

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально-науковий гуманітарний інститут
Кафедра Теоретичних основ олімпійського та професійного спорту

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри



«9» грудня 2025р.

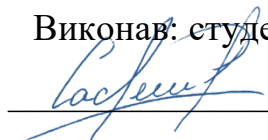
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
зі спеціальності 017 «Фізична культура і спорт»

на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ В
САМБО З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОТАЦІЙНИХ
ВПЛИВІВ НА ОПОРНО-РУХОВИЙ АПАРАТ**

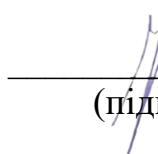
Виконав: студент групи 6541мз



Сафронов Є. О.
(підпис)

Керівник роботи:

доцент, заслужений тренер України
(посада, науковий ступень вчене звання)



Абрамов К. В.

(підпис)

Миколаїв 2025 р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий гуманітарний інститут

Кафедра Теоретичних основ олімпійського та професійного спорту

Спеціальність 017 Фізична культура і спорт

Освітня програма Олімпійський та професійний спорт

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

 (підпис)

«9» грудня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Студенту Сафронову Євгенію Олександровичу

1. Тема роботи: Удосконалення технічної підготовки спортсменів в самбо з урахуванням особливостей ротаційних впливів на опорно-руховий апарат

Керівник роботи: Абрамов Карен Ваганович

Затверджені наказом ректора № 1388-уч від «28» листопада 2025 року

2. Термін подання роботи: 11 листопада 2025 року

3. Вихідні дані по роботі:

Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

1. Методика оцінки X-фактора при виконанні кидків із поворотом у самбо

2. Теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності методики навчання кидкам із поворотом у самбо

4. Перелік презентаційних матеріалів. Кваліфікаційна робота та презентація на 10 слайдів

1. Консультації розділів роботи

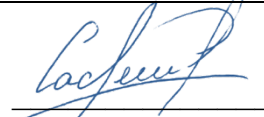
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Абрамов К.В., доцент	25.01.2025	20.05.2025
2	Абрамов К.В., доцент	05.02.2025	20.05.2025
3	Абрамов К.В., доцент	01.03.2025	29.10.2025

2. Дата видачі завдання: 20 січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	На основі вивчення науково-методичної літератури та мережі Інтернет здійснювався теоретико-методологічний аналіз проблеми удосконалення технічної підготовки спортсменів в самбо з урахуванням особливостей ротаційних впливів на опорно-руховий апарат	Вересень-грудень 2024 р.	
2	Педагогічний експеримент проводився два з половиною місяці і включав 30 навчально-тренувальних занять. В якості піддослідних виступили спортсмени-однборці спеціалізації самбо у кількості 10 осіб (кваліфікація – 1-й спортивний розряд, вік – $22,6 \pm 1,3$ років), які увійшли до експериментальної групи. До навчально-тренувального процесу експериментальної групи в основній частині тренування були включені вправи з розробленої методики.	Січень- травень 2025 р.	
3	Здійснювалося оформлення результатів дослідження, формулювали висновки і підводилися підсумки роботи	Вересень- листопад 2025 р.	

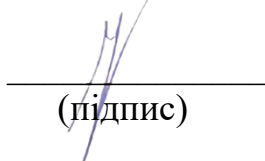
Студент


 (підпис)

Сафронов Є. О.

(П.І.Б.)

Керівник роботи


 (підпис)

Абрамов К.В.

(П.І.Б.)

АНОТАЦІЯ

Сафронов Є. О. Удосконалення технічної підготовки спортсменів в самбо з урахуванням особливостей ротаційних впливів на опорно-руховий апарат. Кваліфікаційна робота зі спеціальності 017 «Фізична культура і спорт», освітньої програми «Олімпійський та професійний спорт». Миколаїв: НУК ім. адм. Макарова, 2025. 65 с.

У роботі досліджено передумови, фактори та механізми пошкоджень опорно-рухового апарату спортсменів у єдиноборствах у процесі технічної підготовки. Розроблено та обґрунтовано методику визначення Х-фактору, яка дозволяє кількісно оцінити ступінь ризику пошкоджень опорно-рухового апарату самбістів при виконанні кидків з поворотом. Доведено вплив ротаційних рухів на опорно-руховий апарат спортсмена. Доведено ефективність методики навчання кидкам із поворотом у самбо з мінімізацією ризику виникнення травм опорно-рухового апарату. Обґрунтовано оптимальні діапазони руху для верхніх кінцівок та хребта при виконанні кидків із поворотом у самбо.

Наукове значення роботи полягає в авторській методиці оперативного контролю технічної підготовленості самбістів у процесі навчання кидкам з поворотом, а також використання розробленого підходу тренерами, спортсменами для зниження негативних наслідків для опорно-рухового апарату як на початковому етапі навчання кидкам з поворотом, так і при подальшому вдосконаленні технічної підготовки.

Ключові слова: самбо, технічної підготовки, опорно-руховий апарат, ротаційні впливи.

ABSTRACT

Safronov Y. O. Improving the technical training of athletes in sambo, taking into account the peculiarities of rotational influences on the musculoskeletal system.

Qualification work in the specialty 017 “Physical Culture and Sports,” educational program “Olympic and Professional Sports.” Mykolaiv: Admiral Makarov National University of Shipbuilding, 2025. 65 p.

The work examines the prerequisites, factors, and mechanisms of musculoskeletal injuries in athletes in combat sports during technical training. A methodology for determining the X-factor has been developed and substantiated, which allows for a quantitative assessment of the degree of risk of musculoskeletal injuries in sambo athletes when performing throws with a turn. The influence of rotational movements on the musculoskeletal system of athletes has been proven. The effectiveness of the method of teaching throws with a turn in sambo with minimization of the risk of injuries to the musculoskeletal system has been proven. The optimal ranges of motion for the upper limbs and spine when performing throws with a turn in sambo have been substantiated.

The scientific significance of the work lies in the author's methodology for operational control of the technical preparedness of sambo athletes in the process of learning throws with a turn, as well as the use of the developed approach by coaches and athletes to reduce the negative effects on the musculoskeletal system both at the initial stage of learning throws with a turn and during further improvement of technical training.

Keywords: sambo, technical training, musculoskeletal system, rotational influences.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ПЕРЕДУМОВИ, ФАКТОРИ ТА МЕХАНІЗМИ ПОШКОДЖЕНЬ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ СПОРТСМЕНІВ У ЄДИНОБОРСТВАХ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ КИДКАМ.....	10
1.1. Аналітичний огляд ушкоджень опорно-рухового апарату єдиноборців..	10
1.2. Х-фактор та його вплив на опорно-руховий апарат спортсменів.....	14
1.3. Особливості технічної підготовки в єдиноборствах.....	18
Висновки до першого розділу.....	22
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..	25
2.1. Методи досліджень.....	25
2.2. Організація досліджень.....	29
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ...33	33
3.1. Методика оцінки Х-фактору при виконанні кидків із поворотом у самбо.....	33
3.2. Теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності методики навчання кидкам із поворотом у самбо	42
Висновок до третього розділу.....	52
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

ВСТУП

Актуальність дослідження. У видах спорту, пов'язаних із ротаційними рухами, вирішальну роль відіграє величина Х-фактору [1, 3, 13]. Серед них можна виділити і самбо, де застосування спортсменами різновидів кидків з поворотом «Коронних прийомів» у процесі змагальної діяльності є значним. Навчання кидкам із поворотом у самбо вимагає наявності якісних та кількісних критеріїв оцінки технічної підготовленості.

Водночас неухильне зростання рівня травматизму в єдиноборствах зумовлює пошук, розробку та вдосконалення ефективних превентивних програм ушкоджень опорно-рухового апарату (ОРА). За всіх очевидних переваг системи самбо питання зниження рівня травматизму, зокрема, пошкодження хребта, плечового, ліктьового та колінного суглобів при виконанні технічних дій, на сьогоднішній день залишається актуальним для спортсменів на всіх етапах підготовки [4, 8, 9]. Превентивні стратегії для запобігання травмам у спорті, як правило, включають впровадження ефективних програм розминки, зміну правил змагань, підвищення рівня освіти та підготовки суддів, введення обов'язкового медичного спостереження, захисного екіпірування атлетів [2, 7, 14].

Численні дослідження та систематичні огляди оцінювали вплив профілактичних втручань на ризик отримання спортивних травм [5, 8]. Незважаючи на цю велику базу знань про можливі шляхи попередження травматизму, широкомасштабне впровадження ефективних профілактичних заходів у реальних спортивних умовах залишається серйозною проблемою. Було виявлено лише кілька досліджень про вплив тренувальних програм, крім тих, що спрямовані на підвищення рівня фізичної підготовленості спортсменів [3, 9, 15].

Об'єкт дослідження: технічна підготовка самбістів.

Предмет дослідження: методика навчання кидкам із поворотом у самбо на основі обліку ротаційних впливів (Х-фактору) на опорно-руховий апарат

спортсмена.

Гіпотеза дослідження полягає в припущенні про те, що методика навчання кидкам з поворотом у самбо з мінімізацією ризику виникнення травм повинна будуватися на основі оцінки та обліку ротаційних впливів (Х-фактору) на опорно-руховий апарат спортсмена та створення умов їх використання в оперативному контролі технічної підготовленості самбістів.

Мета дослідження: розробити та обґрунтувати методику навчання кидкам з поворотом у самбо на основі оцінки та обліку ротаційних впливів (Х-фактору) на опорно-руховий апарат спортсмена.

Завдання дослідження:

1. Виявити передумови, фактори та механізми ушкоджень опорно-рухового апарату спортсменів у єдиноборствах у процесі технічної підготовки.
2. Визначити предиктори травматизму під час виконання ротаційних рухів у самбо.
3. Розробити та обґрунтувати методику оцінки Х-фактору при виконанні кидків з поворотом у самбо.
4. Експериментально обґрунтувати ефективність методики навчання кидкам з поворотом у самбо, що ґрунтується на оцінці та обліку ротаційних впливів (Х-фактору) на опорно-руховий апарат спортсмена.

Методи дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення даних спеціальної та науково-методичної літератури; опитування, гоніометрія, педагогічний експеримент, методи математичної статистики, біомеханічний аналіз.

Наукова новизна дослідження

- виявлено передумови, фактори та механізми пошкоджень опорно-рухового апарату спортсменів у єдиноборствах у процесі технічної підготовки;
- розроблено та обґрунтовано методику визначення Х-фактору, яка дозволяє кількісно оцінити ступінь ризику пошкоджень опорно-рухового апарату самбістів при виконанні кидків з поворотом;
- доведено вплив ротаційних рухів на опорно-руховий апарат

спортсмена;

- доведено ефективність методики навчання кидкам із поворотом у самбо з мінімізацією ризику виникнення травм опорно-рухового апарату;
- обґрунтовано оптимальні діапазони руху для верхніх кінцівок та хребта при виконанні кидків із поворотом у самбо.

Теоретична значущість дослідження полягає в тому, що теорія та методика спортивних єдиноборств доповнена новими положеннями, що містять: методику навчання кидкам з поворотом у самбо з мінімізацією ризику виникнення травм опорно-рухового апарату; верифіковану методику визначення Х-фактору при виконанні кидків із поворотом у самбо для кількісної оцінки ступеня ризику для опорно-рухового апарату спортсменів.

Практична значущість роботи полягає в авторській методиці оперативного контролю технічної підготовленості самбістів у процесі навчання кидкам з поворотом, а також: використання розробленого підходу тренерами, спортсменами для зниження негативних наслідків для опорно-рухового апарату як на початковому етапі навчання кидкам з поворотом, так і при подальшому вдосконаленні технічної підготовки; практичної реалізації результатів досліджень в освітньому процесі вищих навчальних закладів в інших видах єдиноборств (дзюдо, греко- римській та вільній боротьбі).

Структура й обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (68). Загальний обсяг дипломної роботи складає 65 сторінок, вона містить 15 таблиць, 8 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ПЕРЕДУМОВИ, ФАКТОРИ ТА МЕХАНІЗМИ ПОШКОДЖЕНЬ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ СПОРТСМЕНІВ У ЄДИНОБОРСТВАХ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ КИДКАМ

1.1 Аналітичний огляд ушкоджень опорно-рухового апарату єдиноборців

Незважаючи на велику кількість літератури, причинно-наслідкові зв'язки між тренувальним навантаженням, пошкодженням тканин і травмами залишаються маловивченими. Травма виникає, коли до тканини прикладаються одиничні або повторювані сили, що призводить до напружень і деформацій, що перевищують міцність та ремонтпридатність тканини [9, 11, 15]. З таких механізмів ясно, що механічне навантаження (сили, що зазнають конкретних біологічних тканин) є фундаментальним фактором спортивних травм.

Травми від надмірного використання виявляються лише на рівні тканин, і це травми є результатом явища механічної втоми. Тут під механічною втомою розуміється накопичення пошкоджень тканин і прогресуюча втрата жорсткості і міцності, пов'язана з навантаженням, що повторюється, і кумулятивними нападами активності. Це пошкодження служить стимулом для ремоделювання та адаптації, але без адекватного відпочинку і ремонту навантаження, що продовжується, викличе накопичення пошкоджень, які в кінцевому підсумку можуть призвести, наприклад, до розриву або перелому [10, 13].

За даними дослідження французької федерації дзюдо, в якому було проаналізовано 150 067 сутічок, травми плеча зустрічалися у 28,7% випадків, ліктя – у 13,5%, коліна – у 12,2%. Найчастішими причинами болю в плечі були або кидки в процесі проведення атакуючих дій, або падіння в результаті захисту [8, 12]. Більшість травм кінцівок (85%) відбулися під час тренувального періоду (71%), у фазі кидка (87,6%), внаслідок прямого

контакту (72%) та з ураженням суглобів (62%). Розтягнення зв'язок було найпоширенішим типом (36%), а найбільш специфічним ураженням сегментом (25%) було плече, яке вдвічі частіше виникало при захисних рухах [$p = 0,018$]. Виникнення травм було пов'язане з тренувальним навантаженням ($p = 0,001$), а кількість травм з віком [$p = 0,005$], необхідністю схуднення ($p = 0,007$) та тренувальним навантаженням (0,001) [4, 8].

Швидка втрата ваги на 5% або більше від ваги тіла дзюдоїста наражає спортсмена на більш високий ризик травми [1,15]. У борців була значно вища частота травм у періоди швидкої втрати маси тіла, ніж інші періоди тренувань. Більшість травм сталося у нижніх кінцівках (38,0%), потім у верхніх кінцівках (25,9%), тулубі (24,8%) та в ділянці голови та шиї (11,3%) [6, 9]. Небажаним є асиметрія у виконанні технічних рухових дій спортсменів. Автори стверджує, що необхідно навчати техніки боротьби дзюдо в обидві сторони. Прикладом асиметричності рухових дій у процесі сутички є стійка борця. Правостороння чи лівостороння стійка є константою спортивної кар'єри будь-якого борця, що виражає індивідуальні особливості латеральної організації мозку [7, 9, 10].

Спостереження за травмами та захворюваннями є наріжним каменем профілактики та першим кроком до розробки профілактичної програми. Частота травм на тренуваннях становила 4,2/1000 годин у дзюдо та 12,8/1000 годин у боксі, у той час як частота травм на 1000 спортсменів під час тренувань та змагань становила 7,3/1000 спортсменів у боротьбі та 19,09–60,5/он. У дзюдо травми найчастіше виникали у попереку, плечі та коліні. У боротьбі найчастіше зустрічалися травми коліна, плеча та голови, а також ушкодження шкіри.

Нині у зв'язку з ранньою практикою змагання спеціалізації та інтенсивним тренувальним навантаженням у юних спортсменів спостерігається різна етіологія і рівень травматизму [1, 3, 9]. Двадцять чотири спортсмени, що складає 18,9% всіх травм колін, викликаних кидками, отримали травми внаслідок «учи мату», «тай-отоші» (18%), «сео-наге» (16%), підсічки (11%). У 33-х випадках це була ситуація з кидком, що спричинила

травму коліна, без уточнення назви кидка. Жодна ситуація із кидком через стегно не призвела до травми коліна. Кореляційний аналіз показав високий зв'язок між кількістю дзюдоїстів, які часто намагаються виконати певний прийом, і кількістю ситуацій, коли цей прийом призводив до травми коліна [18, 20].

Коли прийомом, що веде до травми колінного суглоба, був «сео-наге», забій колінного суглоба виникав у 70% випадків, у той час як при «учі-мата» - у 37,5%, а за інших прийомів - ще рідше. Ці відмінності були достовірними ($p < 0,05$). Травми колінного суглоба відбувалися на тренуваннях (21,2%), «Рандорі» на тренуваннях (47,1%) та на змаганнях (31,7%), що означає, що більшість травм колінного суглоба відбувається поза змаганнями [1, 8, 10]. Примітно, що при кидках через стегно не було травм колінного суглоба, що може мати значення для реабілітації дзюдоїстів із травмами колінного суглоба та їхньої реінтеграції в тренувальний процес. Травми, викликані «сеонаге», достовірно корелювали з виникненням забитих місць колінного суглоба [7, 20].

Постійна реєстрація травм під час поєдинків та тренувань з дзюдо та рання діагностика факторів ризику травм є основою для розробки ефективних стратегій профілактики травм та подальшого лікування [18, 21]. В зорієнтованому на змагання дзюдо опір суперника відіграє важливу біомеханічну роль, що може призвести до травм [11]. Наприклад, деякі дослідження показали відносно високий рівень травматизму в дзюдо, що становить майже 30% дзюдоїстів, які зазнають травм за одне змагання [12, 14]. Однак, попри ці результати, дослідження травм на трьох послідовних змаганнях з дзюдо показало набагато нижчий відсоток травмованих дзюдоїстів — 13,5%. Не було виявлено відмінностей між показниками травматизму серед чоловіків та жінок [15, 19]. Широке дослідження великої вибірки французьких дзюдоїстів проаналізувало частоту травм на змаганнях, продемонструвавши, що частота травм становить 1,1 на 1000 контактних взаємодій за змагання [11, 25].

Звісно ж, що найбільший відсоток травматизму посідає поєдинки у стійці (78%), тоді як і партері 18,30%. У свою чергу, у боротьбі у стійці травми в основному припадали на дію при виконанні кидка (25,85%) [3, 21]. Було показано, що травми виникають у результаті складних та нелінійних взаємодій безлічі факторів [20, 28]. У моделі, що включала двадцять чотири фактори були обрані сім найбільш важливих: попередні травми, вік, сон, кров, змагання, тренувальне навантаження та атмосферні умови, що впливають на ризик отримання травм у майбутньому [7, 9, 10, 15, 27].

В епідеміологічному дослідженні [13] було зафіксовано 914 травми у 340 спортсменів. У борців був значно вищий рівень травматизму у періоди схуднення, ніж у інші періоди тренувань (23,18 проти 11,93; $p < 0,001$). Більшість ушкоджень відбулися в області нижніх кінцівок (38,0%), за ними йдуть верхні кінцівки (25,9%), тулуб (24,8%), область голови та шиї (11,3%). На тяжкість травми істотно вплинули підлога, стиль боротьби та вагова категорія.

У дослідженні [17], присвяченому поширеності травм під час тренувань по бразильському джиу-джитсу (БЖЖ), були зібрані демографічні дані, рівень майстерності, вагова категорія, досвід тренувань і досвід змагань, і було встановлено, що у 43 з 217 спортсменів були діагностовані болі в спині, включаючи травми (БНС) та м'язові спазми. З одного боку, частота травм колінного суглоба у 198 спортсменів, що спеціалізуються на БЖЖ [16], склала 25%, що є високим показником у порівнянні з іншими видами спорту з аналогічними технічними рухами. Основним механізмом травм коліна у бійців БЖЖ було розтягнення зв'язок (86%). З іншого боку, найбільш частим ушкодженням зв'язок була МКС у 38% випадків, потім латеральна колатеральна зв'язка у 19% випадків ($p = 0,02$). У 65% випадків травми лікували консервативно ($p < 0,001$), а у випадках, які вимагали хірургічного втручання, найчастіше виконували просту артроскопію колінного суглоба.

БНС є поширеним захворюванням опорно-рухового апарату, що вражає населення загалом, і навіть спортсменів. Біль у спині підрозділяється на

специфічну БНС (СБНС) та неспецифічну БНС (НСБНС) [12, 28]. сБНС зустрічається відносно рідко та викликається злоякісними новоутвореннями, інфекціями, запальними спондилоартропатіями та переломами. І навпаки, нсБНС, біль у спині, яку не можна віднести до конкретної причини, досить поширена, при цьому попередні дослідження показали поширеність у діапазоні від 40% до 60% для населення загалом та від 30% до 85% для спортсменів [23, 26]. Хоча поширеність нсБНС варіюється в залежності від виду спорту, вона зазвичай спостерігається у всіх видах спорту, включаючи дзюдо [13, 34]. Оскільки НСБНС є поширеною скаргою серед спортсменів, дуже важливо, щоб спортсмени та їхні тренери працювали над профілактикою, щоб спортсмени могли продовжувати свою спортивну діяльність. Хоча патогенез НСБНС надзвичайно складний, анатомічні зміни в поперековому відділі хребта (наприклад, LRA) можуть бути одним із можливих факторів) [13, 29].

1.2 X-фактор та його вплив на опорно-руховий апарат спортсменів

Види спорту, пов'язані з ротаційними рухами, що повторюються (X-фактором), кидками м'яча (бейсбол, гандбол, крикет) або ударом клюшкою (гольф, хокей) можуть провокувати травми, що проявляються болем у спині, обмеженням рухливості в суглобах і збільшенням часу на відновлення.

У самбо кидки з поворотом також мають схожу механіку рухів і можуть нести потенційну небезпеку ушкоджень поперекового та грудного відділів хребта. БНС є одним з найбільш поширених симптомів, про які повідомляють любителі та професійні гравці в гольф [19], яка виникає через гостру або повторюючу мікротравму у молодих спортсменів [9, 15]. Замах у гольфі є повторюваним асиметричним рухом, пов'язаним з високими сегментарними кутовими швидкостями і значною стискаючою, скручуючою і зсувною навантаженням на хребет [11, 22,]. Зокрема, деякі характеристики сучасної техніки пошушення були визначені як потенційні фактори, що впливають на БНС. У порівнянні з традиційною механікою маху, сучасна техніка маху

використовує збільшену відстань між верхньою частиною тулуба/плеч та тазом на вершині замаху назад та під час маху вниз. Підвищений Х-фактор, фактор скручування та перерозтягнення тулуба можуть призвести до більшого навантаження на хребет і можуть бути пов'язані з асиметричними патернами дегенеративних змін хребта. Однак на сьогоднішній день немає чітких доказів щодо механіки замаху та розвитку БНС у гравців у гольф. Оскільки більша частина БНС у гравців у гольф пов'язана з надмірним використанням або напругою, що повторюється, а не з одним провокуючим подією [12].

Практика багаторазових повторень замаху в гольфі протягом дня, надмірне обертання (Х-фактор) або надмаксимальне скручування тулуба під час замаху можуть призвести до травм нижньої частини спини. Гольф може посилити біль у спині, що існував раніше, через силовий характер рухів, пов'язаних з грою і тренуванням. Хоча правильно виконане замах у гольфі може здатися не надто напруженим, біомеханічні дослідження показують, що багато частин тіла рухаються з високою швидкістю та в екстремальних діапазонах руху (Range of motion (ROM)) [10, 33]. Крім того, ці рухи складні та вимагають високого ступеня координації. Опанування цих рухів, як продемонстрували елітні любителі та туристи, потребує спеціальної практики, коли ці потужні рухи можуть повторюватися кілька сотень щодня. Фізичні навантаження, пов'язані з такою практикою, можуть призвести до травм різних частин тіла, включаючи нижню частину спини [16].

Профіль травм у гравців-аматорів, мабуть, відрізняється від травм у професіоналів. Це може бути пов'язано з відмінностями в характеристиках замаху та біомеханіки у професійних гравців у гольф, таких як створення більшого «Х-фактора» (велика ротація грудного відділу хребта та обмежене обертання стегна у верхній точці замаху назад) та різне використання м'язів передпліччя. Крім того, швидкість головки ключки та об'єм гри в середньому набагато вищий у професійного гравця в гольф. Професійні гравці в гольф зазвичай відбивають понад 2000 м'ячів на тиждень, причому 73,3% відбивають у середньому 200 або більше м'ячів на день. Навпаки, лише 19,4% любителів

відбивають понад 200 м'ячів на тиждень. У міру розвитку виду спорту змінювалася і біомеханіка замаху у гольфі. Передбачається, що сучасні професійні замахи створюють підвищений момент, що крутить, що може сприяти збільшенню частоти болів у попереку у професійних гравців у гольф (рисунок 6) [18].

Програмне забезпечення для тривимірного відстеження рухів показало, що чим більший кут, що створюється обертанням плеча (лінія, що проходить через акроміон кожного плеча) та обертанням стегна (лінія, що з'єднує стегна), тим більше створюється швидкість ключки. На перший погляд здаються невинними, сили, необхідні для створення швидкості удару, що дозволяє гольфістам відбивати м'яч на їх поточних відстанях, значні і створюють незвичайні вектори навантаження і напруги, що скручує, в поперековому відділі хребта. За деякими оцінками, професійні гравці в гольф мають близько 7500 Н стискаючої сили на хребет під час маху вниз, що приблизно у вісім разів перевищує середню вагу людського тіла [20].

У дослідженні японських професійних гравців у гольф [19] продемонстрували, вперше на рентгенограмі, асиметричну дегенерацію поперекового відділу хребта порівняно з контрольною групою, яка не грає в гольф. Зокрема, ці дослідники спостерігали підвищену освіту остеофітів та патологію асиметричних фасеток на задньому боці гравця у гольф.

З усіх різних ролей гравця в крикет фаст-боулери мають найвищий ризик травми, особливо травм нижньої частини спини [18, 23, 31]. Обертання плеча в протилежний бік (X-фактор) було значно вищим у боулерів, які повідомили про стресові переломи поперекового відділу хребта, ніж у боулерів без травм тулуба [17, 28]. Висока поширеність травм серед боулерів наголошує на гострій потребі в дослідженнях факторів, пов'язаних з травмами [33]. Однак на сьогоднішній день немає чітких доказів щодо механіки замаху та розвитку БНС у гравців у гольф, оскільки велика частина пошкоджень пов'язана з надмірним використанням або напругою, що повторюється, а не з однією провокуючою подією [16, 32].

Травми у швидкому боулінгу складають 44% всіх травм у крикеті, при цьому 22% втрат часу, пов'язаних із травмами, є результатом травм попереку та болю у гравців у швидкий боулінг. Отже, травмам нижньої частини спини приділяється велика увага у літературі з крикету [1, 9]. Поширеність аномалій поперекового відділу хребта, таких як спондилоліз та спондилолістез, становить 24–55 % серед дорослих, які грають у крикет [18, 27]. Боулери найчастіше зазнають травм нижньої частини спини і нижніх кінцівок, при цьому стресові переломи поперекового відділу вважаються найбільш виснажливою травмою, що зазвичай призводить до 6-12 місяців пропуску ігрового часу.

У дослідженні [26, 34] поширеність БНС у швидких боулерів становить 40-64%, що аналогічно 57 і 38% для дорослих та юніорів у поточному дослідженні. Показники захворюваності були нижчими і становили лише 29 і 5% для старших та молодших боулерів відповідно. Це відповідає 30% випадків травм нижньої частини спини у старших боулерів, про які повідомлялося раніше, проте це дослідження є першим, у якому повідомляється про частоту БНС. У всіх боулерів, у яких розвинулася БНС, в анамнезі був біль, що дозволяє припустити, що це може бути хорошим прогностичним показником. Це узгоджується з більш ранньою літературою, що визначає попередній біль у спині як предиктор майбутнього болю у спині. Тільки в одного (5%) юного боулера розвинулась БНС у наступному сезоні, і у цю людину в анамнезі вже була БНС. Загалом 57% ($n = 8$) людей похилого віку повідомили про наявність БНС в анамнезі із середнім віком (SD) першого випадку 16,6 (2,6) року. У чотирьох (29%) старших боулерів розвинувся БНС у наступному сезоні. У всіх боулерів, які мали біль, в анамнезі була БНС [18, 29].

1.3 Особливості технічної підготовки в єдиноборствах

На сьогоднішній день існує безліч різних концепцій розуміння техніки у спортивному тренуванні. Не дивно, що багато авторів досліджують техніко-тактичну підготовку, тому що вона відіграє важливу роль у формуванні та вдосконаленні навичок для успішного проведення змагань. Ця область

залишається актуальною, незважаючи на наявність вже проведених досліджень [24, 31, 37].

Техніка є комплексом раціональних рухів і прийомів, які використовуються для досягнення перемоги і відповідають правилам змагань» [4, 25]. Відповідно до загальноприйнятого визначення: «Технічна підготовка, як правило, включає загальну і спеціальну. Перша спрямована на підвищення рівня координаційних здібностей, постійне розширення та збагачення рухового фонду. Друга – на освоєння технічних процесів, виконуваних за умов змагань та розвитку специфічних координаційних здібностей» [33, 38].

В основних навчальних виданнях для студентів та слухачів фізкультурних спеціальностей наголошується, що «... високий рівень технічної майстерності позитивно корелює із рівнем загальної фізичної підготовленості» [3, 6, 29]. Це особливо актуально для спортсменів-початківців.

Ряд авторів пропонує: «Формувати техніко-тактичну підготовку самбістів, враховуючи їх переваги в атакуючих діях та рівень фізичної підготовленості» [6, 43]. Він визначає найбільш ефективні рухи у боротьбі стоячи і лежачи кожному за спортсмена, рекомендує працювати з них. Для формування ефективної програми підготовки борців необхідно використовувати метод сполученого на технічну, тактичну і фізичну підготовку атлетів на етапі передзмагальної підготовки.

Дослідники у своїх роботах запропонували: «... проводити індивідуалізовану техніко-тактичну підготовку до закінчення базової технічної та тактичної підготовки, яка полягає у відпрацюванні оптимальних груп прийомів для кожного спортсмена з урахуванням його біомеханічних особливостей. Також до цього часу можна визначити зразкові морфологічні відмінності між кожним борцем та його суперниками у ваговій категорії. Індивідуалізована тактико-технічна підготовка, ймовірно, включає удосконалення індивідуальних техніко-тактичних комплексів для змагання з противниками, що використовують різні захоплення» [7, 21, 36].

За наявності системно організованого комплексу навчальних змагань як компонента навчально-тренувального процесу створюються позитивні передумови підвищення ефективності навчально-тренувального процесу загалом. На початковому етапі підготовки відсутність ненормованого опору із боку противників знижує потенційні можливості спортсмена.

У наукових працях фокусується на розробці системи педагогічного управління техніко-тактичною підготовкою борців у новій структурі діяльності змагання. Представлена ним експериментальна система покликана підвищити рівень техніко-тактичної майстерності спортсменів, прискорити та стабілізувати зростання технічних показників та досягнень борців.

Дослідники розробили технологію комплексної оцінки спортивної підготовки молодих тхеквондистів, засновану на аналізі їх змагальних поєдинків та зв'язках між фізичними якостями та психологічними особливостями. «Ця технологія дозволяє ефективно проводити техніко-тактичну підготовку молодих спортсменів та підвищує об'єктивність діагностики їхнього спортивного потенціалу» [16, 37].

Ряд авторів [7, 10, 26] пропонує будувати підготовку борців на основі видовищності та глядацького інтересу. Вони розробили експериментальні правила, засновані на скасуванні штучної постановки в партер і виключення з оцінюваних дій перевероту накатом, що призвело до розширення арсеналу техніки і тим самим до підвищення видовищності борцівських поєдинків. Для ефективної підготовки молодих дзюдоїстів до змагальної діяльності необхідно використовувати певні методичні прийоми, такі як удари, збільшення техніко-тактичних дій у типових ситуаціях змагань та активне ведення поєдинків без проведення технічних дій.

Низька фахівців [4, 26, 32] виділили та класифікували найбільш типові проблемні ситуації у дзюдо, що створюють конфлікт. На цій основі вони підготували методику навчання дзюдоїстів техніко-тактичних дій, що передбачає пред'явлення ситуаційних завдань та прийомів прямування. Інші рекомендують включати вивчення комбінацій атакуючих дій у початковому

етапі навчання дзюдоїстів: «Розвиток комбінаційного стилю атакуючих рухів у дзюдоїстів віком 10-11 років не впливає негативно на їх індивідуальні особливості. Такий підхід дозволяє розпочати індивідуалізацію техніко-тактичної підготовки з використанням комбінаційного стилю атакуючих рухів вже на ранніх етапах тренувань» [24, 30, 33].

Ефективність дзюдоїстів у змаганнях пов'язана з їхньою здатністю застосовувати складні техніко-тактичні дії та проводити комбінації атак. Висока вестибулярна стійкість відіграє важливу роль у досягненні спортивних результатів у дзюдоїстів різного віку та рівня кваліфікації. У низці вітчизняних та зарубіжних педагогічних досліджень було виявлено позитивний вплив при застосуванні ігрового методу в тренувальному процесі: «використання ігор у підготовці спортсменів, особливо дитячого та юнацького віку, сприяє розвитку фізичних якостей, виявленню психологічних особливостей та підвищенню позитивного емоційного фону занять» [21, 26].

Морфологічні особливості борців середньої вагової категорії достовірно пов'язані з показниками, що характеризують їхню техніко-тактичну підготовленість. Результативне застосування арсеналу прийомів за умов змагань залежить від індивідуальних морфологічних особливостей спортсмена. Статистично значущими показниками були обхвати стегна та зап'ястя, ширина грудної клітки, довжина тіла, індекс маси тіла, жирова маса та м'язова маса. Крім того, розроблено методику, яка допомагає підвищити ефективність навчально-тренувального процесу та результативність на змаганнях з огляду на морфологічні особливості спортсменів.

Борці греко-римського стилю часто використовують дії з низькою оцінкою, такі як перевороти (43,6%) і переведення в положення лежачи (13,8%), тоді як дії з високою оцінкою, такі як кидки накатом (15,2%) та кидки через груди (6,1%) застосовують набагато рідше. Щоб підвищити їх ефективність та видовищності, було розроблено методику, орієнтовану на формування ефективних технічних та тактичних дій. Ці дії становлять 70% від загального обсягу техніко-тактичної підготовки у річному тренувальному

циклі кваліфікованих борців. Ця програма спрямована на підвищення варіативності, надійності оборонних та високо оцінюваних атакуючих техніко-тактичних дій [6, 17, 33].

У процесі відпрацювання технічних процесів деякі прийоми доводиться повторювати до 300 разів за одне заняття. Це часто може призвести до травмування як самого спортсмена, так і його партнера. Розроблено спеціальні тренажерні пристрої, які допомагають підвищити ефективність навчання та прискорити досягнення високої спортивної майстерності. Ці тренажери покращують статичну та швидко-силову витривалість, а також забезпечують функціональну симетрію обох частин тіла. Хоча ці пристрої можна використовувати на всіх етапах оволодіння технікою, вони найефективніші у початковому навчанні спортсменів [5, 11, 28, 31].

Була розроблена та впровадила інноваційну навчальну програму для юних дзюдоїстів на спортивно-оздоровчому етапі. Вона вказує, що: «Програма, заснована на модульній технології, відрізняється системністю та гнучкістю, дозволяючи адаптувати навчання до індивідуальних особливостей кожного, хто займається» [11, 22]. Ця програма включала кілька навчальних блоків: 1) формування стійкого інтересу до занять дзюдо; 2) розвиток основних фізичних якостей; 3) розширення та збагачення рухового досвіду; 4) ознайомлення із способами виконання базових елементів техніки дзюдо (школою дзюдо); 5) озброєння теоретичними знаннями про правила змагань, історію дзюдо, основи етикету дзюдо; 6) ознайомлення з основами змагальної діяльності у дзюдо.

У дослідженні S. Kato та S. Yamagiwa, 2011 пропонується новий метод пошуку факторів із вихідних положень до початку ефективного руху. Автори зосередилися на техніці виконання кидків у дзюдо. Хоча традиційні методики навчання руху так само використовують відео, вони не знаходять фактори, які призводили б до результативної рухової дії. Тому зараз спортсмени покладаються на поради своїх тренерів. Вони запропонували систему аналізу, яка виявляє ключові чинники ефективності, яка називається методом

статистичного вилучення. Система аналізує чинники з вихідних положень на початок успішних рухів, та був виводить ключові чинники, пов'язані з рухами. Автори показали приклади аналізу методу статистичного вилучення для кидків у дзюдо з використанням інформації про позу до початку успішних кидків, що спостерігаються на відео. Результат показав, що ключові фактори, виведені даним методом, відповідають методу навчання техніки кидків дзюдо. Таким чином, було запропоновано нову систему пошуку факторів, які призводять до успішних рухів з вихідного положення до початку цілісного руху.

Висновок з першого розділу.

Аналіз науково-методичної літератури показав, більшість травм, отриманих спортсменами-одноборцями, припадали на верхні і нижні кінцівки (62% – 85%). Травми плечового (25% - 28,7%), ліктьового (13,5%), і колінного суглобів (12,2% - 25%) були найбільш поширеними. Болі в плечі у спортсменів найчастіше виникали внаслідок проведення атакуючих дій та падінь при виконанні захисних дій.

Дзюдоїсти отримували травми колінного суглоба внаслідок виконання підхвату зсередини (18,9%), передньої підніжки (18%) та кидка через спину (16%). Ушкодження міжхребцевих дисків, БНС та м'язові спазми було діагностовано у 20-24,8% спортсменів. Поширеність нсБНС, які не можна зарахувати до конкретної причини, у спортсменів становила до 85%. Серед дзюдоїстів наявність нсБНС становила від 35,4% до 62,4%, також у 81,7% виявили рентгенологічні аномалії в області попереку.

Згідно з аналізом, найбільше травм припадає на боротьбу у стійці (78%), тоді як у партері – 18,30%. Травми найчастіше виникали у процесі сутички, під час виконання кидка (29,4% - 87,6%) чи спроби кидка.

Переважає більшість травм та ушкоджень різного ступеня тяжкості відбувалася під час тренувального процесу (71%-95%). До основних передумов виникнення травм також слід віднести величину тренувального

навантаження ($p = 0,001$), збільшення віку спортсмена ($p = 0,005$), швидку втрату маси тіла на 5% або більше від маси тіла атлета ($p = 0,007$), а також латеральне перевагу його атлета, асиметрії. Швидка втрата маси тіла наражає спортсмена на більш високий ризик травми. Біль та дискомфорт, що виникають в результаті виконання технічних дій, зокрема, кидків, також слід віднести до передумов пошкодження ОРА.

Поширеність травм та захворювань хребта у спортсменів у видах спорту, пов'язаних з ротаційними рухами, становила від 24% до 64%, з яких більша частина пошкоджень була пов'язана з надмірним використанням або напругою, що повторюється, а не з однією провокаційною подією.

Осьова ротація всього хребта від таза до черепа досягає 90° , поперекового відділу - 5° , грудного відділу - 35° . Об'єм рухливості вправо-вліво для поперекового відділу хребта складає всього 10° , що еквівалентно 5° у кожному напрямку або 1° на кожен сегмент. У грудного відділу хребта загальний обсяг рухливості значно більший і становить 75° вправо-вліво, що дорівнює 37° в кожную сторону або приблизно 3° на кожен сегмент.

Агресивне осьове скручування з високими кутовими швидкостями та екстремальних діапазонах руху було визначено як значний фактор ризику низки захворювань хребта. Автори у своїх дослідженнях припустили, що існує пряма залежність між дегенеративними змінами та болями у хребті у спортсменів та постійними швидкими та потужними обертаннями осі плечового пояса щодо осі тазу (Х-фактор).

Асиметричне навантаження, що повторюється, на одну і ту ж тканину також може згодом змінити її толерантність, збільшити швидкість механічного пошкодження і потенційно призвести до дегенерації тканини.

Основним механізмом пошкодження опорно-рухового апарату в спорті є травми від надмірного використання, що виникають в результаті навантажень, що повторюються, і їх кумулятивних ефектів. Подібні травми, зрештою, є біомеханічною подією, що виникає внаслідок механічної втоми біологічної тканини. Навантаження, що повторюється, на біологічні тканини

ілюструє накопичення пошкоджень і руйнування, що відповідає процесу механічної втоми.

Таким чином, механізм пошкодження може бути пов'язаний з порушенням об'єму рухливості суглобів і меж міцності біологічних структур в результаті механічного навантаження, пов'язаного з асиметричними рухами, що повторюються. Незважаючи на різноманіття програм та концепцій, спрямованих на навчання та вдосконалення технічної підготовки в самбо, існує явний дефіцит методик, що враховують вплив ротаційних впливів на опорно-руховий апарат спортсмена під час виконання технічних дій.

РОЗДІЛ 2.

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методи дослідження

1. Теоретичний аналіз та узагальнення даних спеціальної та науково-методичної літератури;
2. Опитування.
3. Гоніометрія.
4. Педагогічний експеримент.
5. Методи математичної статистики.
6. Біомеханічний аналіз.

2.1.1 Теоретичний аналіз та узагальнення даних спеціальної та науково-методичної літератури

Основна увага приділялася методам та засобам технічної підготовки у єдиноборствах, зокрема у самбо, які використовують автори досліджень під час навчання кидкам. Також необхідно було виявити анатомічні, біомеханічні та педагогічні фактори травматизму в навчально-тренувальній та змагальній діяльності спортсменів. Систематичний пошук та узагальнення даних науково-методичної літератури дозволили нам встановити актуальність роботи, сформулювати мету та завдання дослідження. Пошукові запити були сформовані за допомогою наступних ключових слів та логічних операторів: «технічна підготовка» та «єдиноборства»; «самбо» та «техніка»; "spine rotation" AND "sport"; "injuries" AND (martial arts OR combat sports); (((back pain) AND (spine rotation)) OR (x-factor)) AND (sports); (((back pain) AND (trunk rotation)) OR (x-factor)) AND (sports); sports spine OR rotation, OR trunk OR rotation, OR x-factor "back pain"; "mediapipe" AND "sport"; «самбо» та «кидки»; «гоніометрія» та «верхні кінцівки»; "goniometry" AND "upper limbs".

2.1.2 Опитування

Для проведення опитування було розроблено спеціальні анкети. Анкета була анонімною. Кожен опитувальник складався з 3-х частин: вступної, соціально-демографічної та основної. Вступна частина містила мету та мотиви дослідників, значимість участі в ньому респондента, запевнення у збереженні таємниці відповідей та чіткий виклад правил заповнення анкети. Друга частина включала біографічні дані спортсмена: стать, вид спорту, вагова категорія, спортивна кваліфікація. Основна частина включала питання про можливі причини травм, характер пошкоджень, латеральну перевагу, основні технічні дії спортсменів.

Опитування №1 проводилося серед спортсменів, які мали досвід занять самбо або дзюдо, у яких в анамнезі були пошкодження верхніх кінцівок або травми, що спричинили необхідність оперативного втручання, а також болі або дегенеративні зміни хребетного стовпа. Опитувальник включав 23 питання про можливі причини травм, характер пошкоджень, латеральну перевагу, основні технічні дії спортсменів.

Опитувальник № 2 складався з 22 питань аналогічного характеру і проводився серед спортсменів, які мали пошкодження нижніх кінцівок. У цьому дослідженні не враховувалися відмінності за статтю, віком та ваговою категорією респондентів.

2.1.3 Гоніометрія

Гоніометрія – вимір двограних кутів за допомогою кутоміру; у медицині застосовується для вимірювання у градусах амплітуди руху суглобів. Для дослідження функції великих суглобів кінцівок бранші кутоміра (гоніометра) розташовують по довгих осях кісток, що утворюють зчленування, а вісь кутоміра поєднують із суглобовою щілиною. Вимірюють вихідне положення суглоба, його нейтральну позицію або кут, під яким встановилася динамічна рівновага м'язів-антагоністів та кут згинання. Потім визначають амплітуду рухів суглоба, обчислюючи різницю між кутами згинання та

розгинання [4, 18, 22]. Діапазон руху (ДР) – це дуга руху у градусах між початком та кінцем руху у певній площині. Вихідним становищем для вимірювання всього обсягу рухів є анатомічне, або нейтральне. Пасивний ДР – це сфера руху, викликана додатком зовнішньої сили дослідником. Випробовуваний залишається розслабленим і відіграє активної участі у створенні руху. У нормі пасивний ДР трохи більший, ніж активний.

Гоніометрія є важливою частиною комплексного обстеження суглобів та навколишніх м'яких тканин. Всебічне обстеження зазвичай починається з опитування випробуваного та вивчення записів для отримання точного опису функціональних здібностей та повсякденної діяльності. Пасивні рухи у суглобах дозволяють оцінити ступінь рухливості та обсяг рухів. Цей метод використовується для вимірювання кількості активних та пасивних рухів у суглобі, а також аномальних фіксованих положень [17, 20]. Даний метод використовувався в нашій роботі для оцінки обсягу рухів верхніх кінцівок, зокрема, у плечовому та ліктьовому суглобах у самбістів.

2.1.4 Педагогічний експеримент

В якості піддослідних виступили спортсмени-одноборці спеціалізації самбо у кількості 10 осіб (кваліфікація – 1-й спортивний розряд, вік – $22,6 \pm 1,3$ років, маса тіла – $70,9 \pm 12,6$ кг), які увійшли до експериментальної групи. Педагогічний експеримент проводився два з половиною місяці і включав 30 навчально-тренувальних занять. Заняття у групі проходили тричі на тиждень, тривалість занять 90 хвилин. До навчально-тренувального процесу експериментальної групи в основній частині тренування були включені вправи з розробленої методики. Для оцінки ефективності методики навчання було визначено показники Х-фактору до та після проведення занять. Отримані результати порівнювалися методами математичної статистики.

2.1.5 Методи математичної статистики

Матеріали дослідження були піддані статистичній обробці з використанням методів параметричного та непараметричного аналізу. Збір, корекція, систематизація вихідної інформації та візуалізація отриманих результатів проводились в електронних таблицях Microsoft Office Excel 2019. Статистичний аналіз здійснювався у програмі IBM SPSS Statistics Base 26.0 [4, 22]. Для перевірки результатів між двома парними вибірками, що порівнюються, нами був застосований Т-критерій Вілкоксона. Даний критерій використовується для оцінки відмінностей між двома рядами вимірювань, виконаних для однієї і тієї ж сукупності досліджуваних, але в різних умовах або в різний час. Даний тест здатний виявити спрямованість і вираженість змін - тобто чи є показники більш зрушеними в одному напрямку, ніж в іншому. У цьому кожному за обчислювалася величина зміни ознаки. Усі зміни було впорядковано за абсолютною величиною (без урахування знака). Потім рангам записується зміна знака («+» чи «-»), кожного знаку ранги сумуються. Вибиралася менша сума рангів (Т), яка порівнювалася зі значенням Т-критерію. Якщо необхідне значення Т було менше або дорівнює критичному, це призвело до висновку про наявність статистичної значущості значень порівнюваних виборів.

2.1.6 Біомеханічний аналіз

Реєстрація біомеханічних характеристик руху проводилася з використанням Qualisys Track Manager (QTM) (версія 2021.1, Швеція) та програмного забезпечення Visual 3D (C-Motion, Джермантаун, Кентуккі, США) [21, 26]. Дана система здійснює оцінку техніки виконання рухів на основі створення тривимірної моделі людського тіла, що рухається з проведенням математичного аналізу основних аспектів руху.

Qualisys Track Manager – це програмне забезпечення для збору даних на базі Windows з інтерфейсом, що дозволяє здійснювати 2D та 3D захоплення руху. Під час захоплення інформація у 3D, 2D та 6DOF відображається в реальному часі, забезпечуючи миттєве підтвердження точності даних. Під час

захоплення даних інформація від восьми камер відображається в режимі реального часу, що дозволяє миттєво підтвердити точність даних, що захоплюються. Дані з окремих 2D-камер швидко обробляються і перетворюються на дані 3D або 6DOF з використанням передових алгоритмів різних характеристик руху. Ці дані можуть бути експортовані до програмного забезпечення для аналізу у кількох зовнішніх форматах.

2.2 Організація дослідження

Дослідження проводилося у кілька послідовних етапів.

Перший етап – попередній. Було розглянуто особливості навчання кидкам з поворотом у єдиноборствах на прикладі самбо, намічено шляхи нейтралізації негативних ефектів для опорно-рухового апарату спортсменів під час навчання руховим діям.

Другий етап – пошуково-теоретичний. Проведено аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури з проблеми, що вивчається; виявлено протиріччя, що зумовлюють необхідність розробки сучасних методик навчання техніки та профілактики пошкоджень опорно-рухового апарату спортсменів, що дозволили сформулювати проблему, гіпотезу, мету та завдання цього дослідження; вибрано методи дослідження.

Третій етап – дослідно-експериментальний. Здійснювалися розробка та вибір тестів. Проведення лабораторних та педагогічних експериментів. Теоретично обґрунтовувалася методика визначення Х-фактора під час виконання кидків з поворотом. Розроблялася методика навчання та впровадження її у навчально-тренувальний процес експериментальної групи спортсменів.

Четвертий етап – узагальнюючий. Проводився кількісний та якісний аналіз результатів, отриманих у процесі експериментального дослідження, їх узагальнення, систематизація, формулювання висновків та оформлення у вигляді.

В опитуванні взяли участь 60 самбістів та дзюдоїстів різної кваліфікації

(3-й розряд – 1, 2-й розряд – 1, 1-й розряд – 5, КМС – 16, МС – 31, МСМК – 4, ЗМС – 2) з травмами верхніх (плечовий суглоб – 3, 3%) та нижніх кінцівок (тазостегновий суглоб – 1,6%, колінний суглоб – 38,3%, гомілковостопний суглоб – 6,6%). Серед опитаних були як чинні спортсмени (57%), так і ті, хто вже припинив змагальну діяльність (43%).

У першому дослідженні взяли участь 15 самбістів (вік – $20,3 \pm 1,39$ років, маса тіла – $67,6 \pm 13,07$ кг). Досліджувані поміщалися на спеціальну поверхню, де в положенні лежачи на грудях проводилася фіксація плечового суглоба та лопатки. Далі за допомогою електронного гоніометра проводилося вимірювання амплітуди руху в плечовому суглобі до болючого впливу. Вимірюваним був кут між поверхнею та кінцівкою при її згинанні/розгинанні в сагітальній площині. Всі виміри руху плечового суглоба, взяті та проаналізовані в цьому дослідженні, являли собою пасивний діапазон руху.

У другому дослідженні як випробувані виступили 23 самбісти (вік – $22,5 \pm 2,6$ років, маса тіла – $72,4 \pm 15,7$ кг), які не мали хірургічного втручання у функціонування верхніх кінцівок в анамнезі. Досліджуваних тестували в положенні лежачи на спині з відведенням плечового суглоба на 90° . За допомогою електронного гоніометра була виміряна внутрішня та зовнішня ротація домінуючої та недомінантної кінцівок. Нерухлива частина гоніометра розташовувалась вертикально і дистальний кінець ліктьового відростка був поверхневим орієнтиром для вирівнювання, рухлива частина гоніометра була поєднана з латеральною поверхнею ліктьової кістки. Стабілізація лопатково-грудного суглоба проводилася дослідником за допомогою утримуючої сили, що прикладається рукою дослідника до передньої поверхні плеча.

З метою виявлення біомеханічних особливостей виконання техніки кидків з поворотом у самбо нами було проведено лабораторне дослідження для визначення значення Х-фактора при виконанні кидка передня підніжка з різними варіантами захватів.

Дослідження проводилося з використанням оптико-електронного та динамометричного апаратно-програмного комплексу «Qualisys» із

програмним забезпеченням «Qualisys Track Manager» та «Visual 3D» (C-Motion).

При аналізі даних було побудовано модель тіла спортсмена, і кінематичні параметри розраховані з урахуванням локальної системи координат (вісь XY). Всі тривимірні положення від маркерів, що відбивають, були визначені з посиланням на глобальну систему координат. Через світловідбивні маркери, що відповідають анатомічним орієнтирам осей таза та плечового пояса, були проведені лінії, що з'єднують відповідні точки правої та лівої сторін сегментів.

Методика визначення X-фактора полягала в наступному:

1. Вибір оптимальних варіантів кидків для подальшого відеоаналізу.
2. Безпосередньо відеозапис кидків.
3. Проведення пост-аналізу записаного відеоряду двома методами: аналіз відео з використанням спеціального програмного забезпечення MediaPipe (3D метод), а також авторський метод плоского (2D) аналізу окремих кадрів із відео з використанням програми Adobe Photoshop.
4. Статистичне порівняння двох методів аналізу.

Випробуваний виконав 9 варіантів кидків з поворотом по 3 спроби на кожний варіант (усього 27 спроб). Після чого, для детальнішого аналізу та обробки результатів, з усіх спроб були відібрані 9, по одній на кожен варіант кидка. Зазначена вибірка визначалася за такими критеріями:

1. Вісь тулуба випробуваного повинна бути максимально наближена до осі камери і розташовуватися в процесі кидка паралельно поздовжньої осі камери.
2. Контрольні точки тулуба випробуваного позначалися кольоровим тейпом симетрично на акроміальних відростках і клубових кістках випробуваного були максимально відкриті для зйомки.

Проведення відеозапису здійснювалося з виконанням таких умов:

- ☐ параметри зйомки Video - HVC1 1920x1080, 60fps;
- ☐ камера повинна бути встановлена на висоті 1,2 м для подальшої

фіксації прямої проекції тіла як найбільш підходящої для подальшого двовимірного аналізу;

- поперечна вісь камери розташовувалась паралельно осі горизонту.

3. Проведення постаналізу отриманих даних.

Як було зазначено вище, обробка даних щоб одержати кількісних кутових показників здійснювалася двома методами. На першому етапі був використаний фреймворк MediaPipe, який забезпечує кросплатформні настроювані рішення машинного навчання і розпізнавання відео як для вже підготовлених мультимедіа файлів, так і для роботи з потоковими відео в реальному часі.

На другому етапі використовувався графічний редактор Adobe Photoshop CS6 для двовимірного аналізу. На виділеному раніше відеокадрі за допомогою інструмента "лінійка", що виконує функції транспорту (кутомера). Для цього було проведено лінії через заздалегідь виявлені контрольні точки на тулубі спортсмена. Х-фактор був визначений як кут між цими осями у площині ХУ.

..

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Предиктори травматизму спортсменів при виконанні технічних дій з поворотом в єдиноборствах

В даний час в науковій періодиці активно вивчається вплив металевих і кидкових рухів із зовнішнім і внутрішнім обертанням плеча на здоров'я суглобово-зв'язкового апарату верхніх кінцівок атлетів, але не відображені в повній мірі межі безпечного руху верхньої кінцівки для спортсменів, які виконують металеві дії. У самбо дане явище поки не отримало належної уваги дослідників. Кидки з поворотом є схожими за біомеханікою рухами. Багаторазове повторення технічних дій з максимально можливою амплітудою руху верхніх кінцівок викликає больові відчуття, підвищує ризик пошкодження структур опорно-рухового апарату спортсмена і збільшує захисно-атакуючий потенціал суперника. Виконання захвату в поєдинку впливає на положення кисті і передпліччя, може бути визначальним фактором обмеження рухливості в суглобах. Дане дослідження присвячене визначенню допустимого діапазону руху в плечовому і ліктьовому суглобах у здорових самбістів при виконанні кидків в стійці, а також виявленню можливої асиметрії між кінцівками.

Положення кисті та передпліччя при виборі захвату також може бути визначальним фактором обмеження рухливості в суглобах верхніх кінцівок, збільшуючи можливість супротивника для виконання захисних і атакуючих дій.

У даному дослідженні була зроблена спроба визначення можливого діапазону зовнішнього і внутрішнього обертання при відведенні на 90° в плечовому суглобі в залежності від розташування передпліччя, а також виявлення двосторонніх відмінностей між верхніми кінцівками в даній вибірці спортсменів.

Ми вибрали 4 положення передпліччя для гоніометрії плеча: нейтральне, супінація кисті 90°, максимальна пронація, максимальна супінація. Це пояснюється різноманітністю захватів і положень, використовуваних атлетами при виконанні кидків з поворотом. Під домінантною тут слід розуміти кінцівку, в бік якої виконувався поворот, як найбільш звичну для випробуваного при виконанні технічних дій.

При тестуванні спортсменів досліджуваної вибірки були отримані наступні дані (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Оцінка зміни кутових показників домінантної кінцівки у випробовуваних

Напрямок обертання		Зовнішнє обертання, град	Внутрішнє обертання, град
Положення передпліччя	Нейтральне	113,39 ± 12,04	88,39 ± 10,96
	Супінація 90°	110,78 ± 13,24	85,26 ± 14,06
	Пронація <u>max</u>	101,04 ± 13,32	81,91 ± 9,48
	Супінація <u>max</u>	111,04 ± 14,13	79,57 ± 17,41
p-значення		$<0,001^*$ $p^{1-2} = 0,616$ $p^{1-3} < 0,001^*$ $p^{1-4} = 0,873$ $p^{2-3} < 0,001^*$ $p^{2-4} = 1,00$ $p^{3-4} < 0,001^*$	$<0,001^*$ $p^{1-2} = 0,388$ $p^{1-3} = 0,001^*$ $p^{1-4} < 0,001^*$ $p^{2-3} = 0,238$ $p^{2-4} = 0,010^*$ $p^{3-4} = 0,512$

* – зміни показників статистично значущі ($p < 0,05$)

При оцінці зміни кутових показників зовнішнього обертання домінантної кінцівки (таблиця 5) залежно від положення передпліччя відзначалися статистично значущі відмінності ($p < 0,001$).

Апостеріорні порівняння показали статистично значущі зміни при зіставленні даних нейтрального положення і положення максимальної пронації ($p < 0,001$), положення супінації 90° і максимальної пронації ($p < 0,001$), а також при зіставленні даних максимальної пронації і максимальної супінації ($p < 0,001$).

При оцінці зміни кутових показників внутрішнього обертання домінантної кінцівки в залежності від положення передпліччя також відзначалися статистично значущі відмінності ($p < 0,001$). Апостеріорні порівняння показали статистично значущі зміни при зіставленні даних нейтрального положення і положення максимальної пронації ($p = 0,001$), нейтрального положення і максимальної супінації ($p < 0,001$), а також при зіставленні даних положення супінації 90° максимальної супінації ($p = 0,010$).

При оцінці зміни кутових показників зовнішнього обертання недомінантної кінцівки (таблиця 3.2) залежно від положення передпліччя відзначалися статистично значущі відмінності ($p = 0,004$).

Таблиця 3.2 – Вплив положення передпліччя на діапазон руху недомінантної кінцівки у випробовуваних

Напрямок обертання		Зовнішнє обертання, град	Внутрішнє обертання, град
Положення передпліччя	Нейтральне	$110,87 \pm 17,41$	$89,52 \pm 14,04$
	Супінація 90°	$111,04 \pm 18,09$	$87,52 \pm 18,06$
	Пронація <u>max</u>	$104,13 \pm 16,43$	$86,96 \pm 15,34$
	Супінація <u>max</u>	$108,74 \pm 18,25$	$82,48 \pm 17,22$
p-значення		$0,004^*$ $p^{1-2} = 1,00$ $p^{1-3} = 0,007^*$ $p^{1-4} = 0,847$ $p^{2-3} = 0,002^*$ $p^{2-4} = 0,616$ $p^{3-4} = 0,068$	$0,017^*$ $p^{1-2} = 0,92$ $p^{1-3} = 0,623$ $p^{1-4} = 0,013^*$ $p^{2-3} = 1,00$ $p^{2-4} = 0,068$ $p^{3-4} = 0,203$

* – зміни показників статистично значущі ($p < 0,05$)

Апостеріорні порівняння показали статистично значущі зміни при порівнянні даних нейтрального положення і положення максимальної пронації ($p = 0,007$), а також при порівнянні положення супінації 90° і максимальної пронації ($p = 0,002$).

При оцінці зміни кутових показників внутрішнього обертання недомінантної кінцівки залежно від положення передпліччя також

відзначалися статистично значущі відмінності ($p=0,017$). Апостеріорні порівняння в даному випадку показали статистично значущі зміни при зіставленні даних нейтрального положення і положення максимальної супінації ($p=0,013$).

При порівнянні даних зовнішнього обертання статистично значущі зміни виявлені не були (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Порівняння середніх значень кутових показників зовнішнього обертання між кінцівками у випробовуваних

Положення передпліччя	Кінцівка				р-значення
	Домінантна		Недомінантна		
	M±SD	95%ДІ	M±SD	95% ДІ	
Нейтральне, град	113,39 ± 12,04	108,2 – 118,6	110,87 ± 17,41	103,3 – 118,4	0,483
Супінація 90°, град	110,78 ± 13,24	105,1 – 116,5	111,04 ± 18,08	103,2 – 118,9	0,945
Пронація <u>тах</u> , град	101,04 ± 13,32	95,3 – 106,8	104,13 ± 16,43	97,0 – 111,2	0,410
Супінація <u>тах</u> , град	111,04 ± 14,13	104,9 – 117,2	108,74 ± 18,25	100,9 – 116,3	0,550

* – зміни показників статистично значущі ($p<0,05$)

Таблиця 3.4 – Порівняння середніх значень кутових показників внутрішнього обертання між кінцівками у випробовуваних

Положення передпліччя	Кінцівка				р-значення
	Домінантна		Недомінантна		
	M±SD	95%ДІ	M±SD	95% ДІ	
Нейтральне, град	88,39 ± 10,97	83,7 – 93,1	89,52 ± 14,04	83,5 – 95,6	0,586
Супінація 90°, град	85,26 ± 14,06	79,2 – 91,3	87,52 ± 18,06	79,7 – 95,3	0,404
Пронація тах, град	81,91 ± 9,48	77,8 – 86,0	86,96 ± 15,34	80,3 – 93,6	0,030*
Супінація тах, град	79,57 ± 13,71	73,6 – 85,5	82,48 ± 17,22	75,0 – 89,9	0,143

При порівнянні кутових значень внутрішнього обертання між домінантною і недомінантною кінцівкою (таблиця 3.4) у випробовуваних у положенні максимальної пронації передпліччя за допомогою парного Т-критерію Стюдента були встановлені статистично значущі зміни ($p=0,030$).

3.2. Методика оцінки X-фактору при виконанні кидків із поворотом у самбо

Для дослідження було обрано кидок передня підніжка з різними варіантами захватів. Вибір прийому був обумовлений певними особливостями кидка: наявністю повороту спиною до суперника, рухомої системи взаємодії з суперником та наявністю відразу кількох потенційних суглобів-мішеней.

Випробуваний №1 виконував 6 варіантів кидка по 3 спроби на кожний варіант (рис. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4).



Рисунок 3.1 – Стартове становище спортсменів на відео під час виконання кидка передня підніжка з різнобічним захопленням відвороту

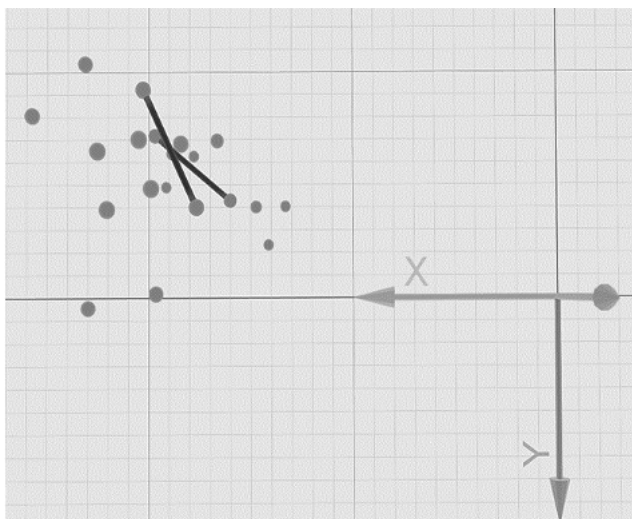


Рисунок 3.2 – Стартове положення спортсмена під час виконання кидка передня підніжка з різнобічним захопленням відвороту та рукава у площині XY

Результати значень X-фактору були виявлені наступні: захватом руки і різнойменного відвороту куртки - $70,61^\circ$, захватом руки та однойменного відвороту куртки - $60,66^\circ$, захватом руки та обхватом тулуба з-під різнойменної руки - $54,96^\circ$, захватом $51,97^\circ$, захопленням руки на плече - $43,97^\circ$, захопленням руки та поясу - $40,84^\circ$.



Рисунок 3.3 – Пік кутового значення X-фактору при кидку передня підніжка із захватом рукава та різнобічного відвороту на відео

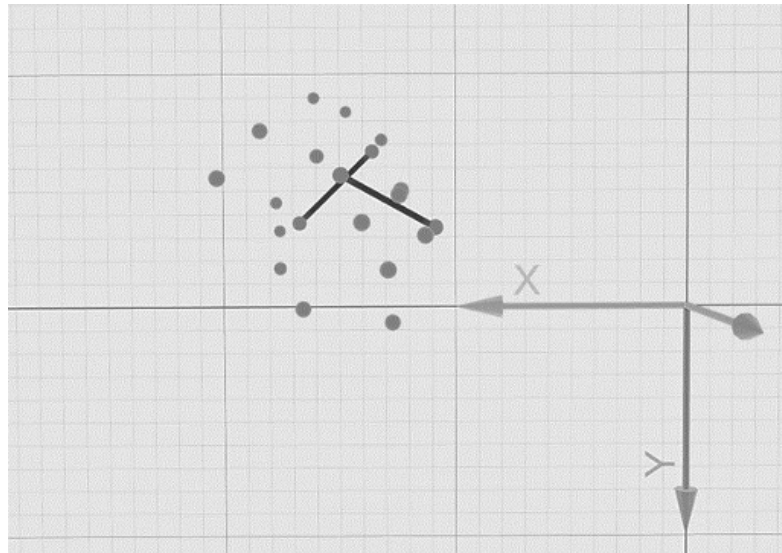


Рисунок 3.4 – Пік кутового значення Х-фактору при кидку передня підніжка з різнобічним захопленням відвороту та рукава у площині ХУ

Випробуваний №2 виконував 2 варіанти кидка в обидві сторони, а також по 3 спроби на кожний варіант. У всіх спробах визначався пік кутового значення, після чого було підраховано середні значення Х-фактору для кожного варіанту (табл. 3.5).

За допомогою методів математичної обробки було отримано статистичні показники результатів та оцінено достовірність відмінностей отриманих даних (за критерієм Вілкоксона).

Отримані дані першого випробуваного (таблиця 3.1) показують, що середні значення Х-фактору статистично значно розрізняються при виконанні кидка з різними захопленнями.

Таблиця 3.5 - Оцінка показників Х-фактору при виконанні передньої підніжки з двома варіантами захватів

Варіанти захватів	M±SD	p-значення
Захватом рукава та поясу	54,9 ± 2,1	0,01*
Захопленням рукава та різнойменного відвороту	70,6 ± 4,3	

Таким чином, можна зробити висновок, що чим більше показник Х-фактора, тим більше негативний вплив надає технічну дію на поперековий та грудний відділи хребта. Тому на початковому етапі навчання техніки ми рекомендуємо вибирати ті варіанти кидків, які дозволяють знизити ефект, що травмує, для опорно-зв'язувального апарату спортсмена.

Аналіз результатів другого випробуваного (табл. 3.6) показує, що середні значення Х-фактору достовірно різняться між кидками у праву та ліву сторони.

Таблиця 3.6 – Рівень значущості відмінностей Х-фактору при виконанні передньої підніжки у дві сторони

Варіанти захватів		M $\pm$ SD	р-значення
Захватом руки та поясу	Вліво	48,3 $\pm$ 2	0,04*
	Вправо	40,7 $\pm$ 2	
Захопленням руки та різнойменного відвороту	Вліво	52,1 $\pm$ 3	0,01*
	Вправо	48,1 $\pm$ 1	

Тобто, у спортсмена є асиметрія при виконанні передньої підніжки в обидві сторони. У свою чергу, це може говорити про слабкість зв'язок та м'язів, які обслуговують поперековий відділ хребта з «незручної» для спортсмена сторони. Отже, рекомендується при навчанні кидка на початковому етапі приділяти увагу обом сторонам однаково.

У нашій роботі для біомеханічного аналізу було відібрано 9 варіантів кидків з поворотом з різними захватами (таблиця 3.7). Далі описано приклад детального аналізу на прикладі кидка передня підніжка з захватом рукава і однойменного відвороту на грудях.

Для оцінки зміни Х-фактору у всіх фазах виконання кидка була побудована діаграма. На ній представлені первинні дані, які були відібрані за

допомогою фільтра ковзного середнього (МА) з інтервалом 5. При зіставленні даних відеозйомки та діаграми нами були визначені часові відрізки, що відповідають фазам кидка. Далі пік Х-фактора був визначений візуально як найбільше значення в другій фазі по осі Y – 36°, а по осі X – 4,25 с.

На графіку можна виділити описані вище три фази кидка. Характер зміни графіка, а також відповідність стоп-кадрів ключовим точкам на графіку, підтверджують достовірність отриманих даних. Аналогічним чином були визначені показники Х-фактору для всіх 9 варіантів кидків з поворотом. Результати представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Визначення Х-фактору різними методами при виконанні варіантів кидків з поворотом

Варіант кидка	Х-фактор в MediaPipe (3D), град MA $\pm$ SD	Х-фактор в Photoshop (2D), град
Передня підніжка з захватом рукава та поясу	19,5 $\pm$ 5,02	20
Передня підніжка з захватом рукава та куртки на спині із-під руки	15,3 $\pm$ 3,81	17
Передня підніжка з захватом рукава та куртки на спині зверху	29,5 $\pm$ 9,06	28
Передня підніжка з захватом рукава та різнойменного одворота на грудях	19,97 $\pm$ 9,78	20
Передня підніжка з захватом рукава та однойменного одворота на грудях	29,6 $\pm$ 7,25	29
Через стегно з захватом рукава та поясу	32,3 $\pm$ 6,92	34
Через стегно з захватом рукава та ший	37,6 $\pm$ 9,44	36
Через спину захватом руки на плече	16,5 $\pm$ 2,33	18
Через спину захватом рукава та однойменного одворота на грудях	16,2 $\pm$ 6,87	13

Залежність різниці вимірювань двох методів від величини показника Х-

фактору графічно представлена на діаграмі Бланда-Альтмана (рис. 3.5).

Проведений аналіз показав, що при зіставленні оцінок показників Х-фактору, отриманих різними методами, різниця вимірювань істотно не залежала від величини показника ($r_{xy} = -0,007$, $p = 0,985$).

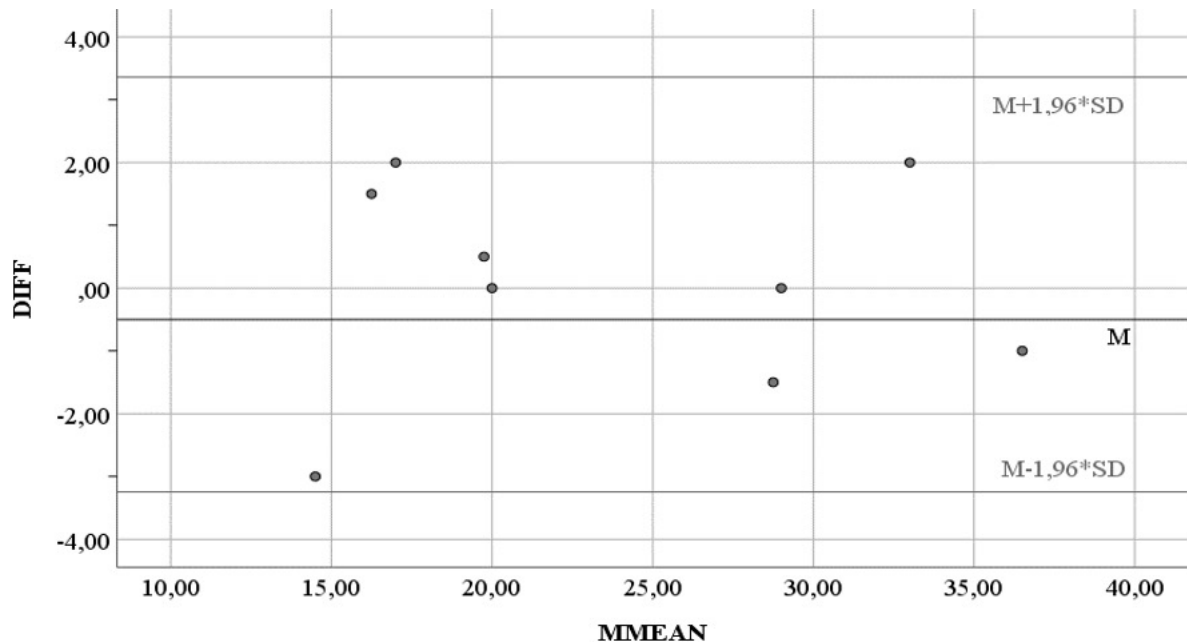


Рисунок 3.5 – Діаграма Бланда-Альтмана, що характеризує залежність різниці вимірювань двох методів від величини показника Х-фактору

Значення середньої різниці між вимірами склало всього 0,056 (стандартне відхилення різниці склало $\pm 1,685$), що свідчить про відсутність систематичної розбіжності даних і про хорошу порівнянність результатів досліджуваних методів біомеханічного аналізу руху.

3.2. Теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності методики навчання кидкам із поворотом у самбо

Для оцінки зміни Х-фактору у всіх фазах виконання кидка первинні дані також були відібрані за допомогою фільтра ковзного середнього (МА) з інтервалом 5 та побудована діаграма. Візуально було визначено пік Х-фактору, який відповідав найбільшому значенню по осі Y. При зіставленні даних відеозйомки та діаграми нами були визначені часові відрізки, що

відповідають фазам кидка. При виконанні випробуванням передньої підніжки із захопленням рукава та однойменного відвороту на грудях під час первинного тестування пік Х-фактору був визначений у другій фазі кидка і відповідав $44,55^\circ$ по осі Y та 4,4 с по осі X (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Пік Х-фактору при виконанні передньої підніжки із захопленням рукава та однойменного відвороту куртки на грудях до експерименту у 3D

При виконанні випробуванням передньої підніжки із захопленням рукава і однойменного відвороту на грудях під час повторного тестування пік Х-фактору був визначений також у другій фазі кидка і відповідав $42,88^\circ$ по осі Y і 1,7 с по осі X (рис. 3.7).

Для перевірки ефективності розробленої нами методики були кількісно виявлені та оцінені показники Х-фактору до і після експерименту (таблиця 3.8). Статистичний аналіз був виконаний в програмі SPSS з використанням ANOVA з повторними вимірами і за допомогою парного Т-критерію Стьюдента.

При первинному тестуванні спортсменів досліджуваної вибірки були отримані наступні дані (таблиця 3.8).

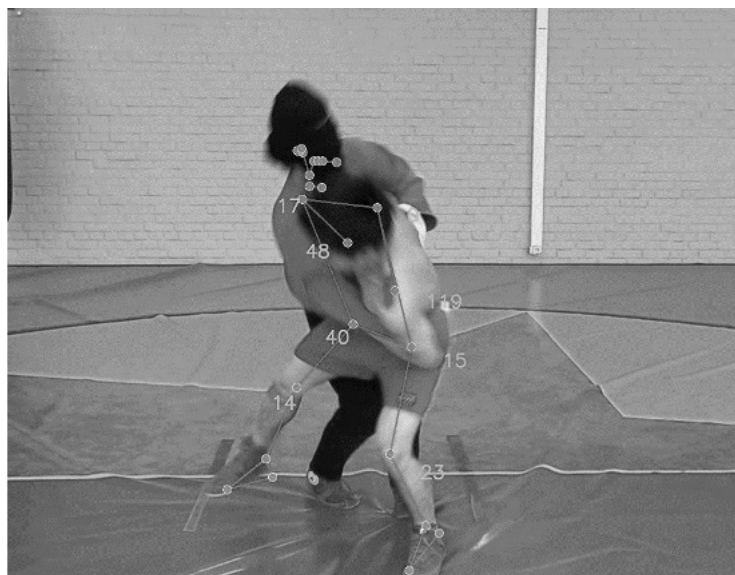


Рисунок 3.7 – Пік Х-фактору при виконанні передньої підніжки із захопленням рукава та однойменного відвороту куртки на грудях після експерименту у 3D

Таблиця 3.8 – Оцінка показників Х-фактору при виконанні передньої підніжки (з різними варіантами захватів) до і після експерименту

Варіант захвату	Пік Х-фактору, град				р-значення
	До експерименту		Після експерименту		
	М ± SD	95%ДІ	М ± SD	95%ДІ	
Рукава та поясу	44,68 ± 2,84	42,65 – 46,72	39,54 ± 2,33	37,87 – 41,22	<0,001*
Рукава та куртки на спині з-під руки	47,43 ± 2,85	45,39 – 49,48	43,34 ± 3,5	40,84 – 45,85	0,002*
Руки на плече	50,61 ± 3,13	48,38 – 52,85	46,63 ± 2,5	44,84 – 48,42	<0,001*
Рукава та куртки на спині зверху	57,07 ± 0,88	56,43 – 57,7	52,12 ± 2,85	50,08 – 54,16	<0,001*
Рукава и однойменного одворота куртки на груди	51,21 ± 4,25	48,17 – 54,25	47,46 ± 4,07	44,55 – 50,38	<0,001*
Рукава и різнойменного одворота куртки на груди	64,82 ± 3,3	62,47 – 67,18	58,99 ± 4,12	56,04 – 61,94	<0,001*

При порівнянні показників Х-фактору у випробовуваних при виконанні передньої підніжки до і після експерименту за допомогою парного Т-критерію Стьюдента були встановлені статистично значущі зміни при всіх варіантах кидка, а саме: захватом рукава і поясу ($p < 0,001$), захопленням рукава і куртки на спині з-під руки ($p = 0,002$), захопленням руки на плече ($p < 0,001$), захватом рукава і куртки на спині зверху ($p < 0,001$), захопленням рукава і однойменного відвороту куртки на грудях ($p < 0,001$), захопленням рукава і різнойменного відвороту куртки на грудях ($p < 0,001$).

При оцінці впливу захоплення на величину Х-фактору при виконанні передньої підніжки відзначалися статистично значущі відмінності ($p < 0,001$) (таблиця 3.9).

Апостеріорні порівняння показали статистично значущі зміни при зіставленні кутових показників наступних варіантів захватів: рукави та пояси – рукави та куртки на спині з-під руки ($p = 0,008$); рукави та пояси – руки на плече ($p = 0,008$); рукави та пояси – рукави та однойменного відвороту на грудях ($p = 0,002$); рукави та пояси – рукави та куртки на спині зверху ($p < 0,001$); рукави та пояси – рукави та різнойменного відвороту на грудях ($p < 0,001$); рукави та куртки на спині з-під руки – рукави та куртки на спині зверху ($p < 0,001$); рукави та куртки на спині з-під руки – рукави та різнойменного відвороту на грудях ($p < 0,001$); руки на плече – рукави та куртки на спині зверху ($p = 0,004$); руки на плече – рукави та різноманітного відвороту на грудях ($p < 0,001$); рукави та однойменного відвороту на грудях – рукави та куртки на спині зверху ($p = 0,013$); рукави та однойменного відвороту на грудях – рукави та різнойменного відвороту на грудях ($p < 0,001$); рукави та куртки на спині зверху – рукави та різнойменного відвороту на грудях ($p < 0,001$).

В результаті було визначено оптимальну послідовність варіантів кидка при навчанні передній підніжці.

Таблиця 3.9 – Оцінка зміни Х-фактору при виконанні передньої підніжки в залежності від захоплення

Варіант захвату	Пік Х-фактору, град		р-значення
	М ± SD	95% ДІ	
1. Рукава та поясу	44,68 ± 2,84	42,65 – 46,72	<0,001* p1-2 = 0,008* p1-3 = 0,008*
2. Рукава та куртки на спині з-під руки	47,43 ± 2,85	45,39 – 49,48	p1-4 = 0,002* p1-5 < 0,001* p1-6 < 0,001*
3. Руки на плече	50,61 ± 3,13	48,38 – 52,85	
4. Рукава та однойменного одворота куртки на груди	51,21 ± 4,25	48,17 – 54,25	p2-3 = 0,322 p2-4 = 0,061 p2-5 < 0,001*
5. Рукава и куртки на спині зверху	57,07 ± 0,88	56,43 – 57,7	p2-6 < 0,001* p3-4 = 1,0
6. Рукава та різнойменного одворота куртки на груди	64,82 ± 3,3	62,47 – 67,18	p3-5 = 0,004* p3-6 < 0,001* p4-5 = 0,013* p4-6 < 0,001* p5-6 < 0,001*

При зіставленні показників Х-фактору у випробовуваних при виконанні кидка через стегно до та після експерименту були встановлені статистично значущі зміни при наступних варіантах кидка: захопленням рукава та поясу ($p < 0,001$), захопленням рукава та куртки на спині з-під руки ($p < 0,001$), ($0,001$), захопленням рукава та поясу через однойменне плече ($p < 0,001$) (таблиця 3.10).

Оцінюючи впливу захоплення на величину Х-фактору під час виконання кидка через стегно відзначалися статистично значущі відмінності ($p < 0,001$) (таблиця 3.11).

Таблиця 3.10 – Оцінка показників Х-фактору при виконанні кидка через

стегно (з різними варіантами захватів) до та після експерименту

Варіант захвату	Пік Х-фактору, град				Р-значення
	До експерименту		Після експерименту		
	М ± SD	95% ДІ	М ± SD	95% ДІ	
Рукава та поясу	50,42 ± 2,41	48,69 – 52,15	42,58 ± 2,13	41,07 – 44,1	<0,001*
Рукава та куртки на спині з-під руки	54,71 ± 2,83	52,68 – 56,74	47,5 ± 3,01	45,34 – 49,65	<0,001*
Рукава та обхватом шиї	73,49 ± 4,38	70,35 – 76,63	64,34 ± 2,15	62,8 – 65,87	<0,001*
Рукава та поясу через однойменне плече	57,49 ± 2,19	55,92 – 59,06	53,31 ± 3,04	51,13 – 55,48	<0,001*

* – зміни показників статистично значущі (p<0,05)

Таблиця 3.11 – Оцінка зміни Х-фактору під час кидка через стегно залежно від захватів

Варіант захвату	Пик Х-фактору, град		р-значення
	М ± SD	95% ДІ	
1. Рукава та поясу	50,42 ± 2,41	48,69 – 52,15	<0,001*
2. Рукава та куртки на спині із-під руки	54,71 ± 2,83	52,68 – 56,74	p1-2 = 0,008* p1-3 < 0,001*
3. Рукава та поясу через однойменне плече	57,49 ± 2,19	55,92 – 59,06	p1-4 < 0,001* p2-3 = 0,020*
4. Рукава та обхватом шиї	73,49 ± 4,38	70,35 – 76,63	p2-4 < 0,001* p3-4 < 0,001*

* – зміни показників статистично значущі (p<0,05)

Апостеріорні порівняння показали статистично значущі зміни при зіставленні кутових показників наступних варіантів захватів: рукави та пояси – рукави та куртки на спині з-під руки (p=0,008); рукави та пояси – рукави та пояси через однойменне плече (p<0,001); рукави та пояси – рукави та обхватом

ший ($p<0,001$); рукави та куртки на спині з-під руки – рукави та пояси через однойменне плече ($p=0,020$); рукави та куртки на спині з-під руки – рукави та обхватом ший ($p<0,001$); рукави та пояси через однойменне плече – рукави та обхватом ший ($p<0,001$).

При виконанні випробовуваним кидка через спину із захопленням рукава та різнойменного відвороту куртки на грудях під час первинного тестування пік Х-фактору був визначений у другій фазі кидка і відповідав $56,96^\circ$ по осі Y та 4,75 с по осі X (рис. 3.8).

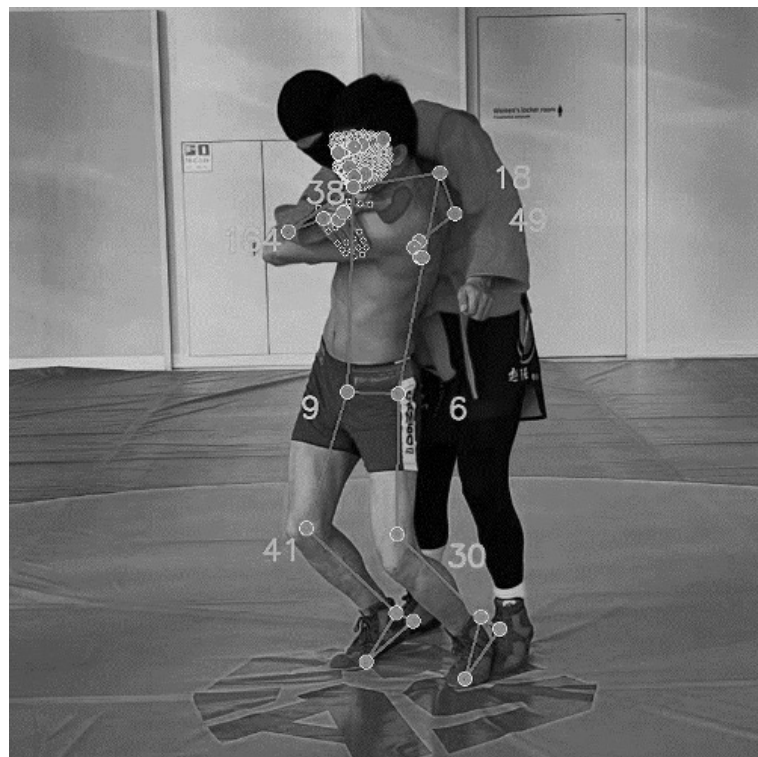


Рисунок 3.7 – Пік Х-фактору при виконанні кидка через спину із захопленням рукава і різнойменного відвороту куртки на грудях до експерименту в 3D

При виконанні випробовуваним кидка через спину із захопленням рукава і різнойменного відвороту куртки на грудях під час повторного тестування пік Х-фактору також був визначений у другій фазі кидка і відповідав $40,34^\circ$ по осі Y і 1,55 с по осі X (рис. 3.9).



Рисунок 3.8 – Пік Х-фактору при виконанні кидка через спину із захопленням рукава та різнойменного відвороту куртки на грудях після експерименту у 3D

При зіставленні показників Х-фактору у піддослідних при виконанні кидка через спину до та після експерименту були встановлені статистично значущі зміни при наступних варіантах кидка: захопленням руки на плече ($p < 0,001$), захопленням рукава та різнойменного відвороту куртки на грудях ($p < 0,001$), захопленням рукава та однойменного відвороту куртки на грудях ($p < 0,001$) (таблиця 3.12).

Оцінюючи впливу захоплення на величину Х-фактору під час виконання кидка через спину відзначалися статистично значущі відмінності ($p < 0,001$) (табл. 3.13). Апостеріорні порівняння показали статистично значущі зміни при зіставленні кутових показників наступних варіантів захватів: руки на плече – рукави та однойменного відвороту куртки на грудях ($p = 0,002$); руки на плече – рукави та різноманітного відвороту куртки на грудях ($p < 0,001$); рукави та однойменного відвороту куртки на грудях – рукави та різнойменного відвороту куртки на грудях ($p = 0,001$).

Таблиця 3.12 – Оцінка показників Х-фактору при виконанні кидка через спину (з різними варіантами захватів) до та після експерименту

Варіант захвату	Пік Х-фактору, град				р-значення
	До експерименту		Після експерименту		
	М ± SD	95% ДІ	М ± SD	95% ДІ	
Руки на плече	56,08 ± 4,35	52,96 – 59,19	44,02 ± 4,63	40,71 – 47,32	<0,001*
Рукава и різнойменного одворота куртки на груді	69,55 ± 5,48	65,63–73,47	59,93 ± 8,61	53,77 –66,09	<0,001*
Рукава та однойменного одворота куртки на груді	62,06 ± 3,45	59,59 – 64,53	55,56 ± 5,11	51,91 – 59,22	<0,001*

* – зміни показників статистично значущі (p<0,05)

Таблиця 3.13 – Оцінка зміни Х-фактору під час кидка через спину залежно від захоплення

Варіант захвату	Пік Х-фактору, град		р-значення
	М ± SD	95% ДІ	
1. Руки на плече	56,08 ± 4,35	52,96 – 59,19	<0,001*
2. Рукава та однойменного одворота куртки на грудях	62,06 ± 3,45	59,59 – 64,53	p1-2 = 0,002* p1-3 < 0,001*
3. Рукава та різнойменного одворота куртки на грудях	69,55 ± 5,48	65,63 – 73,47	p2-3 = 0,001*

* – зміни показників статистично значущі (p<0,05)

При зіставленні показників Х-фактору у піддослідних при виконанні підхвату зовні до та після експерименту були встановлені статистично значущі зміни при наступних варіантах кидка: захопленням рукава та поясу (p <0,001),

захопленням рукава і куртки на спині з-під руки ($p < 0,001$), захопленням рукава і куртки на спині зверху ($p < 0,001$), захопленням рукава і різноманітного відвороту куртки на грудях ($p < 0,001$) (таблиця 3.14).

Таблиця 3.14 – Оцінка показників Х-фактору при виконанні підхвату зовні (з різними варіантами захоплення) до та після експерименту

Варіант захвату	Пік Х-фактору, град				р-значення
	До експерименту		Після експерименту		
	М ± SD	95% ДІ	М ± SD	95% ДІ	
Рукава та поясу	53,24 ± 3,26	50,91 – 55,57	47,42 ± 3,17	45,16 – 49,68	<0,001*
Рукава та куртки на спині із- під руки	56,78 ± 2,52	54,97 – 58,59	50,91 ± 3,57	48,35 – 53,46	<0,001*
Рукава та куртки на спині зверху	74,94 ± 4,12	71,94 – 77,95	70,36 ± 4,73	66,97 – 73,74	<0,001*
Рукава та різнойменного одворота куртки на грудях	67,61 ± 2,97	65,48 – 69,74	64,82 ± 3,31	62,45 – 67,18	<0,001*
Рукава та різнойменного одворота куртки із-під руки	59,62 ± 2,94	57,52 – 61,73	55,42 ± 4,34	52,31 – 58,53	0,003*

* – зміни показників статистично значущі ($p < 0,05$)

При оцінці впливу захвату на величину Х-фактору при виконанні підхоплення зовні відзначалися статистично значущі зміни ($p < 0,001$). Отримані результати представлені в таблиці 3.15.

Апостеріорні порівняння показали статистично значущі зміни при зіставленні кутових показників наступних варіантів захватів: рукава і поясу – рукава і різнойменного відвороту куртки з-під руки ($p < 0,001$); рукава і поясу – рукава і різнойменного відвороту куртки на грудях ($p < 0,001$); рукава і поясу – рукава і куртки на спині зверху ($p < 0,001$); рукава і куртки на спині з-під руки – рукава і різнойменного відвороту куртки на грудях ($p < 0,001$); рукава і куртки на спині з-під руки – рукава і куртки на спині зверху ($p < 0,001$); рукава і різнойменного відвороту куртки з-під руки – рукава і різнойменного відвороту

куртки на грудях ($p < 0,001$); рукава і різнойменного відвороту куртки з-під руки – рукава і куртки на спині зверху ($p < 0,001$); рукава і різнойменного відвороту куртки на грудях – рукава і куртки на спині зверху ($p < 0,001$).

Таблиця 3.15 – Оцінка зміни X-фактору при виконанні підхоплення зовні в залежності від варіантів захватів

Варіант захвату	Пік X-фактору, град		р-значення
	M $\pm$ SD	95% ДІ	
1. Рукава та поясу	53,24 $\pm$ 3,26	50,91 – 55,57	$< 0,001^*$ $p_{1-2} = 0,078$ $p_{1-3} < 0,001^*$ $p_{1-4} < 0,001^*$ $p_{1-5} < 0,001^*$ $p_{2-3} = 0,15$
2. Рукава та куртки на спині із-під руки	56,78 $\pm$ 2,52	54,97 – 58,59	
3. Рукава та різнойменного одвороту куртки із-під руки	59,62 $\pm$ 2,94	57,52 – 61,73	
4. Рукава та різнойменного одвороту куртки на груди	67,61 $\pm$ 2,97	65,48 – 69,74	
5. Рукава та куртки на спині зверху	74,94 $\pm$ 4,12	71,94 – 77,95	$p_{2-4} < 0,001^*$ $p_{2-5} < 0,001^*$ $p_{3-4} < 0,001^*$ $p_{3-5} < 0,001^*$ $p_{4-5} < 0,001^*$

Висновок до 3 розділу

1. Розроблено науково обґрунтовану модель та операційні карти методики навчання кидків з поворотом у самбо, що дозволяють знизити негативний ефект ротаційних технічних дій, який вони чинять на грудний та поперековий відділи хребта.

2. Вибір захвату мав статистично значущий вплив на показники X-фактору в експериментальній групі при виконанні передньої підніжки ($p < 0,001$), кидка через стегно ($p < 0,001$), кидка через спину ($p < 0,001$) і підхоплення зовні ($p < 0,001$).

3. Показники X-фактору в групі випробовуваних статистично значимо змінилися після використання розробленої методики навчання: при

виконанні передньої підніжки ($p < 0,001$), кидка через стегно ($p < 0,001$), кидка через спину ($p < 0,001$), підхоплення зовні ($p < 0,001$).

4. Визначено оптимальну послідовність вправ при навчанні кидкам з поворотом, при якій показники X-фактору статистично значимо змінювалися ($p < 0,001$) залежно від зміни захвату.

ВИСНОВКИ

1. До виявлених передумов виникнення травм опорно-рухового апарату спортсменів-єдиноборців слід віднести: виконання атак і захистів у положенні стоячи, що включають кидки з поворотом, швидку втрату маси тіла, збільшення тренувального навантаження ($p=0,001$), збільшення віку спортсмена ($p=0,005$), а також бічну стійку спортсмена. Основним фактором ризику виникнення травм при виконанні ротаційних рухів у спорті є асиметричне повторюване осьове скручування в екстремальних діапазонах руху (X-фактор). Одним з механізмів виникнення травм є систематичне порушення меж допустимих діапазонів руху, які складають при ротаційних рухах 10° і 75° для поперекового і грудного відділів хребта відповідно.

2. Результати опитування показали, що існує статистично значущий взаємозв'язок факторів травматизму спортсменів у самбо та дзюдо, таких як основна стійка спортсмена та пошкоджена кінцівка ($p=0,005$), швидка втрата маси тіла та отримання пошкодження під час змагального процесу ($p<0,001$).

3. Виявлено, що найбільш значущим предиктором травматизму при виконанні ротаційних рухів є показник X-фактору. Підвищений X-фактор призводить до надмірного навантаження на хребет і може бути пов'язаний з асиметричними патернами дегенеративних змін хребта. Виконання кидків з поворотом супроводжується високими сегментарними кутовими швидкостями, що провокує біль та інтенсифікує пошкодження нижньої частини спини. Встановлено наявність взаємозв'язку між ротаційними рухами та пошкодженнями хребта.

4. Іншим важливим предиктором травматизму при виконанні кидків з поворотом є амплітуда руху верхніх кінцівок. Встановлено, що перевищення допустимого діапазону руху викликає больові відчуття, підвищує ризик пошкодження структур опорно-рухового апарату спортсмена. При збільшенні кута відведення плеча у фронтальній площині оптимальні межі безпечного руху знаходилися в діапазоні від $76,5^\circ$ до 17° для домінантної кінцівки і від 80°

до 18° для недомінантної. Залежно від розташування передпліччя при зовнішній ротації плеча межі безпечного руху знаходилися в діапазоні від $101,04^\circ$ до $113,39^\circ$ для домінантної кінцівки, від $104,13^\circ$ до $111,04^\circ$ – для недомінантної; при внутрішній ротації плеча межі безпечного руху знаходилися в діапазоні від $79,57^\circ$ до $88,39^\circ$ для домінантної кінцівки, від $82,48^\circ$ до $89,52^\circ$ – для недомінантної.

5. Результати попередніх лабораторних досліджень показали, що середні значення Х-фактору статистично значимо відрізнялися при виконанні передньої підніжки захопленням рукава і поясу і захопленням рукава і однойменного відвороту куртки на грудях ($p=0,01$). Крім того, значення Х-фактору також статистично значимо відрізнялися при виконанні передньої підніжки в праву і ліву сторони як при захопленні рукава і поясу ($p=0,04$), так і при захопленні рукава і однойменного відвороту куртки на грудях ($p=0,01$), що, в свою чергу, ілюструє вплив повторюваного асиметричного навантаження на опорно-руховий апарат спортсмена.

6. Вперше розроблена методика, що базується на застосуванні фреймворка штучного інтелекту MediaPipe для тривимірного аналізу руху, дозволяє кількісно оцінювати вплив Х-фактору на опорно-руховий апарат самбістів при виконанні кидків з поворотом. Результати статистичного аналізу порівняння оцінок показників Х-фактора, отриманих двома різними методами (за допомогою фреймворка штучного інтелекту MediaPipe і програми Adobe Photoshop), виявили відсутність систематичної розбіжності даних ($r_{xy}=-0,007$, $p=0,985$) і хорошу порівнянність результатів досліджуваних методів біомеханічного аналізу руху (середня різниця між вимірами склала $0,056 \pm 1,685$), підтвердивши тим самим, що розроблена методика вимірювання Х-фактору була верифікована і обґрунтована.

7. Ефективність розробленої методики навчання кидкам з поворотом була доведена, а також підтверджена статистично значущими змінами показника Х-фактору в експериментальній групі при виконанні наступних технічних дій: передньої підніжки ($p<0,001$), кидка через стегно ($p<0,001$),

кидка через спину ($p < 0,001$), підхоплення зовні ($p < 0,001$). Показники Х-фактору в експериментальній групі статистично значимо змінювалися в залежності від зміни захоплення при виконанні передньої підніжки ($p < 0,001$), кидка через стегно ($p < 0,001$), кидка через спину ($p < 0,001$), підхоплення зовні ($p < 0,001$). Оптимальна послідовність використання захватів і вправ, представлена в операційних картах методики навчання кидкам з поворотом, дозволила коректно розподілити навантаження на опорно-руховий апарат спортсменів з урахуванням дидактичних принципів, що підтверджується результатами проведених вимірювань Х-фактору. Отже, розроблену методику навчання кидкам з поворотом можна вважати експериментально обґрунтованою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Almeida F. Effects of power-oriented resistance training during an altitude camp on strength and technical performance of elite judokas / F. Almeida, P. Padial, J. Bonitch-Góngora, B. de la Fuente, B.J. Schoenfeld, A.J. Morales-Artacho, C. Benavente, F. Bén // *Frontiers in Physiology*. 2021. Vol.12. P. 606191.
2. Alyas F. MRI findings in the lumbar spines of asymptomatic, adolescent, elite tennis players / F. Alyas. M. Turner, D. Connell // *Br J Sports Med*. 2007. Vol. 41. No 11. P. 836-841.
3. Arkkukangas M. Health promotion and prevention: The impact of specifically adapted judo-inspired training program on risk factors for falls among adults / M. Arkkukangas, K. Strömqvist Bååthe, A. Ekholm, M. Tonkonogi // *Preventive medicine reports*. 2020. Vol. 19. P. 101126.
4. Bittencourt N.F.N. Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition-Narrative review and new concept / N.F.N. Bittencourt, W.H. Meeuwisse, L.D. Mendonça, A. Nettel-Aguirre, J.M. Ocarino, S.T. Fonseca // *British Journal of Sports Medicine*. 2016. Vol. 50. No 21. P. 1309–1314.
5. Blach W. Diagnostics of tissue involved injury occurrence of top-level judokas during the competition: suggestion for prevention / W. Blach, P. Smolders, J. Simenko, K. Mackala // *Peer J*. 2022. Vol. 10. P. 13074.
6. Blach W. Judo Injuries Frequency in Europe's Top-Level Competitions in the Period 2005–2020 / W. Blach, P. Smolders, L. Rydzik, G. Bikos, N. Maffulli, N. Malliaropoulos, W. Jagiello, K. Maćkala, T. Ambrozy // *Journal of Clinical Medicine*. 2021. Vol. 10. No 4. P. 852
7. Bourgain M. Golf Swing Biomechanics: A Systematic Review and Methodological Recommendations for Kinematics / M. Bourgain, P. Rouch, O. Rouillon, P. Thoreux, C. Sauret // *Sports (Basel)*. 2022. Vol. 10. No. 6. P. 91.
8. Ciaccioni S. Effects of Judo Training on Bones: A Systematic Literature Review / S. Ciaccioni, G. Condello, F. Guidotti, L. Capranica // *Journal of Strength*

and Conditioning Research. 2019. Vol. 33(10). P. 2882-2896.

9. Čierna D. Epidemiology of Competition Injuries in Elite European Judo Athletes: A Prospective Cohort Study / D. Čierna, M. Štefanovský, L. Matejová, R.P. Lystad // Clin J Sport Med. 2019. Vol. 29. No 4. P. 336-340.

10. Cigercioglu N. B. Shoulder range of motion, rotator strength, and upper-extremity functional performance in junior tennis players / N.B. Cigercioglu, H. Guney- Deniz, E. Unuvar, F. Colakoglu, G. Baltaci // Journal of Sport Rehabilitation. 2021. Vol. 30. No 8. P. 1129-1137.

11. Crossley K.M. Making football safer for women: a systematic review and meta-analysis of injury prevention programmes in 11 773 female football (soccer) players / K.M. Crossley, B. E. Patterson, A.G. Culvenor, A.M. Bruder, A.B. Mosler, B.F. Mentiplay // Br J Sports Med. 2020. Vol. 54. No 18. P. 1089-1098.

12. Dunican I.C. The effects of the removal of electronic devices for 48 hours on sleep in elite judo athletes / I.C. Dunican, D.T. Martin, S.L. Halson, R.J. Reale, B.T. Dawson, J.A. Caldwell, M.J. Jones, P.R. Eastwood // Journal of Strength and Conditioning Research. 2017. Vol. 31. No 10. P. 2832-2839.

13. Ellenbecker T.S. Step by step guide to understanding the kinetic chain concept in the overhead athlete / T.S. Ellenbecker, R. Aoki // Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. 2020. Vol. 13. P. 155–163.

14. Eustaquio J. M. Knee injuries prevalence in Brazilian jiu-jitsu: epidemiological study / J. M. J. Eustaquio, A. L. Rabelo, P. Debieux // Acta ortopedica brasileira. 2021. Vol. 29. No 6. P. 327-330.

15. Forrest M.R.L. Risk Factors for Non-Contact Injury in Adolescent Cricket Pace Bowlers: A Systematic Review / M.R.L. Forrest, J.J. Hebert, B.R. Scott, S. Brini, A.R. Dempsey // Sports Med. 2017. Vol. 47. No 12. P. 2603-2619.

16. Frey A. Epidemiology of judo-related injuries in 21 seasons of competitions in France: a prospective study of relevant traumatic injuries / A. Frey, C. Lambert, B. Vesselle, R. Rousseau, F. Dor, L.A. Marquet, M.D. Crema // Orthopaedic journal of sports medicine. 2019. Vol. 7. No 5. P. 2325967119847470.

17. Hellem A. Review of shoulder range of motion in the throwing athlete:

Distinguishing normal adaptations from pathologic deficits / A. Hellem, M. Shirley, N. Schilaty, D. Dahm // *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2019. Vol. 12. No 3. P. 346-355.

18. Jäggi U. Injuries in the Martial Arts Judo, Taekwondo and Wrestling: A Systematic Review / U. Jäggi, C.P. Joray, Y. Brülhart, E. Luijckx, S. Rogan // *Sportverletz. Sportschaden*. 2015. Vol. 29. P. 219-225.

19. Kalkhoven J.T. Training Load and Injury: Causal Pathways and Future Directions / J.T. Kalkhoven, M.L. Watsford, A.J. Coutts, W.B. Edwards, F.M. Impellizzeri // *Sports Med*. 2021. Vol. 51. No 6. P. 1137-1150.

20. Kato S. Statistical extraction method for revealing key factors from posture before initiating successful throwing technique in judo / S. Kato, S. Yamagiwa // *Sensors*. 2021. Vol. 21(17). P. 5884-5894.

21. Keller R. A. Glenohumeral internal rotation deficit and risk of upper extremity injury in overhead athletes: a meta-analysis and systematic review / R.A. Keller, A.F. De Giacomo, J.A. Neumann, O. Limpisvasti, J.E. Tibone // *Sports health*. 2018. Vol. 10. No 2. P. 125-132.

22. Khalil L. S. The relationship between shoulder range of motion and elbow stress in college pitchers / L.S. Khalil, T.R. Jildeh, K.A. Taylor, C.M. Gullledge, D.G. Smith, M.L. Sandberg, V. Moutzouros // *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2021. Vol. 30. No 3. P. 504-511.

23. Koshida S. Biomechanics of judo backward breakfall for different throwing techniques in novice judokas / S. Koshida, T. Ishii, T. Matsuda, T. Hashimoto // *Eur J Sport Sci*. 2017. Vol. 17. No 4. P. 417-424.

24. Lafayette T.B.G. Validation of Angle Estimation Based on Body Tracking Data from RGB-D and RGB Cameras for Biomechanical Assessment / T.B.G. Lafayette, V.H.L. Kunst, P.V.S. Melo, P.O. Guedes, J.M.X.N. Teixeira, C.R. Vasconcelos // *Sensors*. 2022. Vol. 23. No 1. P. 3.

25. Lauersen J.B. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis / J.B. Lauersen, T.E. Andersen, L.B. Andersen // *Br J*

Sports Med. 2018. Vol. 52(24). P. 1557-1563.

26. Lin Y.C. Is early trunk rotation really hazardous for shoulder biomechanics in baseball throwing? / Y.C. Lin, H.T. Lin, C.C. Lu, P. Pei-Hsi Chou, F.C. Su // J Shoulder Elbow Surg. 2022. Vol. 31(6). P. 1282-1293.

27. Lindsay D.M. Golf-related low back pain: a review of causative factors and prevention strategies / D.M. Lindsay, A.A. Vandervoort // Asian journal of sports medicine. 2014. Vol. 5(4), P. 24289.

28. Ludewig P.M. Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation / P.M. Ludewig, V. Phadke, J.P. Braman, D.R. Hassett, C.J. Cieminski, R.F. LaPrade // Journal of Bone and Joint Surgery. 2009. Vol. 91(2). P. 378–389.

29. Lystad R.P. Injury incidence, severity and profile in Olympic combat sports: a comparative analysis of 7712 athletes exposures from three consecutive Olympic Games / R.P. Lystad, A. Alevras, I. Rudy, T. Soligard, L. Engebretsen // British Journal of Sports Medicine. 2021. Vol. 55(19). P. 1077–1083.

30. Machado P. Epidemiological study of Brazilian judo injuries / P. Machado, H. Plapler // Acta Scientific Orthopaedics. 2019. Vol. 2(8). P. 14-22.

31. Marras W.S. The role of dynamic three-dimensional trunk motion in occupationally-related low back disorders. The effects of workplace factors, trunk position, and trunk motion characteristics on risk of injury / W.S. Marras, S.A. Lavender, S.E. Leurgans, S.L. Rajulu, W.G. Allread, F.A. Fathallah // Spine. 1993. Vol. 18. P. 617-628.

32. Marsan T. Biomechanical analysis of the golf swing: Methodological effect of angular velocity component on the identification of the kinematic sequence / T. Marsan, P. Thoreux, M. Bourgain, O. Rouillon, P. Rouch, C. Sauret // Acta Bioeng. Biomech. 2019. Vol. 21. P. 115–120.

33. Martinelli D. A Tutorial to Use the MediaPipe Framework with ROS2 / D. Martinelli, J. Cerbaro, M.A.S. Teixeira, J.A. Fabro, A. Schneider de Oliveira // Robot Operating System (ROS) The Complete Reference. 2023. Vol. 7. P. 57-79.

34. McBain K. Prevention of sport injury II: a systematic review of clinical

science research / K. McBain, I. Shrier, R. Shultz, W.H. Meeuwisse, M. Klügl, D. Garza, G.O. Matheson // *Br J Sports Med.* 2012. Vol. 46(3). P. 174–179.

35. McDonald A. R. Prevalence of injuries during Brazilian jiu-jitsu training / A.R. McDonald, F.A. Murdock Jr, J.A. McDonald, C.J. Wolf // *Sports.* 2017. Vol. 5. No 2. P. 39.

36. Meister D.W. Rotational biomechanics of the elite golf swing: benchmarks for amateurs / D.W. Meister, A.L. Ladd, E.E. Butler, B. Zhao, A.P. Rogers, C.J. Ray // *J Appl Biomech.* 2011. Vol. 27(3). P. 242–251.

37. Mihata T. Shoulder injuries in overhead athletes // *Sports Injuries of the Shoulder.* 2020. P. 23-51.

38. Moher D. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement / D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, D.G. Altman // *Annals of internal medicine.* 2009. Vol. 15. No 4. P. 264-269.

39. Morgan D. A new «twist» on golf kinematics and low back injuries: the crunch factor / D. Morgan, H. Sugaya, S. Banks, F. Cook // *21st Annual Meeting of the American Society of Biomechanics.* 1997. P. 24-27.

40. Nakazawa R. Fact-finding survey regarding judo-related injuries of judokas in developing country / R. Nakazawa, M. Sakamoto, B. Dambadarjaa, E. Khuyagbaatar, A. Khadbaatar // *Journal of physical therapy science.* 2020. Vol. 32. No 2. P. 161-165.

41. Namdari S. Defining functional shoulder range of motion for activities of daily living / S. Namdari, G. Yagnik, D.D. Ebaugh, S. Nagda // *Journal of shoulder and elbow surgery.* 2012. Vol. 21. No 9. P. 1177-1183.

42. Noyes F.R. The drop-jump screening test: difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes / F.R. Noyes, S.D. Barber-Westin, C. Fleckenstein, C. Walsh, J. West // *Am J Sports Med.* 2005. Vol. 33(2). P. 197-207.

43. Okada T. Body mass, nonspecific low back pain, and anatomical changes in the lumbar spine in judo athletes / T. Okada, K. Nakazato, K. Iwai, M. Tanabe, K. Irie, H. Nakajima // *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007. Vol. 37. P. 688-693.

44. Olivier B. Extrinsic and intrinsic factors associated with non-contact injury in adult pace bowlers: a systematic review protocol / B. Olivier, A. Stewart, T. Taljaard, E. Burger, P. Brukner, J. Orchard, J. Gray, N. Botha, W. Mckinon // JBI Database System Rev Implement Rep. 2015. Vol.13(1). P. 3-13.

45. Pas H.I.M.F.L. Systematic development of a tennis injury prevention programme / H.I.M.F.L. Pas, S. Bodde, G.M.M.J. Kerkhoffs, B. Pluim, I.J.H. Tiemessen, J.L. Tol, E. Verhagen // BMJ Open Sport Exerc Med. 2018. Vol. 4(1). P. 000350.

46. Portus M. Technique factors related to ball release speed and trunk injuries in high performance cricket fast bowlers / M. Portus, B.R. Mason, B.C. Elliott, M.C. Pfitzner, R.P. Done // Sports Biomech. 2004. Vol. 3(2). P. 263-284.

47. Post E.G. The Association of Sport Specialization and Training Volume With Injury History in Youth Athletes / E.G. Post, S.M. Trigsted, J.W. Riekena, S. Hetzel, T.A. McGuine // Am J Sports Med. 2017. Vol. 45(6). P. 1405-1412.

48. Ranson C.A. Injuries to the lower back in elite fast bowlers: acute stress changes on MRI predict stress fracture / C.A. Ranson, A.F. Burnett, R.W. Kerslake // J Bone Joint Surg Br. 2010. Vol. 92(12). P. 1664-1668.

49. Ranson C.A. Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in asymptomatic professional fast bowlers in cricket / C.A. Ranson, R.W. Kerslake, A.F. Burnett, M.E. Batt, S. Abdi // J Bone Joint Surg Br. 2005. Vol. 87(8). P. 1111-1116.

50. Robinson P.G. Systematic review of musculoskeletal injuries in professional golfers / P.G. Robinson, I.R. Murray, A.D. Duckworth, R. Hawkes, D. Glover, N.R. Tilley, R. Hillman, C.W. Oliver, A.D. Murray // Br J Sports Med. 2019. Vol. 53(1). P. 13-18.

51. Rosen M. Shoulder range of motion deficits in youth throwers presenting with elbow pain / M. Rosen, K. Meijer, S. Tucker, C.L. Wilcox, H.A. Plummer, J.R. Andrews, R.V. Ostrander // Sports Health. 2022. Vol. 14(4). P. 478-482.

52. Ruddy J.D. Modeling the risk of team sport injuries: a narrative review of different statistical approaches / J.D. Ruddy, S.J. Cormack, R. Whiteley, M.D.

Williams, R.G. Timmins, D.A. Opar // *Frontiers in Physiology*. 2019. Vol. 10. P. 338.

53. Sacras D. Injury prevalence in portuguese and french judo athletes / D. Sacras, A. Ribeiro, M. Conceição Manso // *Journal of Community Medicine and Health Education*. 2020. Vol. 10(6). P. 1–6.

54. Sakata J. Throwing Injuries in Youth Baseball Players: Can a Prevention Program Help? A Randomized Controlled Trial / J. Sakata, E. Nakamura, T. Suzuki, M. Suzukawa, M. Akeda, T. Yamazaki, T.S. Ellenbecker // *Am J Sports Med*. 2019. Vol. 47(11). P. 2709-2716.

55. Sakunkaruna Y. Comparison of spinal rotation in Thai amateur golf players with and without low back pain / Y. Sakunkaruna, R. Vachalathiti, S. Sakunkaruna // *Journal of Sports Science and Technology*. 2017. P. 45-54.

56. Senington B. Biomechanical risk factors of lower back pain in cricket fast bowlers using inertial measurement units: a prospective and retrospective investigation / B. Senington, R.Y. Lee, J.M. Williams // *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2020. Vol. 6(1). P. 000818.

57. Senington B. Ground reaction force, spinal kinematics and their relationship to lower back pain and injury in cricket fast bowling: a review / B. Senington, R.Y. Lee, J.M. Williams // *J Back Musculo Rehabil*. 2018. Vol. 31. P. 671–683.

58. Singh A. K. Real-time human pose detection and recognition using MediaPipe / A.K. Singh, V.A. Kumbhare, K. Arthi // *International Conference on Soft Computing and Signal Processing*. Singapore: Springer Nature Singapore. 2021. P. 145- 154.

59. Smith J.A. Risk Factors Associated With Low Back Pain in Golfers: A Systematic Review and Meta-analysis / J.A. Smith, A. Hawkins, M. Grant-Beuttler, R. Beuttler, S.P. Lee // *Sports health*. 2018. Vol.10(6). P. 538–546.

60. Takagi Y. Increased horizontal shoulder abduction is associated with an increase in shoulder joint load in baseball pitching / Y. Takagi, T. Oi, H. Tanaka, H. Inui, H. Fujioka // *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2014. Vol. 23. No 12.

P. 1757-1762.

61. Taylor J. B. Real-time optimized biofeedback utilizing sport techniques (ROBUST): a study protocol for a randomized controlled trial / J.B. Taylor, A.D. Nguyen, M.V. Paterno, B. Huang, K.R. Ford // BMC musculoskeletal disorders. 2017. Vol. 18(1). P. 71.

62. Tomazin K. Neuromuscular adaptations after an altitude training camp in elite judo athletes / K. Tomazin, F. Almeida, I. Stirn, P. Padial, J. Bonitch-Góngora, A.J. Morales-Artacho, V. Strojnik, B. Feriche // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18(13). P. 67-77.

63. Von Gerhardt A.L. Systematic development of an injury prevention programme for judo athletes: the IPPON intervention / A.L. Von Gerhardt, I. Vriend, E. Verhagen, J.L. Tol, G.M.M.J. Kerkhoffs, G. Reurink // BMJ open sport and exercise medicine. 2020. Vol. 6. No 1. P. 791.

64. Vriend I. Intervention Strategies Used in Sport Injury Prevention Studies: A Systematic Review Identifying Studies Applying the Haddon Matrix / I. Vriend, V. Gouttebarger, C.F. Finch, W. van Mechelen, E.A.L.M. Verhagen // Sports Med. 2017. Vol. 47(10). P. 2027-2043.

65. Walker C.T. Golf: a contact sport. Repetitive traumatic discopathy may be the driver of early lumbar degeneration in modern-era golfers / C.T. Walker, J.S. Uribe, R.W. Porter // J Neurosurg Spine. 2019. P. 1-4.

66. Wasser J.G. Prevalence and proposed mechanisms of chronic low back pain in baseball: part I / J.G. Wasser, J.L. Zaremski, D.C. Herman, H.K. Vincent // Res Sports Med. 2017. Vol. 25(2). P. 219-230.

67. Weyrauch S.A. Association between rotation-related impairments and activity type in people with and without low back pain / S.A. Weyrauch, S.C. Bohall, C.J. Sorensen, L.R. Van Dillen // Arch Phys Med Rehabil. 2015. Vol. 96(8). P. 1506- 1517.

68. Wilk K.E. Deficits in glenohumeral passive range of motion increase risk of shoulder injury in professional baseball pitchers: A prospective study / K.E. Wilk, L.C. Macrina, G.S. Fleisig, K.T. Aune, R.A. Porterfield, P. Harker, T.J. Evans, J.R.

Andrews // The American journal of sports medicine. 2015. Vol. 43(10). P. 2379-2385.