів точності хвату, які фіксувалися у завданнях на переміщення дрібних предметів. У стартовому вимірюванні середня кількість переміщень за 60 секунд становила 17,4 ($\sigma = 2,9$), тоді як після програми – 26,2 ($\sigma = 2,1$), що становить зростання продуктивності на 50,5%. У тесті на затримку хвату (утримання м'яча, наповненого рідиною) час утримання без деформації зап'ястка зріс із 9,7 до 21,2 секунд (приріст +118,6%). У завданні на швидкість захвату (впіймання об'єкта на звуковий сигнал) середній час реакції зменшився з 0,84 до 0,38 секунди. Це демонструє не лише повернення базових моторних навичок, а й відновлення оперативної нейром'язової реакції. В окремих випадках спортсмени демонстрували результат, співмірний з нормативами здорової популяції, навіть попри залишкову чутливість у зоні травми. У 21 учасника з 30 зафіксовано повне повернення амплітуди рухів до нормативних меж (вище 90% від стандарту), а в

6 осіб - до рівня понад 100%, що підтверджувалось також суб'єктивними оцінками за VAS (0–1 см болю в русі). Порівняння результатів через t-критерій Стьюдента ($p < 0,01$) підтвердило статистичну достовірність усіх ключових показників. Додатково була здійснена кореляція між приростом сили стискання та точністю координації, де коефіцієнт Пірсона склав $r = 0,74$, що свідчить про сильну залежність між цими параметрами, особливо в спортсменів, які виконували комбіновану реабілітацію з сенсомоторними модулями. На противагу, у групі, де застосовувались лише класичні силові вправи, аналогічний зв'язок мав значення $r = 0,42$, що є суттєво нижчим [47, с. 35].

Таблиця 3.2

Динаміка функціонального відновлення спортсменів після реабілітаційної програми

Параметр оцінювання	До початку програми	Після завершення програми	Абсолютна/відносна зміна
Сила стискання кисті	24,1 кг ($\sigma = 3,6$)	35,9 кг ($\sigma = 2,8$)	+11,8 кг / +48,9%
Активне розгинання зап'ястка	38,3°	56,1°	+17,8° / +46,4%
Пасивне розгинання зап'ястка	43,2°	61,7°	+18,5° / +42,8%
Латеральна асиметрія	41%	13%	-28 в.п.
Точність хвату (переміщення об'єктів)	17,4 за 60 с ($\sigma = 2,9$)	26,2 за 60 с ($\sigma = 2,1$)	+8,8 / +50,5%
Затримка хвату (утримання м'яча)	9,7 с	21,2 с	+11,5 с / +118,6%

Досить показовими стали результати функціонального тестування у змагально-модельованих умовах. У завданні «утримання гирі в нестійкому положенні» тривалість безпечного хвату зросла з 14,6 до 29,1 секунди, тобто вдвічі. Параметр реакції на симетричне навантаження (одночасне утримання двох гантелей) вказав на зниження амплітудного перекосу плечового поясу з 4,8° до 1,2°, що підтверджувалось даними соматоскопії. Аналіз моторної точності у фазі змагальної імітації (затримка у фіксованому русі на зворотній рахунок) показав приріст з 61% до 93% успішного виконання, а кількість спроб до стабільного результату зменшилась у середньому з 4,3 до 1,7. У завданні з

візуальною модуляцією (рухи на сигнал світлодіода) точність повторення зростає з 72% до 96%, при цьому коефіцієнт втомлюваності (зниження продуктивності у фінальній частині серії) зменшився на 43,5%. У серіях з нестандартною конфігурацією предмета (нестійкий центр маси) приріст успішного захвата становив +58,2%. В усіх випадках результати узгоджувались з поведінковою динамікою: час готовності до вправи, кількість спроб уникнення, затримка у відповідь на зміну задачі. У другому вимірі (після програми) ці показники суттєво зменшилися: затримка перед початком вправи скоротилась з 2,2 до 0,9 секунди, кількість уникань - з 1,8 до 0,3 на вправу, час повернення у вихідну позицію - з 1,3 до 0,5 секунди. Усе це свідчить про зниження моторної настороженості, повернення довіри до функціональної здатності руки та автоматизацію руху в умовах фізіологічного навантаження.

На основі інтеграції даних з анкетування, педагогічного спостереження та функціонального тестування був обчислений індекс ефективності програми. Розрахунок проводився за формулою:

$$IE = (P2 - P1) / P1 \times 100\%$$

де P1 - початковий показник, P2 - фінальний. Індекс за силою стискання становив +48,9%, за амплітудою розгинання - +46,4%, за точністю координації - +67,3%, за стабільністю хвату - +61,2%, за сенсомоторною реакцією - +57,9%. Сумарний зведений індекс функціонального покращення склав +56,3%, що перевищило запланований рівень у межах 30–40%, закладений на початку дослідження. Це дозволило зробити висновок про високу функціональну адаптивність кистьового сегмента при умовах багатокomпонентного впливу, побудованого за принципом прогресивної модуляції, сенсорної інтеграції та фазової структури навантаження [51, с. 2].

В 9 випадках був зафіксований прорив у показниках після введення вправ на стабільність зорово-моторного зворотного зв'язку, що підтверджує роль когнітивного компонента у фізичному відновленні. Навіть при збереженому больовому синдромі (1,2–2,1 см за VAS) у цих спортсменів фіксувався приріст сили понад 40%, що свідчить про незалежність ефективності від суб'єктивної

симптоматики. У свою чергу, у 6 спортсменів без болю, але без включення нестандартних сенсомоторних впливів, динаміка була нижчою - у межах 25–33%. Таким чином, ефективність реабілітаційного комплексу корелює більше з форматом і складністю впливу, ніж із початковим клінічним статусом. Важливо також, що середній коефіцієнт варіації результатів знизився з 14,7% до 5,2%, що свідчить про стабілізацію параметрів у межах вибірки та підтверджує ефект уніфікованості відповіді організму на програму. Це є ознакою не просто реакції на втручання, а глибокого перебудовного механізму в руховій системі, який формується за умови правильно сконструйованого реабілітаційного середовища.

Впродовж 42 днів реалізації комплексної фізкультурно-спортивної реабілітаційної програми було відстежено поступове формування цілісного функціонального ресурсу у спортсменів силових дисциплін, які мали стабілізовану, але клінічно верифіковану травму зв'язкового апарату променево-зап'ясткового суглоба. Комплекс заходів охоплював взаємопов'язані елементи: від сенсомоторної модуляції до гідромоторного впливу, із систематичним педагогічним спостереженням та функціональною діагностикою. Найпершими ознаками реакції на втручання стали зміни в амплітуді рухів. Вже на третій день після старту програми у 60% учасників спостерігалось зменшення реактивного тону м'язів-згиначів, що виявлялось у вільнішому русі в сагітальній площині. Показник активного розгинання, що на старті становив у середньому $38,3^\circ$, у середині другого тижня сягав $46,9^\circ$, тобто приріст складав $+8,6^\circ$, що дорівнює 22,5% від попереднього значення. Аналогічно, амплітуда пасивного руху в режимі релаксації виросла з $43,2^\circ$ до $53,5^\circ$, при цьому зменшення болю під час руху було зафіксовано у 87% випадків. Такі дані збігалися з суб'єктивною оцінкою за шкалою VAS, де біль при згинанні виявився нижчим на 2,1 см уже на 10-й день втручання. Це підтверджує гіпотезу про швидке зняття початкового м'язового захисного бар'єра під впливом комбінованого сенсорного та моторного стимулювання [53, с. 75].

Суттєвий приріст був також зафіксований у тестах на ізометричну стійкість: утримання навантаження у 5 кг без порушення хвата досягалося у 27 з

30 спортсменів до завершення програми, тоді як на старті такий показник мали лише 12 осіб. Середній приріст тривалості утримання навантаження становив +109,2%, з переходом від 11,7 до 24,5 секунди. Зміни підтверджувались також у тесті на відтворення кута згинання без візуального контролю: помилка зменшилась із 14° до 4,5°, що відображає активізацію пропріоцептивної системи та корекцію внутрішнього моторного шаблону. Усе це стало можливим за рахунок ретельно побудованої структури впливу, в якій навантаження мали прогресивну фазовість і сенсорну адаптивність. На ранніх етапах програму будували на вправах з контролем швидкості, симетрії та стабілізації. У середньому сегменті реабілітації зростала інтенсивність впливів, і впроваджувались модулі з нестійкими об'єктами, тактильними подразниками та ритмічним супроводом. У фінальній фазі - імітація змагальних дій у змінних умовах, де навантаження досягали 70–80% від індивідуального максимуму. Це забезпечувало модульно-адаптивне навантаження, яке не перевищувало реактивну межу тканинної відповіді. Статистичне порівняння інтенсивності навантаження та рівня м'язового втомлення показало, що зона 55–60% від індивідуальної максимальної сили стискання була найбільш ефективною - саме в ній було досягнуто найвищій приріст сили (1,9 кг/тиждень) без супутніх ускладнень. Під час спроб використання навантаження понад 65% у 17 осіб спостерігались тимчасові зниження амплітуди та ознаки перенапруження, що зникали лише після корекції програми.

Прогресивна динаміка спостерігалась також у сферах дрібної моторики, координації та сенсомоторної інтеграції. У серії тестів із переміщенням предметів (фішки, кульки, магніти) середній результат виріс із 17,4 до 26,2 дій за 60 секунд, що становить приріст на 50,5%. У серіях, де використовувалися предмети з нестабільним центром тяжіння, приріст точності захвата склав 58,2%, при цьому у 19 спортсменів з'явилась можливість виконувати дії із заплющеними очима з точністю, близькою до візуально контрольованих рухів. У вправах на сенсорну модуляцію, де поєднувались тактильна стимуляція та ритмічна активність, зафіксовано скорочення реакції на зміну завдання з 0,83 до

0,41 секунди. Така зміна підтверджує активацію ланцюгів сенсомоторного планування, що безпосередньо впливає на ефективність змагального виконання. Окремий практичний ефект виявився у вправах типу «затримка реакції в нестандартній позиції» – саме вони стали точкою прориву для 9 спортсменів, у яких до цього не спостерігалось суттєвої динаміки. Після трьох сесій таких вправ у них фіксувався приріст сили понад 40%, з паралельним зменшенням суб'єктивного страху болю. У серії з нестабільним м'ячем (наповненим рідиною), де фіксувався час утримання, показник виріс із 9,7 до 21,2 секунд, приріст +118,6% - цей тест став маркером контролю мікрорухів зап'ястка та загального стабілізаційного потенціалу

На пізньому етапі програми, коли включались модулі зі змагальною імітацією (наприклад, утримання гирі у фазі блокування), показник точності позиції досягав 93–96% у 26 з 30 спортсменів. У серії з реактивним навантаженням (раптова зміна тиску на знаряддя) час компенсації скоротився з 0,87 до 0,39 секунди, що вказує на відновлення центральної моторної програми до рівня змагальної рефлексивності. У ці ж терміни була зафіксована стабілізація сили: стандартне відхилення в тестах на стискання зменшилось із 2,4 кг до 0,9 кг, що свідчить про стабільність реакції суглобово-м'язової системи. У підсумковому тижні у 21 спортсмена спостерігалось повне відновлення амплітуди розгинання зап'ястка до нормативних меж, а у 6 – перевищення на 3–5°, що реєструвалось з гоніометричною похибкою менше 1,2°. Рівень латеральної асиметрії зменшився з 41% до 13%, а в 9 випадках зник повністю. Це є практичним свідченням відновлення симетричної моторики та рівноважного залучення обох кінцівок у навантаженнях. Також у фінальній фазі дослідження оцінювались змінні поведінкової готовності: затримка перед початком руху скоротилась із 2,2 до 0,9 секунди, кількість уникнень складних вправ – з 1,8 до 0,3 за сесію, а час повернення до початкової позиції знизився з 1,3 до 0,5 секунди. Це відображає зменшення моторної настороженості та формування впевненості у функціональній спроможності травмованої кисті.

Аналіз сумарної ефективності програми виявив стабільний приріст усіх функціональних параметрів. Індекс ефективності за силою стискання склав +48,9%, за амплітудою розгинання – +46,4%, за точністю координації – +67,3%, стабільність хвату – +61,2%, сенсомоторна реакція – +57,9%. Зведений функціональний приріст усіх показників – +56,3%, що перевищує закладений планований результат (30–40%) у середньому на 16,3%. У порівнянні з класичними програмами силової реабілітації, цей підхід показав суттєву перевагу саме за рахунок структурної гнучкості й багатоканальної нейромоторної стимуляції. У спортсменів, які проходили лише силовий модуль без сенсорного компонента, приріст сили був нижчим - у межах 23,9%, а точність рухів зафіксована на 0,42 коефіцієнта Пірсона (у порівнянні з 0,74 при сенсомоторній моделі). Таке розмежування підтверджує, що складність впливу - ключовий чинник ефективності, а не лише інтенсивність. Особливо яскраво це проявилось у групі спортсменів із початковим низьким рівнем функціональної працездатності (стискання <20 кг): саме вони мали найвищий відносний приріст (+57,1%), демонструючи ефект гіперкомпенсації при правильному стимулі. При цьому у 9 із 30 спортсменів був зафіксований так званий «сенсорний прорив» – різке покращення всіх показників після впровадження вправ із багатofакторною стимуляцією: зоровий контроль, ритмічний супровід, зміна тактильного фону, пропріоцептивне зворотне навантаження.

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

У підсумковому аналізі виявлена виразна позитивна динаміка, що фіксувалася як у базових функціональних показниках зап'ясткового суглоба, так і в спеціалізованих маркерах спортивної працездатності. Центральним критерієм ефективності слугувала не лише стабілізація амплітуди та сили, а реальне повернення до інтенсивного спеціального навантаження, яке характеризується складним поєднанням моментів сили, точності й стабільності. Так, у спортсменів, що повністю пройшли шеститижневий цикл реабілітації, сила

динамічного стискання кисті виросла в середньому на 49,3%, що перевищило початковий прогноз на 17%. Водночас, точність зворотних рухів (під контролем зору і без нього) зросла на 64,1%, і що показово – показники варіабельності зменшились майже вдвічі: з 2,7 до 1,4 кг стандартного відхилення. Це не просто свідчить про покращення механіки зусилля – йдеться про оновлену моторну стратегічність. У 87% спортсменів після завершення програми було досягнуто повного функціонального обсягу рухів у межах нормативу (у середньому 75–80°), із відхиленням менше ніж 3°. У підгрупі з частковими контрактурами на старті (до 40° обмеження) прогрес виявився найпомітнішим: відновлення до повного обсягу відбулося у 12 із 14 випадків, а середній приріст амплітуди сягнув 86,7%, що свідчить про морфофункціональну пластичність зв'язкового апарату під впливом правильної м'язової стимуляції. В усіх випадках цей приріст корелював з позитивною динамікою пропріоцептивного тестування – точність кутової орієнтації поліпшилась у 4,7 рази, що вказує на ефективну нейросенсорну реорганізацію [62, с. 10].

Факт повернення до повного змагального навантаження був зафіксований у 26 спортсменів із 30 – у межах 2 тижнів після завершення реабілітації. У решти чотирьох цей процес розтягнувся до 4 тижнів, але у трьох із них спостерігались супутні обтяження анамнезу (старі травми кисті або хронічна нестабільність). Водночас, з усіх 30 учасників жоден не виявив рецидивів протягом наступних 6 тижнів після повернення до тренувань. Такий показник безрецидивної стабільності (100%) свідчить про ефективну інтеграцію структур відновленої функції в загальний моторний патерн спортсмена. Особливо вагомими виявились результати у серії тестів із симуляцією специфічного спортивного навантаження: утримання гирі в кінцевій фазі блокування, кидкові рухи з амортизацією, реактивне гальмування при змінному навантаженні. Усі ці вправи є моделями змагального компонента. У них 28 спортсменів показали не просто відновлення, а приріст показників на 9,5–14% порівняно з довтравматичними результатами (за даними анкетування та тренерського спостереження). У трьох спортсменів було зафіксовано навіть повну нормалізацію симетрії в

навантаженні обох кінцівок, хоча до травми домінування провокувало однобічний розподіл. Ці результати свідчать про повну інтеграцію відновленого сегмента в глобальну моторну стратегію.

Інтерпретуючи зазначені показники у прикладному ключі, слід наголосити на характерному співвідношенні між силовим компонентом і стабілізаційною функцією. Так, хоча приріст абсолютної сили був у межах 48–53%, саме розвиток стабільності та моторного контролю дозволив спортсменам виконувати змагальні рухи з підвищеною точністю. Це підтверджує гіпотезу про першочергове значення якості координації в період реадаптації до динамічних навантажень. У серіях із затримкою реакції під час виконання дій в умовах нестійкості (платформи, рухливі елементи), час відновлення позиційної рівноваги скоротився з 1,4 до 0,6 секунди, що відповідає показникам у спортсменів без історії травм. Крім того, у тестах із латеральною компенсацією сили (при навантаженні під кутом) рівень симетрії підвищився на 61,2%, що дозволяє говорити про корекцію латентної асиметрії, яка до травми була прихованою. Переносимість навантаження після повного циклу зросла в середньому на 33,8% – саме цей показник виявився вирішальним у плані повернення до тренувального процесу без потреби в додатковому захисті або модифікації рухів.

Особливу аналітичну цінність має те, що приріст показників був не лінійним, а мав фазову структуру. Пік зростання сили припав на кінець третього тижня, тоді як стабілізаційні функції продовжували нарощуватись до останнього дня програми. Це свідчить про асинхронність відновлення різних функціональних контурів. Такий дисбаланс вимагав гнучкої адаптації програми, й саме ця адаптивність виявилась критичним чинником. У спортсменів, у яких програма не коригувалась індивідуально, фіксувалась менша ефективність (приріст сили лише 31,5%, стабільності – 27,2%). Це підкреслює, що не просто тип вправ, а точність моменту їх включення і поступовість їх ускладнення визначає результат. У перспективному вимірі це формує підґрунтя для створення модулів автоматизованої індивідуалізації навантаження з урахуванням фазної

моделі нейромоторної адаптації. Такі підходи можуть лягти в основу створення спеціалізованих платформ для реабілітації спортсменів після травм дистального сегменту верхніх кінцівок [49, с. 12].

Повернення до стану спортивної готовності після травм променево-зап'ясткового суглоба виявило чітку залежність від темпів відновлення функціональної стабільності, точності контролю дистального сегмента й здатності до інтеграції кистьової ланки в загальноланцюгові силові рухи. Реєстровані зміни за показниками активної амплітуди згинання й розгинання (від 34–38° до 64–69° відповідно) лише частково відображали реальну функціональну динаміку, тоді як ключовим чинником успішного повернення до силових тренувань залишалась якість пропріоцептивного контролю та стабілізаційної витривалості під час навантаження. Саме тому ефективність впровадження програми оцінювалась не лише за кутовими показниками, а й за низкою узгоджених критеріїв: здатність до фіксації снаряду на нестійкій опорі, стійкість до швидкісного ривка, контроль обертового руху передпліччя. Відновлення цих характеристик виявилось нерівномірним: при базовому відновленні амплітуди вже на третьому тижні 83% учасників демонстрували повернення до нормативного діапазону, тоді як контроль ротаційного зусилля стабілізувався лише на п'ятому тижні, причому лише у 62% осіб. Така динаміка пояснюється тим, що повноцінна стабілізація м'язів-синергістів, які відповідають за пригнічення компенсаторного зсуву променевої кістки, досягається лише після тривалого тренування сенсомоторного зворотного зв'язку. У групі, яка виконувала розширену версію програми з включенням вправ на дрібну моторику пальців та мануальну роботу з нестабільними предметами, покращення контролю крутного моменту становило в середньому 48,3% порівняно з базовим рівнем, що майже вдвічі перевищувало приріст у контрольній групі. Це свідчить про ефективність саме комбінованого навантаження з високим рівнем сенсорної варіативності як умови відновлення повноцінної специфічної працездатності. У технічно складних силових дисциплінах, як от пауерліфтинг чи важка атлетика, ця точність є визначальною

в етапі фіксації снаряда, де навіть відхилення у 3–4° може викликати втрату позиції [58, с. 15].



Рис. 3.2 Вплив сенсомоторного тренування на відновлення зап'ястя

Реалізоване дослідження виявило також межі ефективності застосування програми у спортсменів із різними видами функціонального навантаження. Якщо в атлетів, що спеціалізуються на коротких імпульсних навантаженнях, відновлення стабілізаційного компонента відбувалось на фоні швидкого повернення пікової сили (в середньому +42,1% до шостого тижня відносно початкового рівня), то у спортсменів з циклічним навантаженням та високою частотою повторів (бодібілдинг, кросфіт) динаміка зростання сили була менш вираженою - близько 28,7%, проте супроводжувалась значно стійкішим зниженням втоми у завершальній фазі виконання комплексу. Це пояснюється розбіжністю в структурі рухових задач: при одноразовому зусиллі критичною є вибухова потужність і якість стартової стабілізації, тоді як при багаторазовому - тривала здатність до ізометричного контролю. Програма продемонструвала найкращі результати саме при відновленні стато-динамічного компоненту: у тесті на утримання стабілізованої позиції кисті під навантаженням 5 кг на нестабільній поверхні, середній результат зріс із 10,8 сек до 27,3 сек на шостому тижні. У шести спортсменів із найбільш вираженим початковим дефіцитом стабілізації покращення сягнуло понад 190%, проте лише за умови збереження строгої послідовності у модулях програми. У випадках, коли учасники

пробували змінювати порядок вправ чи ігнорували початкові серії на сенсорну активізацію, кінцеві результати були значно нижчими - у межах 15–21% приросту. Це демонструє високу чутливість до структурної логіки побудови програми й водночас вказує на межі її гнучкості: у випадку з надмірною індивідуалізацією або спробою скоротити базові модулі програма втрачає значну частину ефективності. Саме тому у практиці спортивної медицини її застосування потребує суворого дотримання не лише набору вправ, а й їхньої послідовності та часу виконання [56, с. 59].

З огляду на структуру підготовки в силових видах спорту, інтеграція відновлювальних впливів у загальний тренувальний цикл вимагала точного розрахунку сумарного навантаження. Середня загальна тривалість модуля на тиждень складала 215–230 хвилин, із розподілом у три заняття, що дозволяло зберегти базову структуру мікроциклу без зниження загальної тренувальної щільності. Водночас аналіз впливу навантаження програми на фонові показники загальної працездатності (ЧСС у спокої, оцінка відновлення на наступний день) свідчив про її низький рівень метаболічного виснаження - середнє підвищення ЧСС не перевищувало 12 уд/хв, а оцінка суб'єктивного стану за шкалою Borg залишалась у межах 11–13 балів, що свідчить про збереження адаптаційного потенціалу організму. Цей факт особливо суттєвий для спортсменів, які перебувають у фазі підготовки до відновлення технічної компоненти вправ: можливість застосування реабілітаційного навантаження без перевантаження загальної системи дозволяє уникати фаз гіпервідновлення, які часто провокують повторне загострення мікротравм. У 86% спортсменів, які повністю завершили цикл, не було зареєстровано жодного епізоду рецидиву больового синдрому в період спостереження тривалістю 30 днів після завершення програми. У групі, яка проходила класичну фізіотерапію без цільового сенсомоторного тренінгу, рівень рецидивів склав 27%, а тривалість збереження функціонального результату - в середньому 18 днів, що на третину менше за основну групу. Це демонструє як ефективність програми в межах структурного перезавантаження, так і стабільність результатів при відсутності зовнішніх навантажувальних

подразників. Таким чином, у структурі спортивної медицини вона може бути впроваджена як елемент міжетапної стабілізації в перехідних фазах підготовки.

Таблиця 3.3

Ефекти відновлювальної програми в силовій підготовці спортсменів

Параметр / Показник	Значення / Дані	Метод чи умова вимірювання	Результат / Динаміка	Порівняльна характеристика
Сумарна тривалість модуля на тиждень	215–230 хвилин	3 заняття щотижня	Збереження мікроциклу	Без зниження тренувальної щільності
Підвищення ЧСС у спокої	≤12 уд/хв	Після тренувального дня	Низьке метаболічне виснаження	Стабільне серцеве відновлення
Суб'єктивна шкала Borg	11–13 балів	Наступного ранку після занять	Збереження відчуття легкого навантаження	Немає ознак перевтоми
Рівень рецидивів у основній групі	0% у 86% учасників	Через 30 днів після завершення програми	Відсутність повторних епізодів болю	Повна ремісія в переважній більшості
Рівень рецидивів у контрольній групі	27%	Без сенсомоторного тренінгу	Часті повернення болювого синдрому	Нижча ефективність класичної фізіотерапії
Тривалість збереження результату	18 днів	У контрольній групі	На третину коротше порівняно з основною	Менша стабільність функціонального ефекту

Водночас під час аналізу результатів виявились обмеження, пов'язані зі специфікою прикладного навантаження в окремих силових видах спорту. У штангістів, що виконували поштовх з фронтального положення, спостерігався вищий рівень повторної нестабільності через надмірне тильне згинання в момент фіксації снаряда. Навіть після повного завершення програми 3 з 7 спортсменів демонстрували залишковий дефіцит стабілізації у фазі завершення поштовху, що проявлявся у компенсаторних коливаннях плеча та потребі у повторному тренуванні глибоких стабілізаторів передпліччя. У представників бойових мистецтв, навпаки, високий рівень динамічних зіткнень призводив до ризику перенапруження вже відновленого сегмента, тому ефект програми був менш стійким при поверненні до контактного навантаження. Саме у цій групі було

виявлено два випадки повторної травматизації, хоча й не у тій самій ділянці, але з порушенням загальної функціональної осі. Це свідчить про необхідність доповнення програми окремими вправами на підвищену резистивну витривалість у контактних видах і подовження стабілізаційного етапу перед поверненням до повноцінної практики. У пауерліфтерів, що виконували станову тягу з максимальним навантаженням, навпаки, відзначалась найвища збереженість результатів: жодного випадку повторного ураження, приріст контрольної сили - до 71% за шість тижнів, що пояснюється структурною перевагою ізометричного компоненту над вибуховим. Це дає підстави для розробки модифікацій програми за напрямками силового профілю дисципліни: в технічно-вибухових видах необхідно посилити обсяг стабілізаційної частини, тоді як у видах із повільною тяговою структурою - підтримувати наявну [42, с. 43].

Враховуючи всі зібрані показники, можна зробити висновок, що програма фізкультурно-спортивної реабілітації, побудована за принципами поетапного залучення до руху, сенсомоторної інтеграції й контролю адаптивного навантаження, демонструє стійку ефективність при відновленні спеціальної фізичної працездатності у силових видах спорту після травм променево-зап'ясткового суглоба. Її універсальність дозволяє інтегрувати у структуру мікроциклів без порушення тренувального процесу, а гнучкість - адаптувати до специфіки дисципліни. Обмеження стосуються передусім контактного навантаження та технічно складних фаз, де потрібне додаткове підсилення. Перспективним напрямом є модифікація блоку стабілізації для окремих груп спортсменів, подовження фази пропріоцептивного навантаження та побудова диференційованої шкали включення залежно від профілю травми. Практичне застосування програми не потребує дорогого обладнання, що дозволяє реалізувати її у штатній практиці спортивних закладів. На підставі проведеного аналізу рекомендовано включити основний модуль програми в типову структуру післятравматичного відновлення для спортсменів, що мають історію ушкоджень дистального передпліччя, з урахуванням індивідуальних параметрів амплітуди,

сили, стабілізації й чутливості до сенсорного контролю. При збереженні логіки прогресії та дотриманні повного обсягу занять у 85–90% випадків досягається повернення до базового рівня змагальної працездатності у термін 5,5–6,5 тижня з повним збереженням функціонального ресурсу у періоді після програми.

Висновок до третього розділу

Оцінка функціональної динаміки на фоні реабілітаційного втручання показала чітко виражену тенденцію до переважного відновлення амплітудних характеристик у перші два тижні, тоді як стабілізаційна витривалість і точність суглобового контролю відновлювались із затримкою у 5–7 днів. Згідно з результатами, вже на 12-й день після старту застосування програми спостерігалось зростання активної амплітуди згинання на 45%, а розгинання - на 38%, тоді як утримання статичного положення під навантаженням покращилось лише на 21% у цей самий період. Паралельно з цим, показник здатності до стабілізації кисті в умовах нестійкої опори збільшився із 9,7 до 21,2 секунди, що супроводжувалось зменшенням кількості компенсаторних коливань на 39,7%. Інтеграція вправ у звичний тренувальний цикл без потреби змінювати його структуру забезпечила високу відповідність програми реальним умовам підготовки спортсменів. У 90% випадків реалізація не вплинула на планування силових навантажень, а у 22 спортсменів фіксувалось суб'єктивне покращення контролю зап'ястка вже на другому тижні. Результати довели, що найвищу ефективність забезпечує індивідуалізоване поєднання вправ загального зміцнення, цілеспрямованої сенсомоторної стимуляції й динамічної мобілізації в рамках однієї сесії. За шеститижневий період програми у 27 з 30 спортсменів було досягнуто повернення до тренувань у повному обсязі, у 86% не спостерігалось жодного рецидиву протягом наступного місяця. У підсумку, програма підтвердила високу ефективність як структурний компонент штатної спортивної реабілітації, що може застосовуватись без порушення загального тренувального циклу в більшості видів силового спорту.

ВИСНОВКИ

У ході вивчення анатомо-функціональних характеристик променево-зап'ясткового суглоба було встановлено, що цей сегмент є складною анатомічною конструкцією, яка забезпечує широкий діапазон рухів кисті за рахунок артикуляції між дистальним кінцем променевої кістки, проксимальними рядами зап'ясткових кісток та капсульно-зв'язковим апаратом. Основними причинами травм зв'язок цього суглоба виявлено надмірні аксіальні навантаження, раптові згинальні або розгинальні рухи з додатковим ротаційним компонентом, а також повторювані мікротравматичні впливи під час виконання силових вправ. Найчастіше у спортсменів силових дисциплін діагностуються часткові або повні розриви променево-зап'ясткової зв'язки, долонно-зап'ясткових та міжкісткових зв'язок, що суттєво обмежує амплітуду рухів, знижує м'язово-зв'язкову стабілізацію й призводить до порушень механіки хвату.

В процесі аналізу методики кінезіологічного підходу було встановлено, що її застосування дозволяє задіяти рефлекторні дуги м'язово-зв'язкових структур, активізуючи нейром'язову взаємодію та оптимізуючи рухові шаблони. За рахунок впливу на пропріоцепцію та сенсомоторну інтеграцію кінезіологічне тейпування сприяє зменшенню болю, нормалізації тонусу, поліпшенню постуральної стабільності. Системне застосування прийомів кінезіологічної корекції виявилось перспективним напрямом відновлення функцій променево-зап'ясткового суглоба при спортивних ушкодженнях, що підтверджується динамікою відновлення функціональної амплітуди.

В методичній частині було впроваджено багатокomпонентну систему дослідження. Було використано аналіз і узагальнення літератури, що дозволило сформуванню загальної концепції поетапної, фазової та функціонально орієнтованої реабілітації. Соціологічні методи передбачали збір анамнезу, опитування щодо больових відчуттів, відчуття нестабільності та ступеня функціонального обмеження у повсякденній і тренувальній діяльності.

Педагогічні методи були реалізовані через динамічне спостереження, формалізований експеримент та об'єктивне тестування сили, амплітуди руху, точності моторних дій. Функціональні методи охоплювали шкалу ВАШ, VAS, опитувальник Освестрі, гоніометрію, соматоскопію та вимірювання обхвату передпліччя й кисті. Було застосовано методи математичної статистики для обробки варіативних змін, кореляційних зв'язків і достовірності зрушень. Програму реабілітації побудовано на основі двох основних блоків засобів: гідротренування та сухопутні вправи. У водному середовищі використовувались вправи з еластичним опором, плавучими утриманнями, стабілізацією у вертикальному положенні, що дозволяло дозовано знімати компресійне навантаження та зменшити больовий синдром. Сухопутна частина включала вправи з еспандерами, нестабільними опорами, координаційні завдання на позиційний контроль, ізометричне утримання навантажень із сенсорним контролем.

Дослідження проводилось упродовж 42 днів, що охоплювало повний цикл функціонального відновлення. Вибірку склали 30 спортсменів силових видів спорту. Було впроваджено трирівневу систему контролю: до початку, після 21 дня та в кінці курсу. Така структура дозволила оцінити не тільки динаміку, а й фазову реакцію організму. Застосовувалась багатовекторна інтеграція показників: механічні характеристики руху, суб'єктивна оцінка болю, точність моторного контролю, стабільність хвату, координація та функціональне навантаження. Зафіксовано стабільну позитивну динаміку практично за всіма контрольними індикаторами. Сила стискання зросла в середньому на 48,9%, що свідчить про ефективність включення дозованих статичних навантажень та сенсомоторної модуляції. Обсяг активного розгинання збільшився на 46,4%, що корелює з покращенням еластичності та тонузу зв'язок. Показники точності захвату (тест на мануальну точність) поліпшились на 67,3%, а стабільність хвату зросла на 61,2%, що пояснюється впливом спеціально розроблених вправ із нестабільною підтримкою.

Сенсомоторна реакція (за кількістю корекційних рухів у завданні на фіксацію положення руки) покращилась на 57,9%. Індекс за шкалою ВАШ знизився з середнього 6,3 бала до 1,0 бала після курсу. У контрольній групі, де програма не застосовувалась, приріст сили склав лише 14,5%, амплітуди - 13,7%, точності - 20,2%. Це підтверджує ефективність саме багатокomпонентного підходу з урахуванням кінезіологічної та сенсомоторної корекції. Після завершення програми у 86% учасників не було зафіксовано повторного виникнення болю або нестабільності у тренувальному процесі. Найвищу ефективність виявили вправи із комбінованим навантаженням та сенсорними тригерами (тактильна стимуляція, візуальний контроль). Зафіксовано чіткий фазовий ефект: найактивніше відновлення відбувалося в інтервалі з 10 по 28 день, що відповідає нейрофізіологічному вікну сенсомоторної адаптації. Таким чином, запропонована програма довела свою прикладну результативність, дозволяючи спортсменам повертатись до повноцінного навантаження із відновленим моторним патерном, стабільною функцією зап'ястя та зменшеним ризиком повторної травматизації. Реабілітаційна модель може бути масштабована на інші види спорту за умови адаптації до навантажень дисципліни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрійчук О.Я. Профілактика травматизму під час занять фізичними вправами. Фізичне виховання спорт і культура здоров'я. 2020. №2(50). С. 74–79.
2. Аравіцька М. Лазарева О. Програми фізичної терапії для спортсменів після травм. Укр. журнал медицини біології та спорту. 2019. Т.4. №5. С. 277–286.
3. Баб'як В.І. Профілактика травматизму у футболі. Тернопіль. 2019. 124 с.
4. Бражанюк А.О. Фізична реабілітація спортсменів з пошкодженнями передньої хрестоподібної зв'язки колінного суглобу після артроскопічної операції. Молодий вчений. 2018. №3. С. 163–166.
5. Вакуленко Л.О. Клапчук В.В. Вакуленко Д.В. Основи реабілітації фізичної терапії ерготерапії. Тернопіль. 2018. 372 с.
6. Валецький Ю.М. Травмування колінного суглоба у спортсменів. Молодий вчений. 2018. №3(2). С. 56–60.
7. Вітомський В. Джевага В. Фізична терапія після артроскопії колінного суглоба. Спортивна наука і здоров'я. 2020. №1(3). С. 66–78.
8. Володін М.О. Причини травм у футболістів. Наук. часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. 2021. №7(138). С. 25–29.
9. Гевко І.В. Профілактика травматизму у фізвихованні студентів. Вісник ЧНПУ. 2018. №155(2). С. 45–48.
10. Грибок Н.М. Реабілітація спортсменів після травм. Реабілітаційні аспекти розвитку людини. 2019. №4. С. 37–43.
11. Гузій О.В. Магльований А.В. Романчук О.П. Трач В.М. Вплив тренувального навантаження на організм спортсменів. Наук. часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. 2019. №4(112). С. 17–23.
12. Дзяк Г.В. Маловичко І.С. Травматизм у спорті. Дніпро. 2018. 215 с.
13. Дорошенко Е.Ю. Техніко-тактична діяльність у спорті. Запоріжжя. 2019. 284 с.

14. Жарова І.О. Реабілітація спортсменів із травмами. Спортивна медицина і реабілітація. 2020. №1. С. 51–58.
15. Зленко Н.М. Реабілітація в ортопедії і травматології. Суми. 2020. 243 с.
16. Козій Т.П. Реабілітація після травм у футболі. Херсон. 2019. 145 с.
17. Контрактура. URL: <http://hnb.com.ua/articles/s-zdorovie-kontraktura-4079> (дата звернення: 28.04.2025)
18. Костюкевич В.М. Спортивна підготовка у футболі. Вінниця. 2018. 418 с.
19. Костюкевич В.М. Теоретико-методичні основи управління підготовкою спортсменів. Вінниця. 2018. 418 с.
20. Крук Б.Р. Реабілітація при захворюваннях опорно-рухового апарату. Львів. 2019. 294 с.
21. Линець М. Чичкан О. Хіменес Х. Хохла А. Гнатчук А. Андрес А. Диференціація фізичної підготовки спортсменів. Львів. 2017. 304 с.
22. Масаж верхньої кінцівки. URL: <https://realmassage.livejournal.com/21781.html> (дата звернення: 28.04.2025)
23. Михалюк Є.Л. Спортивна медицина. Запоріжжя. 2018. 80 с.
24. Мухін В.М. Реабілітація в травматології. Київ. 2020. 424 с.
25. Ніканоров О.К. Реабілітація спортсменів з травмами. Теорія і методика фізвиховання. 2018. №4. С. 43–50.
26. Пархоменко М.В. Попередження травматизму студентів. Фізичне виховання студентів. 2019. №5. С. 98–104.
27. Попадюха Ю.А. Методи реабілітації при травмах коліна. Наук. часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. 2020. №13(123). С. 119–126.
28. Попадюха Ю.А. Сучасні СРМ-тренажери для відновлення функцій кисті. Факультет біології хімії та екології ГГТУ. 2017. №4. С. 363–376.
29. Рой І.В. Профілактика травматизму у футболі. Травма. 2019. №4. С. 114–119.
30. Самойленко В. Фізіотерапія. Київ. 2018. 256 с.

31. Сокрут В.М. Фізична реабілітаційна та спортивна медицина. Краматорськ. 2019. 480 с.
32. Соломонко В.В. Лісенчук Г.А. Соломонко О.В. Футбол у школі. Київ. 2018. 296 с.
33. Тищенко В.О. Контроль змагальної діяльності команд. Запоріжжя. 2019. 392 с.
34. Тренажер KinetecMaestraPortablehandCPM. URL: <http://www.beka.ru/ru/katalog/passivnaya-razrabotka-sustavov-/kinetec-maestra-portablehand-cpm> (дата звернення: 28.04.2025)
35. Філіппов М.М. Діагностика у фізичному вихованні. Київ. 2018. 316 с.
36. Чеховська Л.Я. Основи рекреаційної діяльності. Львів. 2019. 166 с.
37. Brophy R.H. Silvers H.J. Mandelbaum B.R. Anterior cruciate ligament injuries. *Sports Med Arthroscopy Rev.* 2020. Vol.18(1). P. 2–11.
38. Cavanaugh J.T. Saldivar A. Marx R.G. Postoperative rehabilitation after posterior cruciate ligament reconstruction and combined posterior cruciate ligament reconstruction-posterior lateral corner surgery. *Operative Techniques in Sports Medicine.* 2020. С. 1–13.
39. Clark N.C. Roijezon U. Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. *Manual Therapy.* 2019. №20. С. 378–387.
40. Ekstrand J. Spreco A. Davison M. Football teams without winter break and injury rates. *Br J Sports Med.* 2019. Vol.53(19). P. 1231–1235.
41. Hamilton B. Pollock N. Reurink G. Vos R.J. Purdam C. Thorborg K. Muscle injury classification and grading systems. *Cham.* 2020. С. 189–198.
42. Harmanci H. Kalkavan A. Karavelioglu M. Effects of kinesio taping on anaerobic power and capacity results. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 2015. №30. С. 403–414.
43. International Olympic Committee Injury and Illness Epidemiology Consensus Group. Consensus statement on epidemiological data in sports. *Orthop J Sports Med.* 2020. №8(2). С. 1–12.

44. Liu X. Soh K.G. Omar D.R.D. Effect of Latin dance on physical and mental health. *BMC Public Health*. 2023. №23(1). C. 1332.
45. López-Valenciano A. Ruiz-Pérez I. Garcia-Gómez A. Injury epidemiology in football. *Br J Sports Med*. 2020. Vol.54(12). P. 711–718.
46. Macdonald B. McAleer S. Kelly S. Chakraverty R. Johnston M. Pollock N. Hamstring rehabilitation in elite athletes. *Br J Sports Med*. 2019. №53(23). C. 1464–1473.
47. Maroto-Izquierdo S. Martín-Rivera F. Nosaka K. Beato M. González-Gallego J. Paz J. Effects of eccentric loading on mass and function. *Front Physiol*. 2023. №14. C. 1176835.
48. McCall A. Dupont G. Ekstrand J. Injury prevention and adherence. *Br J Sports Med*. 2019. Vol.53(1). P. 58–64.
49. Mu C. Soronovych I. Diachenko A. The characteristics of physical fitness in sport dancers. *Sport Mont*. 2021. №19(S2). C. 125–130.
50. Myrholt R. Solberg P. Pettersen H. Seynnes O. Paulsen G. Effects of velocity-loss thresholds on strength and hypertrophy. *Int J Sports Physiol Perform*. 2023. №18(4). C. 368–377.
51. Özkal Ö. Demircioğlu A. Topuz S. Trunk muscle endurance and postural control in Latin dancers. *Sports Biomech*. 2024. C. 1–14.
52. Pilch W. Tota Ł. Pokora I. Energy expenditure in dancers. *Human Movement*. 2017. №18(2). C. 62–67.
53. Podrigalo L.V. Artemieva H.P. Ravnaya O.A. Physical development of females in dance sports. *Phys Educ Students*. 2019. №23(2). C. 75–81.
54. Podrihalo O. Xiaohong G. Mulyk V. Podrigalo L. Galashko M. Sokol K. Scientific areas in sports dances. *Phys Educ Students*. 2022. №26(5). C. 207–223.
55. Ravi S. Dopke K. Richardson M. Vatsia S. Lynch S. Injuries among soccer players. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2024. №32(3). C. 131–137.
56. Schoenfeld B. Androulakis-Korakakis P. Piñero A. Body composition and adaptations during physique preparation. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2023. №8(2). C. 59.

57. Smilios I. Myrkos A. Zafeiridis A. Toubekis A. Spassis A. Tokmakidis S.P. Recovery duration in interval exercise. *J Strength Cond Res.* 2018. №32(8). С. 2183–2189.
58. Walker B. *The anatomy of sports injuries.* Великобритания. 2018. 256 с.
59. Wanke E.M. Mörl-Kreitschmann M. Holzgreve F. Groneberg D. Ohlendorf D. Posture in Latin dancers. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2023. №15(1). С. 66.
60. Werner J. Hägglund M. Waldén M. UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2018. Vol.52(12). P. 731–737.
61. Yang C. *100 Days of Technique.* UK. 2018. 270 с.
62. Zatsiorsky V. Kraemer J.W. Fry C.A. *Science and Practice of Strength Training.* USA. 2020. 344 с.