

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет здоров'я, психології, фізичної культури та спорту

Кафедра теорії і методики фізичного виховання і спорту

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
Другого магістерського рівня

**ВПЛИВ ПОРЯДКУ ШВИДКІСНО-СИЛОВИХ ВПРАВ  
НА СИЛУ СТРИБКА**

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**

Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка  
Спеціальність 017 «Фізична культура і спорт»  
Освітня програма «Фізична культура і спорт»  
Шифр \_\_\_\_\_

Виконав студент група ФКСм-24 \_\_\_\_\_ И \_\_\_\_\_ Іван КОШЕЛЯ

Підпис Ініціали, прізвище

Керівник к. н. фіз.вих. і спорту, доцент \_\_\_\_\_ Антонюк Олександр АНТОНЮК.

Науковий ступінь, звання

Підпис Ініціали, прізвище

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ Антонюк Тетяна ЧОПІК

Підпис Ініціали, прізвище

**До захисту допускаю:**

В.о.Завідувач кафедри теорії і методики  
фізичного виховання і спорту

Чопик  
Підпис

Тетяна ЧОПІК

Ініціали, прізвище

Дата \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Кошеля І. А. Вплив порядку швидкісно-силових вправ на силу стрибка. – Кваліфікаційна робота магістра зі спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» за освітньо-професійною програмою «Фізична культура і спорт». Хмельницький національний університет. – Хмельницький, 2025.

Кваліфікаційна робота магістра складається з трьох розділів.

Об'єкт дослідження – процес швидкісно-силової підготовки студентів-спортсменів у закладах вищої освіти. У роботі розглядаються теоретико-методологічні засади розвитку вибухової сили, фізіологічні та біомеханічні механізми стрибкових локомоцій.

Висвітлено проблему структурної організації тренувального заняття, зокрема вплив послідовності виконання вправ на адаптаційні реакції нервово-м'язового апарату.

Досліджено особливості прояву потужності вертикального та горизонтального стрибків залежно від застосування прямого (від багатосуглобових до ізольованих) або зворотного (попереднє виснаження) порядку вправ.

Проаналізовано дані педагогічного експерименту за участю 34 студентів-спортсменів. Встановлено, що обидві експериментальні програми сприяють достовірному приросту швидкісно-силових показників порівняно з контрольною групою.

Виявлено перевагу традиційного порядку вправ, який забезпечує «великий» розмір ефекту та стабільніший прогрес результатів завдяки виконанню базових рухів на тлі свіжості ЦНС.

Запропоновано практичні рекомендації щодо варіювання порядку вправ у тренувальних мезоциклах. Обґрунтовано доцільність використання прямого порядку як базової стратегії для розвитку максимальної потужності та зворотного — як варіативного засобу для підвищення силової витривалості.

**Ключові слова:** *порядок вправ, швидкісно-силові вправи, потужність стрибка, вертикальний стрибок, горизонтальний стрибок, студенти-спортсмени.*

## ANNOTATION

Koshelia I. A. Influence of speed-strength exercise order on jump power. - Qualification work of the master on a specialty 017 «Physical culture and sports» on the educational program «Physical culture and sports». Khmelnytsky National University. - Khmelnytsky, 2025.

The master's qualification work consists of three chapters.

Object of study – the process of speed-strength training of student-athletes in higher education institutions. Diploma thesis deals with the theoretical and methodological foundations of explosive strength development, physiological and biomechanical mechanisms of jumping locomotion.

The issue of the structural organization of the training session is highlighted, specifically the impact of exercise sequence on the adaptive reactions of the neuromuscular system. The peculiarities of vertical and horizontal jump power manifestation depending on the use of direct (from multi-joint to isolated) or reverse (pre-exhaustion) exercise order are investigated.

Analyzed data from a pedagogical experiment involving 34 student-athletes. It was established that both experimental programs contribute to a significant increase in speed-strength indicators compared to the control group. The advantage of the traditional exercise order, which ensures a "large" effect size and more stable progress of results due to performing basic movements against the background of CNS freshness, was revealed.

Proposed practical recommendations for varying exercise order within training mesocycles. The expediency of using the direct order as a basic strategy for developing maximum power and the reverse order as a variable means for increasing strength endurance is substantiated.

**Keywords:** *exercise order, speed-strength exercises, jump power, vertical jump, horizontal jump, student-athletes.*

<b>ЗМІСТ</b>	
<b>СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ</b>	6
<b>ВСТУП</b>	7
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПОБУДОВИ ТРЕНУВАЛЬНИХ ПРОГРАМ ШВИДКІСНО-СИЛОВОЇ СПРЯМОВАНОСТІ</b>	12
1.1. Сучасні погляди на структуру швидкісно-силової підготовки у спорті.	12
1.2. Фізіологічні та біомеханічні механізми прояву вибухової сили та потужності вертикального та горизонтального стрибка.	17
1.3. Вплив змінних тренувального навантаження (обсяг, інтенсивність, інтервали відпочинку) на ефективність заняття.	22
1.4. Проблема послідовності (порядку) виконання вправ у тренувальній сесії: аналіз світового досвіду та суперечливі аспекти.	26
Висновки до першого розділу	32
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	34
2.1. Методи дослідження (теоретичний аналіз, педагогічний експеримент, тестування: вертикальний стрибок, стрибок у довжину, методи математичної статистики).	34
2.2. Організація дослідження (характеристика контингенту – студентів-спортсменів, етапи експерименту).	38
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОРЯДКУ ВПРАВ НА ПОКАЗНИКИ СТРИБКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ</b>	43
3.1. Вихідний рівень швидкісно-силової підготовленості досліджуваних груп до початку експерименту.	43
3.2. Динаміка показників вертикального стрибка під впливом тренувальних програм з різною послідовністю вправ.	48
3.3. Зміни показників горизонтального стрибка (з місця в довжину) у групах з прямим та зворотним порядком виконання вправ.	54
3.4. Порівняльний аналіз ефективності експериментальних програм (міжгрупове порівняння Групи А, Групи В та Контрольної групи С).	59
<b>ВИСНОВКИ</b>	63
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	66

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

**1ПМ** – один повторний максимум

**ACSM – АКСМ** – Американський коледж спортивної медицини

**АТФ** – аденозинтрифосфат

**ВМІ – ІМТ** – індекс маси тіла

**КрФ** – креатинфосфат

**ПАП** – пост-активаційна потенціяція

**ПАПП** – пост-активаційне підвищення продуктивності

**СВП** – стрибок із підсідом

**СП** – стрибок із паузи (Squat Jump)

**СРО** – сила реакції опори

**ТБШ** – тренування, що базується на швидкості

**ТЗО** – тренування зі змінним опором

**ШНС** – швидкість наростання сили

**ЦРС** – цикл розтягування-скорочення

## ВСТУП

**Актуальність.** Сучасний етап розвитку спорту вищих досягнень характеризується постійною інтенсифікацією змагальної діяльності, що висуває якісно нові вимоги до рівня спеціальної фізичної підготовленості атлетів. Аналіз науково-методичної літератури свідчить, що одним із визначальних факторів ефективності у швидкісно-силових видах спорту є здатність нервово-м'язового апарату генерувати максимальну потужність у мінімальний проміжок часу, що найбільш яскраво проявляється у показниках висоти вертикального стрибка García-Ramos, A., (2023), Ramirez-Campillo, R. et al. (2020). Вітчизняні фахівці також наголошують, що стрибучість є однією з ключових якостей, яка визначає ефективність змагальної діяльності студентів в ігрових видах спорту Балацька, Л., Васкан, І., (2023). Вдосконалення цього компонента технічної майстерності вимагає від тренерів та науковців пошуку раціональних шляхів побудови тренувальних програм, де ключову роль відіграє не лише обсяг та інтенсивність навантаження, але й структурна організація тренувального заняття.

На сьогоднішній день у теорії фізичного виховання і спорту залишається дискусійним питання щодо оптимальної послідовності (порядку) виконання вправ різної спрямованості в межах однієї тренувальної сесії. Традиційно, спираючись на рекомендації провідних організацій, фахівці дотримувалися принципу пріоритетності багатосуглобових вправ та виконання рухів з великими обтяженнями на початку заняття, коли нервова система не є втомленою Weakley, J. et al. (2021). Проте, низка сучасних досліджень спростовує безальтернативність такого підходу, вказуючи на феномен пост-активаційної потенціації, який дозволяє підвищити результативність швидкісних дій стрибків за умови їх виконання після силових вправ субмаксимальної інтенсивності Dello Iacono, A. et al. (2021), Cormier, P. et al. (2020).

Разом із тим, результати експериментальних досліджень останніх років демонструють суперечливі дані. Так, окремі автори Nájera-Ferrer, P. et al. (2021) зазначають, що порядок вправ має критичне значення для збереження швидкості руху штанги та мінімізації втоми, тоді як інші Endab, J. (2024) не виявляють

статистично значущої різниці у прирості потужності стрибка при зміні послідовності навантажень у довгостроковому періоді. Ця невизначеність посилюється різноманітністю методичних підходів до комбінування пліометричних та силових вправ, а також недостатнім вивченням специфічних кінематичних характеристик стрибка у студентів-спортсменів при різних варіантах побудови тренування Pardos-Mainer, E. et al. (2021).

Враховуючи викладене, на нашу думку, існує нагальна потреба у проведенні поглибленого аналізу впливу порядку швидко-силових вправ на динаміку сили стрибка, що дозволить уточнити існуючі методичні рекомендації та оптимізувати тренувальний процес. Відсутність єдиного науково обґрунтованого алгоритму послідовності вправ для максимізації вибухової сили нижніх кінцівок і зумовила вибір теми магістерської роботи.

**Об'єкт дослідження** – процес швидко-силової підготовки студентів-спортсменів у закладах вищої освіти.

**Предмет дослідження** – вплив послідовності (порядку) виконання вправ з обтяженнями в межах тренувального заняття на динаміку показників потужності вертикального та горизонтального стрибка.

**Мета дослідження** – теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність тренувальних програм з різним порядком виконання швидко-силових вправ для підвищення вибухової сили м'язів нижніх кінцівок у студентів-спортсменів.

**Гіпотеза дослідження.** Передбачається, що маніпуляція порядком виконання вправ (від багатосуглобових до ізольованих або навпаки) може по-різному впливати на адаптаційні процеси нервово-м'язового апарату, однак обидва варіанти побудови тренування будуть сприяти позитивній динаміці результатів порівняно з відсутністю цілеспрямованого швидко-силового навантаження.

**Завдання дослідження:**

1. Здійснити теоретичний аналіз та узагальнення даних сучасної науково-методичної літератури щодо особливостей методики швидко-силової

підготовки та впливу змінних тренувального навантаження на розвиток потужності стрибка.

2. Визначити вихідний рівень швидкісно-силової підготовленості студентів-спортсменів та сформувати експериментальні групи на основі показників вертикального стрибка та стрибка у довжину з місця.
3. Розробити та експериментально апробувати дві програми тренувань з обтяженнями, що відрізняються виключно послідовністю виконання вправ (прямий порядок «1–5» та зворотний порядок «5–1»).
4. Здійснити порівняльний аналіз ефективності запропонованих програм та визначити особливості їх впливу на приріст показників вибухової сили у групах дослідження порівняно з контрольною групою.

#### **Методи дослідження:**

*теоретичні:* аналіз та узагальнення даних наукової та методичної літератури, аналіз програмно-нормативних документів, порівняння та систематизація;

*емпіричні:* педагогічне спостереження, педагогічний експеримент (констатувальний та формувальний етапи), педагогічне тестування (вимірювання висоти вертикального стрибка за допомогою програми вимірювання «My Jump Lab», вимірювання дальності стрибка в довжину з місця);

*методи математичної статистики:* для визначення достовірності відмінностей між показниками (однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA, t-критерій Стьюдента).

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у доповненні даних про вплив структурної організації тренувального заняття на розвиток швидкісно-силових якостей студентів-спортсменів, зокрема:

*вперше* проведено порівняльний аналіз ефективності прямого та зворотного порядку виконання комплексу вправ для нижніх кінцівок у середньостроковому циклі підготовки (6 тижнів);

*уточнено* вплив послідовності вправ на специфічні прояви потужності (вертикальний вектор проти горизонтального вектора зусиль);

*дістало подальшого розвитку* питання оптимізації тренувального процесу студентської молоді засобами силового фітнесу.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблені рекомендації щодо варіативності порядку виконання вправ дозволяють тренерам та викладачам фізичного виховання урізноманітнити тренувальний процес, уникаючи монотонності, та адаптувати програми підготовки залежно від пріоритетних завдань (акцент на загальну втому або на свіжість ЦНС при виконанні складних рухів), що підтверджується позитивною динамікою результатів у стрибкових тестах.

**Шляхи впровадження.** Результати дослідження впроваджено у навчально-тренувальний процес студентів-спортсменів Хмельницького національного університету, що спеціалізуються у швидкісно-силових видах спорту та спортивних іграх. Розроблені методичні рекомендації щодо варіювання порядку виконання вправ з обтяженнями використовуються викладачами кафедри теорії і методики фізичного виховання і спорту при проведенні практичних занять з дисципліни «Атлетизм» та під час організації секційної роботи. Теоретичні положення роботи включено до лекційного курсу для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 017 «Фізична культура і спорт»

**Експериментальна база дослідження.** Дослідження відбулося на базі Спортивного клубу СК «Спорт-Старт» розташованому м. Хмельницький.

**Публікація.** Окремі результати проведеного дослідження висвітлено в науковій публікації: Кошеля І А., Логазюк Н.Л., Антонюк О. В. Вплив порядку швидкісно-силових вправ на силу стрибка: зб. тез доповідей V регіональної наук.-практ. інтернет-конференції Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, 20 листопада 2025 р.). Хмельницький :ХНУ, 2025. С. 35-37.

**Доступ:** <https://elar.khmnmu.edu.ua/handle/123456789/19926>

**Апробація результатів дослідження** відбувалася на V регіональній науково-практичній інтернет-конференції: Фізична культура і спорт, актуальні питання. м. Хмельницький, 20 листопада 2025 року. Виступ за темою: Вплив порядку швидкісно-силових вправ на силу стрибка.

**Структура й обсяг кваліфікаційної роботи.** Робота складається з анотацій, вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 77 сторінок, із них 64 – основного тексту. Робота містить 17 таблиць. Список використаних джерел містить 73 найменування, з них 70 на іноземній мові.

# РОЗДІЛ 1.

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПОБУДОВИ ТРЕНУВАЛЬНИХ ПРОГРАМ ШВИДКІСНО-СИЛОВОЇ СПРЯМОВАНОСТІ.

### 1.1. Сучасні погляди на структуру швидкісно-силової підготовки у спорті.

Сучасна парадигма спортивної підготовки у видах спорту, що вимагають прояву вибухових зусиль, наприклад, легка атлетика, спортивні ігри, єдиноборства, зазнала суттєвих трансформацій протягом останнього десятиліття. Якщо традиційні методики базувалися переважно на екстенсивному нарощуванні обсягів силової роботи, то на сучасному етапі ключовим вектором досліджень стає інтенсифікація тренувального процесу та пошук специфічних засобів, здатних забезпечити максимальний трансфер набутих кондицій у змагальну діяльність. Аналіз фахової науково-методичної літератури дозволяє стверджувати, що швидкісно-силова підготовка розглядається не як ізольований процес розвитку окремих м'язових груп, а як складна, багатокomпонентна система управління адаптаційними реакціями нервово-м'язового апарату, спрямована на підвищення потужності виконання рухових дій [16, 71].

Фундаментальною основою для розуміння природи швидкісно-силових якостей є концепція «потужності» як фізичної величини, що визначається добутком сили на швидкість ( $P = F \times V$ ). Відповідно, підвищення результативності у стрибкових тестах, спринті чи ударних рухах може бути досягнуто шляхом акцентованого впливу на силовий компонент, швидкісний компонент, або ж оптимізацією їх співвідношення. У цьому контексті, провідні фахівці [19; 62] наголошують на критичній ролі максимальної сили як базового фундаменту для розвитку потужності. Встановлено, що спортсмени з вищими показниками відносної сили (співвідношення 1ПМ до маси тіла) демонструють кращу здатність до генерації вибухових зусиль завдяки підвищеній здатності до рекрутування високопорогових рухових одиниць. Проте, існує певна «точка зменшення віддачі», після досягнення якої подальше зростання максимальної

сили має обмежений вплив на швидкісні показники без застосування спеціалізованих методів трансформації силового потенціалу.

Одним із центральних понять сучасної теорії швидкісно-силової підготовки є «Швидкість наростання сили», яка характеризує здатність нервово-м'язової системи розвивати максимальне зусилля за мінімальний проміжок часу (зазвичай до 200–300 мс). Дослідження біомеханічної структури вертикального стрибка [24, 48] показують, що час відштовхування у кваліфікованих спортсменів часто є меншим, ніж час, необхідний для досягнення абсолютного максимуму сили. Це зумовлює необхідність зміщення акцентів у тренуванні з розвитку абсолютної сили на вдосконалення стартової та вибухової сили, що реалізується через специфічні режими роботи м'язів. Зокрема, значна увага приділяється балістичному методу тренування, який передбачає виконання вправ з максимальною швидкістю та повною амплітудою руху без гальмування снаряда у кінцевій фазі (наприклад, стрибки з обтяженням, кидки набивного м'яча, ривкові вправи).

Важливим аспектом, що активно обговорюється у науковій спільноті, є використання «циклу розтягування-скорочення» - ЦРС як основного механізму підвищення ефективності рухових дій. Здатність м'язово-сухожильного комплексу накопичувати пружну енергію під час ексцентричної фази руху, в багатьох видах спорту це фаза амортизації, та вивільняти її під час концентричної фази або так званої фази відштовхування, що є визначальною для висоти стрибка. Сучасні дослідження [39, 51, 53] розділяють «повільний ЦРС» коли час контакту  $>250$  мс, що характерно для вертикальних стрибків з розбігу або з місця та «швидкий ЦРС», коли час контакту  $<250$  мс, що характерно для спринту. Ефективність функціонування ЦРС залежить від жорсткості сухожилля та рефлекторної активності, що тренується переважно засобами пліометрики. Аналіз літератури свідчить, що пліометричні вправи є найбільш ефективними при їх комбінуванні з традиційним силовим тренуванням, що дозволяє впливати на різні ланки нервово-м'язової регуляції [7].

На особливу увагу заслуговує еволюція поглядів на методи контролю інтенсивності навантаження. Традиційний підхід, що базується на відсотках від одного повторного максимуму (% від 1ПМ), піддається критиці через нестабільність показника 1ПМ, який може змінюватися залежно від поточного функціонального стану спортсмена, рівня втоми, якості сну та харчування. Натомість, все більшого поширення набуває концепція тренування, що базується на швидкості (ТБШ). Застосування акселерометрів та лінійних позиціонерів дозволяє отримувати зворотний зв'язок у реальному часі щодо швидкості переміщення штанги. Так, за словами Weakley, J. et al. (2021): - «кожному діапазону інтенсивності сила, сила-швидкість, швидкість-сила, відповідають чіткі швидкісні зони» [65]. Наприклад, для розвитку максимальної потужності у присіданнях зі штангою оптимальною вважається швидкість руху 0,75–1,0 м/с. Використання ТБШ дозволяє реалізувати принцип авторегуляції навантаження: якщо у конкретний день спортсмен не може досягти цільової швидкості з запланованою вагою, навантаження знижується, що запобігає перетренуванню та накопиченню "неякісної" втоми. [68]

Ще одним дискусійним питанням сучасної теорії спорту є векторна спрямованість навантажень. Гіпотеза вектора сили припускає, що адаптаційні зміни є специфічними до напрямку прикладання зусиль. Відповідно, для покращення результатів у вертикальному стрибку пріоритетними є вправи з вертикальним вектором (присідання, поштовхи, вистрибування), тоді як для спринту більш ефективними є вправи з горизонтальним вектором такі як тяга саней [34, 54]. Однак, ця теорія не є абсолютною, і більшість дослідників схиляються до думки про необхідність мультивекторної підготовки, особливо на етапах базової роботи, оскільки біомеханічна структура спортивних рухів є складною і часто включає змішані вектори [31].

Окремий пласт досліджень присвячено феномену пост-активаційної потенціалізації та її більш тривалому прояву – пост-активаційному підвищенню продуктивності. Суть явища полягає у короточасному підвищенні скорочувальної здатності м'язів після виконання попереднього кондиційного

навантаження субмаксимальної або максимальної інтенсивності. Механізми пост-активаційного підвищення продуктивності пов'язують із фосфорилюванням регуляторних легких ланцюгів міозину, що підвищує чутливість актин-міозинового комплексу до іонів кальцію, а також із підвищенням збудливості alpha-мотонейронів у спинному мозку. Це явище стало теоретичним підґрунтям для впровадження методу комплексного тренування та контрастного методу, де важкі силові вправи чергуються з біомеханічно схожими швидкісними вправами, наприклад, присідання 85% 1ПМ + стрибки на тумбу [57].

Проте, практична реалізація методу ПАПП стикається з проблемою індивідуальної варіабельності реакції на навантаження. Ефективність методу залежить від тонкого балансу між потенціацією, яка покращує результат та втомою, яка його погіршує. Згідно з слів Dello Iacono, A. et al. (2021): - «за моделлю «Fitness-Fatigue», оптимальний час відновлення між тонізуючою вправою та тестом – стрибком, може варіюватися від 3 до 12 хвилин залежно від рівня кваліфікації та сили атлета». Тому сильніші спортсмени, з високим % швидкопровідних волокон, демонструють більш виражений ефект ПАПП і швидше відновлюються після навантаження, ніж менш треновані індивіди [13]. Це ставить перед тренерами складне завдання щодо підбору оптимальних пауз відпочинку та послідовності вправ у тренувальній сесії.

Саме питання структурної організації тренувального заняття, а конкретніше – порядку (послідовності) виконання вправ, залишається одним із найменш вивчених аспектів у контексті довготривалої адаптації. Традиційно, Американський коледж спортивної медицини (ACSM) рекомендував виконувати спочатку складні координаційні та багатосуглобові вправи, а потім – прості та односуглобові, щоб запобігти виконанню технічно складних дій на фоні втоми [5]. Цей підхід є логічним з точки зору профілактики травматизму. Однак, з точки зору стимуляції гіпертрофії та силових показників, існують дані, що вправа, яка виконується першою, отримує найбільший стимул для розвитку. У дослідженні Nájera-Ferrer, P. et al. (2021) було показано, що зміна порядку вправ суттєво

впливає на загальний обсяг виконаної роботи та сприйняття навантаження, проте її вплив на розвиток саме вибухової потужності потребує додаткового вивчення [44].

Останніми роками (2020–2025рр.) спостерігається зростання інтересу до так званої «нелінійної педагогіки» та варіативності у тренувальному процесі. Окремі автори [43, 60] вказують на те, що «жорстка регламентація порядку вправ може призводити до стереотипізації та зниження адаптаційного відгуку». Варіативність порядку виконання вправ, наприклад, виконання пліометрики після силового блоку або чергування агоністів-антагоністів може створювати додатковий метаболічний та нейральний стрес, що за умови адекватного відновлення сприятиме суперкомпенсації. Водночас, існує ризик, що виконання швидко-силових вправ, стрибків в кінці заняття, на фоні значного виснаження запасів креатинфосфату та накопичення метаболітів призведе до порушення кінематичної структури руху та закріплення нераціональної техніки.

Варто також розглянути гендерні та вікові особливості швидко-силової підготовки, які висвітлюються у сучасній літературі. Дослідження [7, 48, 64] свідчать, що жінки та молоді спортсмени можуть мати відмінні профілі «сила-швидкість» порівняно з чоловіками-атлетами високої кваліфікації. Зокрема, у жінок часто спостерігається дефіцит саме силового компонента, тому для них більш ефективними можуть бути програми зі змішаним порядком вправ, де силовий блок передує швидкісному. Для студентів-спортсменів, які часто мають середній рівень тренуваності, критично важливим є не лише вибір засобів, але й їх дозування, оскільки надмірна інтенсифікація без належної силової бази може призвести до тендинопатій та перенапруження опорно-рухового апарату.

Особливе місце в сучасній методології займає використання спеціалізованого обладнання для створення змінного опору (ТЗО). Застосування гумових стрічок та ланцюгів дозволяє змінювати криву сили відповідно до біомеханіки руху, збільшуючи навантаження у фазах, де м'яз має найбільшу механічну перевагу, і зменшуючи у "мертвих точках". Це сприяє підвищенню активності рухових одиниць у фінальній фазі руху, що є прямою передумовою

для зростання потужності відштовхування [58]. Дослідження показують, що ТЗО може бути більш ефективним для розвитку пікової потужності, ніж тренування з постійною вагою, особливо у підготовчому періоді.

Підсумовуючи огляд сучасних поглядів на структуру швидко-силової підготовки, можна виділити наступні ключові тенденції: 1) перехід від ізольованого тренування фізичних якостей до комплексного розвитку потужності з урахуванням профілю «сила-швидкість»; 2) широке впровадження методів об'єктивного контролю (ТБШ) для індивідуалізації навантажень; 3) використання феномену пост-активаційної потенціації через варіативність засобів та методів; 4) визнання важливості не лише вибору вправ, але й їх структурної організації в межах заняття.

Разом з тим, аналіз літератури виявив певну фрагментарність знань щодо впливу саме порядку виконання вправ на довгострокову динаміку результатів у тестах, що характеризують потужність ніг таких, як вертикальний та горизонтальний стрибки. Більшість досліджень фокусуються на гострих ефектах в межах одного заняття, або розглядають це питання на прикладі спортсменів силових видів спорту (пауерліфтинг, важка атлетика), тоді як дані щодо студентів-спортсменів ігрових та швидко-силових видів залишаються обмеженими. Це підтверджує актуальність обраного напрямку дослідження та необхідність емпіричної перевірки ефективності різних схем побудови тренувальних програм.

## **1.2. Фізіологічні та біомеханічні механізми прояву вибухової сили та потужності стрибка**

Глибоке розуміння природи швидко-силових якостей неможливе без детального аналізу фізіологічних та біомеханічних процесів, що лежать в основі рухових дій екстремальної потужності. У сучасній науковій літературі здатність спортсмена до виконання стрибкових вправ розглядається як інтегральний результат складної взаємодії між нервовою системою, м'язовим апаратом та

пасивними елементами опорно-рухового апарату такими, як сухожилля, зв'язки. Потужність ( $P$ ), яка з фізичної точки зору визначається як робота, виконана за одиницю часу ( $P = W / t$ ), або як добуток сили на швидкість ( $P = F \times V$ ), у біологічних системах залежить від ефективності перетворення метаболічної енергії у механічну роботу.

На фізіологічному рівні, прояв вибухової сили лімітується насамперед здатністю нейромоторного апарату до швидкої мобілізації рухових одиниць. Згідно з класичним принципом розміру Ханнемана, рекрутування мотонейронів відбувається у суворій послідовності: від малих, низькопорогових (Тип I, повільні окислювальні) до великих, високопорогових (Тип IIx, швидкі гліколітичні). Однак, під час балістичних рухів, таких як вертикальний стрибок, ця ієрархія може порушуватися або стискатися у часі. Феномен, відомий як «синхронізація рухових одиниць», за словами автора, - «дозволяє одночасно активувати значний масив м'язових волокон, що забезпечує різке зростання градієнта сили у перші мілісекунди руху». [12].

Важливим параметром, що детермінує швидкість наростання сили, є частота імпульсації мотонейронів. Дослідження [33] підтверджують, що у висококваліфікованих стрибунів частота розрядів може досягати 100–120 Гц на початку скорочення, що значно перевищує частоту, необхідну для досягнення максимального тетанусу при ізометричному зусиллі. Такий «нейральний драйв» забезпечує швидке насичення саркоплазми іонами кальцію ( $Ca_{2+}$ ) та формування максимальної кількості актин-міозинових містків за мінімальний час. Саме здатність нервової системи генерувати високочастотні імпульси у початковій фазі руху (0–50 мс) є ключовою відмінністю елітних атлетів від новачків.

Біохімічним фундаментом для забезпечення короткочасної роботи максимальної потужності є алактатна анаеробна система енергозабезпечення (АТФ-КрФ). Запаси аденозинтрифосфату (АТФ) та креатинфосфату (КрФ) у м'язах є обмеженими, проте швидкість їх гідролізу дозволяє розвивати найвищу потужність порівняно з гліколітичним та окислювальним шляхами. Ефективність ресинтезу АТФ під час серії стрибків безпосередньо впливає на

здатність підтримувати висоту вильоту, що підкреслює важливість розвитку не лише силових, але й метаболічних компонентів спеціальної витривалості [19].

З біомеханічної точки зору, найбільш ефективним механізмом виконання стрибкових вправ є використання циклу розтягування-скорочення. Цей механізм передбачає послідовне виконання трьох фаз: ексцентричної, амортизаційної та концентричної. Під час ексцентричної фази, коли м'яз подовжується під дією зовнішньої сили (гравітації або інерції тіла), відбувається накопичення потенційної пружної енергії у послідовних пружних компонентах, головним чином – у сухожиллях та апоневрозах.

Згідно з даними [6], ефективність ЦРС залежить від жорсткості сухожильного комплексу. Якщо сухожилля є занадто піддатливим, значна частина енергії розсіюється у вигляді тепла. Якщо ж воно є надмірно жорстким, це може обмежувати амплітуду подовження та збільшувати ризик травмування. Оптимальна жорсткість, яка тренується засобами пліометрики, дозволяє сухожиллю працювати як пружина, повертаючи до 50–60% енергії під час відштовхування. Це явище, відоме як «рекуперація пружної енергії», дозволяє виконувати стрибок з розбігу або з підсиду значно вище, ніж стрибок з паузи, де можливість використання еластичного потенціалу мінімізована.

Критичним фактором для реалізації ЦРС є тривалість фази амортизації. Встановлено, що існує часове вікно, зазвичай до 250 мс для швидкого ЦРС, протягом якого накопичена енергія може бути ефективно використана. Якщо перехід від ексцентричного до концентричного режиму затягується, енергія розсіюється, а міотатичний рефлекс, що виникає у відповідь на розтягування м'язових веретен, згасає. Рефлекторний компонент відіграє суттєву роль у підвищенні жорсткості м'яза у фазі приземлення, запобігаючи «просіданню» суглобів та забезпечуючи швидкий відскок [52].

Кінематична структура вертикального стрибка характеризується складною міжсуглобовою координацією. Аналіз [61] показує, що рух реалізується за принципом проксимально-дистальної послідовності. Потужність генерується спочатку великими масивами м'язів, що обслуговують кульшовий суглоб, потім

передається через колінний суглоб і фіналізується вибуховим розгинанням у гомілковостопному суглобі. При цьому, роль двосуглобових м'язів наприклад, прямого м'яза стегна та литкового м'яза полягає у перерозподілі енергії між сегментами кінцівки, що дозволяє оптимізувати швидкість вильоту загального центру мас (ЗЦМ).

У науковій літературі активно дискутується питання щодо відмінностей у біомеханіці вертикального та горизонтального стрибків. Якщо у вертикальному стрибку основним завданням є максимізація вертикальної складової швидкості вильоту ( $V_y$ ), то у стрибку в довжину з місця критичним є досягнення оптимального кута вильоту (теоретично  $45^0$ , практично –  $25-35^0$ ) та максимізація горизонтального імпульсу сили ( $J_x = \int Fxdt$ ).

Дослідження [36] вказують на те, що горизонтальний стрибок висуває підвищені вимоги до сили розгиначів стегна, оскільки вектор сили реакції опори має бути значно нахилений вперед. Це створює більший обертальний момент у кульшовому суглобі порівняно з вертикальним стрибком, де навантаження більш рівномірно розподіляється між колінним та кульшовим суглобами, або навіть зі зміщенням акценту на коліно. Ця біомеханічна специфіка пояснює, чому спортсмени можуть демонструвати високі результати у вертикальному стрибку, але посередні – у горизонтальному, і навпаки. Це, в свою чергу, обґрунтовує необхідність диференційованого підходу до вибору вправ.

Окремим аспектом, що впливає на потужність стрибка, є архітектура м'язів. Такі параметри, як кут пеннації та довжина м'язового пучка, визначають функціональні можливості м'яза. Згідно з даними [4, 5, 17, 18, 43], збільшення кута пеннації характерне для гіпертрофії дозволяє розмістити більше скорочувальних елементів паралельно, що збільшує фізіологічний поперечник і, відповідно, максимальну силу. Водночас, збільшення довжини пучка, що досягається через ексцентричні тренування сприяє підвищенню швидкості скорочення, оскільки більша кількість саркомерів, з'єднаних послідовно, забезпечує більшу швидкість вкорочення волокна при тій самій швидкості

ковання міофіламентів. Для вибухової потужності важливим є баланс цих параметрів.

Не менш важливою є роль гальмівних механізмів ЦНС. У нетренованих осіб активність антагоністів під час балістичного руху може бути надмірною, що створює «внутрішній опір» руху та знижує результуючу потужність. Спеціалізоване швидкісно-силове тренування сприяє зниженню коактивації антагоністів у фазі відштовхування, при цьому зберігаючи її необхідний рівень у фазі приземлення для стабілізації суглобів [12, 39]. Також відбувається десенситизація сухожильних органів Гольджі, які в нормі інгібують активність мотонейронів при надмірному напруженні. Зниження цього захисного порогу дозволяє спортсмену генерувати більші зусилля без рефлекторного гальмування.

Слід також звернути увагу на вплив втоми на біомеханічні характеристики стрибка. При виконанні серійних стрибків або при комплексному тренуванні накопичення метаболітів та порушення іонного балансу призводить до зниження швидкості проведення нервового імпульсу по сарколемі та погіршення зв'язування  $Ca^{2+}$  з тропоніном. Це проявляється у збільшенні часу контакту з опорою, зниженні пікової сили та зміні куткових характеристик так, як спортсмен починає підсідати глибше, намагаючись компенсувати втрату потужності за рахунок збільшення амплітуди та часу прикладання сили. Розуміння цих механізмів є критичним для інтерпретації результатів нашого дослідження, особливо при порівнянні ефективності прямого та зворотного порядку вправ, де фактор втоми може відігравати вирішальну роль.

Вплив антропометричних даних на висоту стрибка також не можна ігнорувати, проте сучасні дослідження [61] свідчать, що кореляція між довжиною кінцівок та висотою стрибка є слабкою у кваліфікованих спортсменів. Визначальним є не абсолютна довжина важелів, а здатність м'язів створювати обертальні моменти, що перевищують моменти зовнішніх сил. Тим не менш, індекс маси тіла (ВМІ) та відсоток жирової тканини мають сильну обернену кореляцію з результатами стрибків, оскільки «мертва вага» вимагає генерації додаткової сили для надання прискорення тілу.

Підсумовуючи викладене, можна констатувати, що прояв вибухової сили та потужності стрибка є результатом синергії структурних, нейральних та механічних факторів. Максимізація результату вимагає:

1. Оптимізації нейрального драйву (високочастотна імпульсація, синхронізація);
2. Вдосконалення функції циклу розтягування-скорочення (підвищення жорсткості сухожиль, ефективне використання рефлексів);
3. Розвитку специфічної морфологічної адаптації (гіпертрофія швидких волокон, оптимізація архітектури);
4. Вдосконалення міжм'язової координації та техніки виконання руху (векторна відповідність).

Нехтування будь-яким з цих компонентів у тренувальному процесі може стати лімітуючим фактором, що унеможлиблює реалізацію генетичного потенціалу спортсмена. Саме тому питання послідовності вправ, яке розглядається у даній роботі, має аналізуватися через призму його впливу на зазначені механізми: як порядок вправ впливає на втому ЦНС, чи здатний він потенціювати ЦРС, та які адаптаційні сліди він залишає у довгостроковій перспективі.

### **1.3. Вплив змінних тренувального навантаження на ефективність заняття.**

Ефективність управління адаптаційними процесами у спорті вищих досягнень та студентському спорті безпосередньо залежить від точного дозування та раціонального співвідношення компонентів тренувального навантаження. Згідно з сучасною теорією періодизації, будь-яка тренувальна програма є маніпуляцією ключовими змінними: інтенсивністю, обсягом, частотою, інтервалами відпочинку та темпом виконання вправ. Для розвитку швидко-силових якостей, де лімітуючим фактором є функціональний стан нервово-м'язового апарату, правильна конфігурація цих параметрів є

критичною, оскільки поріг переходу від стимулюючого впливу до виснажуючого є надзвичайно вузьким [19].

*Інтенсивність навантаження.* Інтенсивність традиційно визначається як величина опору, виражена у відсотках від одного повторного максимуму (% від 1ПМ). Аналіз досліджень 2020–2025 років свідчить про зміщення акцентів від універсальних зон інтенсивності до зон, специфічних для розвитку певних якостей. Для максимізації вибухової потужності «золотим стандартом» вважається діапазон 30–60% від 1ПМ при виконанні балістичних рухів наприклад, стрибки з вагою, кидки та 75–85% від 1ПМ при виконанні базових силових вправ таких, як присідання, тяги у складі комплексних тренувань [3, 5].

Проте, дослідження [65, 67] переконливо доводять, що використання фіксованих відсотків може бути помилковим через добові коливання сили атлета (до  $\pm 15\%$ ). Натомість, більш об'єктивним маркером інтенсивності є швидкість переміщення снаряда. Встановлено, що для розвитку швидкісної сили оптимальною є швидкість у діапазоні 1.0–1.3 м/с, а для силової швидкості – 0.75–1.0 м/с. Якщо швидкість падає нижче критичного порогу на, це свідчить про накопичення втоми та зміну типу рекрутованих волокон з швидких на повільні, що є небажаним для розвитку стрибучості [44].

*Обсяг тренувального навантаження.* Обсяг у силовому тренуванні зазвичай квантифікується через кількість підходів та повторень, або через загальний тоннаж. У контексті швидкісно-силової підготовки діє правило «менше – означає краще», за умови збереження максимальної якості виконання. Мета-аналіз [73] показав, що високооб'ємні програми, характерні для бодібілдингу, наприклад, 4–5 підходів по 10–12 повторень до відмови, є менш ефективними для зростання вертикального стрибка, ніж низькооб'ємні програми, де акцент робиться на швидкості, наприклад, 3–4 підходи по 3–5 повторень.

Дослідження [29] на молодих баскетболістах виявило нелінійну залежність між обсягом та результатом: подвоєння кількості стрибків за тренування (з 50 до 100 контактів) не призвело до додаткового приросту висоти стрибка, але значно

підвищило ризик травматизму та час відновлення. Для студентів-спортсменів оптимальним обсягом пліометричної роботи вважається 40–80 контактів за тренування низької інтенсивності, або 20–40 контактів високої інтенсивності за рахунок глибинні стрибки. Критично важливою є концепція «ефективних повторень»: тільки ті повторення, що виконуються з максимальною потужністю (понад 90% від найкращого результату), стимулюють необхідні нейральні адаптації.

*Інтервали відпочинку.* Тривалість пауз між підходами є ключовим фактором ресинтезу енергетичних субстратів АТФ та креатинфосфату та відновлення збудливості ЦНС. Для роботи, спрямованої на розвиток максимальної сили та потужності, рекомендації ACSM та NSCA традиційно передбачають відпочинок 2–5 хвилин. Сучасні експериментальні дані [17, 38] підтверджують, що скорочення інтервалів відпочинку до 1 хвилини, характерне для метаболічних тренувань, призводить до суттєвого зниження пікової потужності вже у другому підході через неповний ресинтез КрФ і накопичення іонів водню ( $H^+$ ), які інгібують скорочення м'язових волокон.

У дослідженні [18] було встановлено, «що для підтримки якості виконання стрибкових вправ мінімально необхідний час відпочинку становить 2–3 хвилини між серіями». Для методу комплексного тренування, де за силовою вправою слідує пліометрична, пауза між ними має бути індивідуалізована (від 2 до 8 хвилин) для реалізації ефекту пост-активаційне підвищення продуктивності: вона повинна бути достатньою для зникнення втоми, але не настільки довгою, щоб зник ефект потенціації. Ігнорування цього правила є однією з головних причин відсутності прогресу у багатьох тренувальних програмах.

*Частота тренувань.* Частота тренувань визначається кількістю занять на тиждень, спрямованих на одну м'язову групу або рухову якість. Традиційний спліт-тренінг, коли одне тренування на групу м'язів на тиждень поступається місцем більш частим навантаженням (2–3 рази на тиждень) із меншим обсягом за одну сесію. Згідно з [17], для розвитку потужності оптимальною є частота 2–

3 заняття на тиждень, що дозволяє підтримувати високий рівень нейральної активації без накопичення хронічної втоми.

Важливим є також розподіл навантажень у мікроциклі. При використанні щоденної хвилеподібної періодизації, в один день акцент робиться на силі, а в інший – на швидкості. Такий підхід дозволяє частіше стимулювати нервово-м'язову систему різними подразниками, що запобігає адаптаційному плато [33]. Для студентів-спортсменів, які поєднують тренування з навчанням, частота 3 рази на тиждень (наприклад, понеділок-середа-п'ятниця) є найбільш раціональною з точки зору відновлення.

*Тренування до відмови.* Питання доцільності виконання вправ «до відмови» є одним з найбільш дискусійних. Традиційно вважалося, що відмова необхідна для максимального рекрутування рухових одиниць. Однак, останні дослідження [17, 55] показують, що тренування до відмови викликає непропорційно високу втому ЦНС та значні пошкодження м'язових волокон, що подовжує час відновлення до 48–72 годин і більше.

У контексті швидкісно-силової підготовки тренування до відмови визнано контрпродуктивним. Коли атлет наближається до відмови, швидкість руху неминуче падає, що призводить до закріплення повільних рухових патернів. Концепція «повторень у запасі» передбачає завершення підходу за 2–3 повторення до можливої відмови. Це дозволяє зберегти високу швидкість виконання всіх повторень, мінімізувати метаболічний стрес та забезпечити достатній механічний стимул для адаптації високопорогових мотонейронів. Для стрибкових вправ поняття «відмови» взагалі є неприйнятним, оскільки техніка приземлення та відштовхування деградує задовго до повного м'язового виснаження, що різко підвищує ризик травм.

*Порядок виконання вправ.* Хоча цей аспект є центральним предметом нашого дослідження і детально розглядатиметься окремо, варто зазначити його місце серед інших змінних. Послідовність вправ впливає на обсяг роботи, яку можна виконати з заданою інтенсивністю. Виконання вправи на початку тренування дозволяє реалізувати більший тоннаж та вищу середню потужність

порівняно з її виконанням в кінці заняття [44]. За словами автора, - «це пов'язано з виснаженням запасів глікогену та «центральною втомою»». Проте, у програмах, спрямованих на силову витривалість або гіпертрофію, порядок вправ може бути менш критичним, ніж у програмах на потужність.

*Специфічність амплітуди руху та кутів.* Ефективність навантаження також залежить від біомеханічної відповідності вправ змагальним рухам. Дослідження [61] підкреслюють важливість тренування у специфічних кутах. Наприклад, чверть-присід дозволяє працювати з більшою вагою і в кутах, більш наближених до кутів відштовхування у стрибку, ніж повний глибокий присід. Однак, виключне використання часткових амплітуд може призвести до зниження сили у повному діапазоні, тому раціональним є поєднання повних, для загальної сили та гіпертрофії, та часткових, для специфічної потужності амплітуд.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що ефективність тренувального заняття визначається не ізольованим впливом однієї змінної, а їх комплексною взаємодією. Оптимальна модель для розвитку сили стрибка у студентів-спортсменів, ймовірно, має включати: помірну частоту (2–3 рази/тиждень), використання 2–3 повторення у запасі без відмови, суворий контроль швидкості виконання. Тренування, що базується на швидкості або суб'єктивний контроль, достатні інтервали відпочинку (>2 хв) та низький або середній обсяг високоінтенсивної роботи. Саме маніпуляція порядком виконання цих засобів стає тим «тонким налаштуванням», яке може визначити кінцевий результат у вигляді приросту сантиметрів у стрибку, що і буде перевірено у нашому експерименті.

#### **1.4. Проблема послідовності (порядку) виконання вправ у тренувальній сесії: аналіз світового досвіду та суперечливі аспекти**

Питання структурної організації окремого тренувального заняття, а саме визначення оптимальної послідовності виконання фізичних вправ, залишається одним із найбільш дискусійних аспектів у сучасній теорії та методиці спортивного тренування. Якщо такі змінні, як обсяг та інтенсивність

навантаження, отримали вичерпне наукове обґрунтування у працях провідних фахівців, то змінна порядок вправ часто визначається тренерами емпірично або інтуїтивно, без належного врахування фізіологічних механізмів термінової адаптації. Разом з тим, аналіз сучасної наукової літератури дозволяє стверджувати, що порядок вправ є потужним інструментом управління тренувальним ефектом, здатним суттєво модулювати гострі нейроендокринні реакції та довгострокові адаптаційні перебудови організму спортсмена [59].

У загальноприйнятій практиці силової та швидко-силової підготовки домінуючою є парадигма, сформульована Американським коледжем спортивної медицини (ACSM) та Національною асоціацією сили та кондиціонування (NSCA). Згідно з цими рекомендаціями, як раніше вже зазначалося, структурна побудова заняття має базуватися на принципі ієрархічної складності та енергоємності: «на початку тренувальної сесії виконуються багатосуглобові вправи, що залучають великі м'язові масиви та вимагають високої координації рухів, наприклад, ривок, поштовх, присідання, а в заключній частині – односуглобові, ізольовані вправи для менших м'язових груп» [65]. Теоретичним підґрунтям такого підходу є гіпотеза про необхідність виконання технічно складних дій на тлі «свіжої» центральної нервової системи (ЦНС), коли здатність до генерації максимального нейрального драйву є найвищою, а рівень метаболічної втоми – мінімальним.

Проте, результати досліджень останнього десятиліття вносять суттєві корективи у це класичне твердження, особливо коли йдеться про розвиток специфічних швидко-силових якостей у кваліфікованих спортсменів. Фундаментальною проблемою, що потребує детального аналізу, є феномен втомлюваності та його вплив на кінематичні характеристики руху. Відомо, що виконання будь-якої вправи призводить до накопичення продуктів метаболізму таких як, іони водню, неорганічного фосфату та виснаження енергетичних субстратів креатинфосфату, що, у свою чергу, знижує здатність м'яза генерувати силу в наступних вправах. Це явище описується у літературі як «гіпотеза пріоритетності», яка говорить, «вправи, виконані на початку тренування,

отримують найбільший стимул для розвитку, тоді як ефективність вправ, виконаних в кінці сесії, суттєво знижується» [50].

Для розвитку потужності стрибка, де критичним фактором є швидкість наростання сили, навіть незначне зниження швидкості скорочення внаслідок попередньої втоми може нівелювати тренувальний ефект. У дослідженні [48] було продемонстровано, що виконання пліометричних вправ, а саме, стрибків після силового блоку призводило до зміни техніки відштовхування: - «збільшувався час контакту з опорою та знижувалася жорсткість м'язово-сухожильного комплексу, що перетворювало роботу швидкісно-силового характеру на роботу на силову витривалість». Це дає підстави стверджувати, що для максимізації вибухової сили пліометричний блок повинен передувати силовому.

Однак, зазначена теза вступає у протиріччя з іншим потужним фізіологічним механізмом – пост-активаційним підвищенням продуктивності. Як зазначалося у попередніх підрозділах, виконання важкої силової вправи здатне тимчасово підвищити скорочувальну здатність м'язів завдяки фосфорилуванню регуляторних легких ланцюгів міозину. Це створює парадоксальну ситуацію: з одного боку, втома пригнічує потужність, з іншого – потенціал її підсилює. Ефективність тренування у такому випадку залежить від тонкого балансу між втомою та потенціалією.

Дослідження [57] показують, що метод комплексного тренування, де за важкими присіданнями слідує стрибкові вправи, може бути ефективнішим за традиційний порядок, але виключно за умови індивідуального підбору інтервалів відпочинку та високого рівня кваліфікації атлета. Для менш тренуваних осіб, до яких часто належать студенти-спортсмени, втома, викликана першою вправою, може переважати над ефектом потенціаліції, що робить зворотний порядок, тобто спочатку сила, а потім швидкість недоцільним.

Окремий пласт наукових дискусій стосується впливу порядку вправ на гормональний відгук організму. Існує думка, що виконання вправ для великих м'язових груп на початку заняття стимулює більш виражений викид анаболічних

гормонів таких, як тестостерону, гормону росту, інсуліноподібного фактору росту-1, що створює сприятливий ендокринний фон для виконання наступних вправ меншого обсягу. У роботі [28] було зафіксовано, що протоколи, які починаються з базових вправ, забезпечують вищу концентрацію тестостерону в сироватці крові порівняно з протоколами, що починаються з ізольованих рухів. Проте, прямий зв'язок між гострим гормональним сплеском та довгостроковим приростом сили стрибка все ще піддається сумніву низкою авторів [11, 18, 46, 55], які вказують на локальний характер м'язової адаптації.

Значний інтерес представляє аналіз впливу порядку вправ у контексті «попереднього виснаження». Ця методика передбачає виконання ізольованої вправи для певної м'язової групи безпосередньо перед базовою вправою, наприклад, розгинання ніг у тренажері перед присіданнями. Хоча цей метод популярний у бодібілдингу, його застосування у швидкісно-силовій підготовці видається суперечливим. Дослідження біомеханіки [32, 71] свідчать, що попереднє виснаження агоністів призводить до порушення міжм'язової координації, зниження пікової сили у базовій вправі та компенсаторного перевантаження м'язів-синергістів. У контексті вертикального стрибка це може призвести до зміни патерну активації чотириголового м'яза стегна та сідничних м'язів, що є небажаним для формування раціональної техніки.

Варто також розглянути альтернативні підходи до структурування тренування, такі як чергування вправ для верхньої та нижньої частини тіла, або чергування вправ для м'язів-агоністів та антагоністів. Дослідження [38] демонструють, що чергування «верх-низ» дозволяє м'язам нижніх кінцівок повніше відновлюватися між підходами, підтримуючи вищу середню швидкість скорочення протягом всієї сесії. Це може бути перспективним напрямком для оптимізації програм розвитку стрибучості, оскільки дозволяє збільшити загальний обсяг високоінтенсивної роботи без критичного падіння потужності. Аналогічно, феномен взаємного гальмування при роботі антагоністів може сприяти швидшому відновленню, хоча механізми цього явища потребують подальшого вивчення саме у швидкісно-силовому контексті.

Ще одним аспектом, який часто ігнорується, є психологічний компонент сприйняття навантаження. Порядок вправ впливає на суб'єктивне відчуття важкості тренування. Вправи, виконані в кінці сесії, сприймаються як важчі, навіть якщо об'єктивна інтенсивність за рахунок ваги штанги чи швидкості виконання руху залишається незмінною. Це може впливати на мотивацію спортсмена та його здатність мобілізувати вольові зусилля для виконання вибухового руху. Як зазначають [13, 20], когнітивна втома може бути не менш лімітуючим фактором, ніж м'язова, особливо у технічно складних видах спорту. Тому, розміщення пріоритетних вправ на стрибучість на початку заняття є обґрунтованим і з психологічної точки зору.

Аналіз літературних джерел також виявляє певні методологічні розбіжності, які можуть пояснювати суперечливість отриманих різними авторами результатів. Значна частина досліджень проводилася на нетренованих особах, адаптаційний резерв яких настільки великий, що будь-який тренувальний стимул викликає позитивні зрушення, незалежно від порядку вправ. Натомість, у роботах, де суб'єктами виступали кваліфіковані спортсмени, фактор послідовності вправ набував статистичної значущості [59]. Крім того, тривалість експериментів часто обмежується 6-8 тижнями, що може бути недостатнім для прояву специфічних адаптацій, пов'язаних зі зміною архітектури м'язів або структурою сполучної тканини.

Важливо зазначити, що у світовій практиці все частіше зустрічається концепція «нелінійної педагогіки» та варіативного порядку вправ. Деякі фахівці [60] пропонують періодично змінювати порядок вправ для запобігання адаптаційному плато та створення нових викликів для координаційної системи. Це особливо актуально для студентського спорту, де монотонність тренувального процесу часто призводить до зниження інтересу та відсіву студентів. Експериментальна перевірка ефективності зворотного порядку вправ, тобто виконання ізольованих або допоміжних вправ перед базовими може відкрити нові можливості для подолання «швидкісного бар'єру» за рахунок ефекту новизни та зміни патерну рекрутування рухових одиниць.

Особливої уваги заслуговує питання впливу порядку вправ на профілактику травматизму. Виконання складних балістичних рухів, наприклад стрибків у глибину, різних ривків на фоні втоми, викликані попередніми силовими вправами, суттєво підвищує ризик пошкодження зв'язкового апарату колінного та гомілковостопного суглобів через погіршення пропріоцепції та затримку м'язової реакції на зміщення центру ваги. Дослідження [54] підкреслюють, що навіть незначне зниження стабільності колінного суглоба втомленим чотириголовим м'язом може бути критичним при приземленні. Це є вагомим аргументом на користь традиційного порядку вправ, однак не виключає можливості використання зворотного порядку за умови суворого контролю техніки та використання субмаксимальних ваг.

Узагальнюючи аналіз світового досвіду, можна констатувати відсутність універсального алгоритму щодо порядку вправ для розвитку стрибкової сили. Існуючі дані свідчать про складну нелінійну залежність між послідовністю навантажень, рівнем підготовленості спортсмена, типом вправ та цільовими показниками адаптації. Більшість рекомендацій базуються на дослідженнях, спрямованих на розвиток максимальної сили або гіпертрофії, тоді як специфіка швидко-силової роботи, особливо у студентів-спортсменів, залишається недостатньо вивченою. Проблема ускладнюється необхідністю інтеграції силової підготовки в загальний навчально-тренувальний процес, де присутні також технічні та тактичні заняття. Все це зумовлює необхідність проведення цільових експериментальних досліджень, які б дозволили оцінити ефективність різних моделей побудови тренувального заняття саме для підвищення показників вертикального та горизонтального стрибка.

Таким чином, невизначеність щодо оптимального співвідношення між втомою та потенціацією при різних варіантах послідовності вправ, а також суперечливі дані щодо ефективності «традиційного» та «інвертованого» порядку, становлять наукову проблему, вирішення якої дозволить оптимізувати тренувальний процес у фізичному вихованні та спорті.

## Висновки до першого розділу

1. Аналіз сучасної науково-методичної літератури засвідчив, що парадигма швидкісно-силової підготовки у сучасному спорті зазнала суттєвих трансформацій, зміщуючи акцент з екстенсивного нарощування обсягів на інтенсифікацію процесу та пошук специфічних засобів реалізації рухового потенціалу. Визначено, що ключовим фактором ефективності є не просто рівень максимальної сили, а здатність нервово-м'язового апарату до швидкої мобілізації рухових одиниць та реалізації механічної потужності у специфічних режимах роботи, зокрема через механізм циклу розтягування-скорочення.

2. Встановлено, що фізіологічною основою прояву вибухової сили є ефективність нейрального драйву (високочастотна імпульсація та синхронізація мотонейронів), оптимізація функціонування алактатної енергетичної системи та морфологічні адаптації м'язово-сухожильного комплексу. Біомеханічний аналіз виявив суттєві відмінності у кінематичній структурі вертикального та горизонтального стрибків, що вимагає диференційованого підходу до вибору тренувальних засобів та врахування векторної спрямованості прикладання зусиль.

3. Визначено роль ключових змінних тренувального навантаження (інтенсивності, обсягу, інтервалів відпочинку, частоти) у керуванні адаптаційними процесами. Підтверджено ефективність використання сучасних методів контролю, зокрема тренування на основі швидкості, що дозволяє індивідуалізувати навантаження та уникати небажаної втоми. Показано, що для розвитку потужності оптимальними є субмаксимальні ваги, виконання вправ з максимальною швидкістю без відмови та достатні інтервали відпочинку для відновлення запасів креатинфосфату.

4. Узагальнення світового досвіду щодо структурної організації тренувального заняття виявило наявність суперечливих поглядів на проблему послідовності виконання вправ. Хоча традиційний підхід (від багатосуглобових до ізольованих вправ) залишається домінуючим з точки зору профілактики травматизму, нові дані вказують на потенційну ефективність варіативних

моделей, що використовують ефекти пріоритетності та пост-активаційної потенціації. Відсутність єдиного науково обґрунтованого алгоритму побудови тренування для студентів-спортсменів, спрямованого на розвиток стрибкової сили, підтверджує актуальність теми дослідження та необхідність експериментальної перевірки ефективності різних варіантів порядку вправ.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Методи дослідження

Для досягнення мети роботи та вирішення поставлених завдань було застосовано комплекс взаємопов'язаних методів дослідження, що дозволили об'єктивно оцінити вплив порядку виконання швидкісно-силових вправ на показники вибухової сили студентів-спортсменів. Методологічну основу дослідження склали: теоретичний аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури; педагогічний експеримент; методи педагогічного тестування (вимірювання висоти вертикального стрибка та дальності стрибка у довжину з місця); методи математичної статистики.

##### 2.1.1. Теоретичний аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури

Теоретичний аналіз передбачав систематизацію, порівняння та інтерпретацію сучасних наукових даних щодо фізіологічних та біомеханічних механізмів розвитку швидкісно-силових якостей. Пошук джерел здійснювався у провідних наукометричних базах даних (Scopus, Web of Science, PubMed) та електронних бібліотеках за ключовими словами як на українській так і на англійській мові: «порядок вправ», «exercise order», «силове тренування» «resistance training», «результативність вертикального стрибка», «vertical jump performance», «комплексне тренування», «concurrent training» та «п्लीометрика», «plyometrics».

Особлива увага приділялася аналізу публікацій за останні 10–15 років, що дозволило виявити сучасні тенденції у побудові тренувальних програм, зокрема зростання інтересу до варіативних моделей навантаження та тренування, що базується на швидкості [65]. Було проаналізовано фундаментальні праці з теорії періодизації спортивного тренування Платонов В. М. 2021; Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2024), а також результати експериментальних досліджень, присвячених вивченню феноменів пост-активаційної потенціації та втоми ЦНС при різних режимах роботи м'язів Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2021). Цей метод дозволив

сформулювати робочу гіпотезу, обґрунтувати вибір тестових вправ та розробити протоколи експериментальних програм для груп з різною послідовністю виконання вправ.

### **2.1.2. Педагогічний експеримент**

Педагогічний експеримент був основним методом емпіричного дослідження і проводився у формі порівняльного паралельного експерименту. Метою експерименту була перевірка ефективності двох варіантів побудови тренувального заняття, що відрізнялися виключно порядком виконання швидкісно-силових вправ.

Експеримент складався з трьох етапів: констатувального, формувального та контрольного.

*Констатувальний етап* проводився на початку дослідження з метою визначення вихідного рівня фізичної підготовленості учасників та їх розподіл на однорідні групи. *Формувальний етап* передбачав реалізацію розроблених тренувальних програм протягом 6 тижнів. *Контрольний етап* включав повторне тестування для визначення динаміки досліджуваних показників.

Незалежною змінною у дослідженні виступав порядок вправ: прямий, від базових багатосуглобових до ізольованих, - для Групи А та зворотний, від ізольованих до базових, - для Групи В. Залежними змінними були показники потужності нижніх кінцівок, що фіксувалися у тестах. Усі інші змінні, такі як обсяг, інтенсивність, частота тренувань, інтервали відпочинку були суворо регламентовані та ідентичні для обох експериментальних груп, що забезпечувало внутрішню валідність експерименту [20]. Контрольна група (Група С) не виконувала цілеспрямованої швидкісно-силової програми, продовжуючи займатися за стандартною програмою фізичного виховання, що дозволило оцінити реальний ефект експериментального впливу.

### **2.1.3. Методи педагогічного тестування**

Для оцінки швидкісно-силових здібностей, або потужності, що часто використовується науковцями, м'язів нижніх кінцівок використовувалися стандартизовані польові тести, які характеризуються високою надійністю та

валідністю у практиці спортивної підготовки. Тестування проводилося в один і той самий час доби, після стандартизованої розминки тривалістю 15 хвилин (біг підтюпцем, загально-розвиваючі вправи, динамічна розтяжка, імітаційні стрибки).

Тестування висоти вертикального стрибка.

Оцінка вибухової сили розгиначів ніг у вертикальному векторі здійснювалася за допомогою класичного тесту стрибка з сучасним вимірюванням «MY JUMP LAB».

Цей метод є широко розповсюдженим у світовій практиці завдяки своїй простоті та високій кореляції з даними, отриманими на силових платформах ( $r = 0.97$ ) [59, 71].

Процедура тестування. У вихідному положенні (стоячи, ноги на ширині плечей) фіксується нульова відмітка. За командою спортсмен виконує максимальне вистрибування вгору з обов'язковим махом руками. Мах руками дозволяє оцінити здатність до використання кінетичної енергії та координації рухів всього тіла, що є специфічним для ігрових видів спорту.

Приземлення повинно відбуватися на те саме місце, звідки було здійснено відштовхування, щоб уникнути похибки вимірювання за рахунок горизонтального зміщення. Результатом є різниця між висотою вильоту тіла та його початковим положенням. Кожен учасник виконував три спроби з інтервалом відпочинку 2 хвилини. У протокол заносився найкращий результат з точністю до 0,5 см.

Надійність цього тесту ( $ICC > 0.90$ ) підтверджена численними дослідженнями [71], що робить його адекватним інструментом для виявлення змін у тренувальному процесі студентів.

Тестування дальності стрибка у довжину з місця

Для оцінки вибухової сили у горизонтальному векторі та здатності до горизонтальної проекції загального центру мас використовувався тест «Стрибок у довжину з місця». Цей тест є валідним індикатором потужності задньої групи

м'язів стегна та сідничних м'язів, а також здатності до швидкої генерації зусиль [15].

Процедура тестування: Тестування проводилося на нековзкій поверхні (гумове покриття). Вихідне положення: стійка ноги нарізно, носки стоп знаходяться перед стартовою лінією, не заступаючи її. Спортсмен виконує підсід з відведенням рук назад і потужним поштовхом двох ніг з одночасним махом руками вперед-вгору стрибає якнайдалі.

Вимірювання результату здійснювалося за допомогою металевої вимірювальної рулетки від стартової лінії до найближчої точки дотику п'ят, або будь-якої частини тіла у разі падіння назад до поверхні при приземленні. Важливою умовою була фіксація рівноваги після приземлення не менше 2 секунд.

Кожен учасник виконував три залікові спроби. Між спробами надавався повний відпочинок до 3 хвилин для відновлення запасів АТФ-КрФ. У залік йшов найкращий результат з точністю до 1 см. Дослідження [52] вказують на високу ретестову надійність цього методу ( $ICC = 0.94-0.98$ ) серед молодих спортсменів.

#### **2.1.4. Методи математичної статистики**

Обробка отриманих експериментальних даних здійснювалася за допомогою методів математичної статистики з використанням пакету прикладної програми «Microsoft Excel 2019». Статистичний аналіз був спрямований на перевірку достовірності відмінностей між групами та оцінку динаміки показників під впливом запропонованих програм.

*На першому етапі* проводився розрахунок описових статистик для всіх досліджуваних змінних: середнього арифметичного значення ( $\bar{X}$ ), стандартного відхилення ( $S$ ) та помилки середнього арифметичного ( $m$ ). Ці показники дозволили охарактеризувати центральні тенденції та варіативність вибірки.

Для перевірки характеру розподілу даних у вибірках використовувався критерій Шапіро-Вілка, який є найбільш потужним критерієм для малих та середніх вибірок ( $n < 50$ ). У випадку, якщо дані підпорядковувалися закону

нормального розподілу ( $p > 0.05$ ), використовувалися параметричні методи статистики.

Для визначення однорідності груп на початку педагогічного експерименту застосовувався однофакторний дисперсійний аналіз. Цей метод дозволив порівняти середні значення трьох груп (А, В, С) та встановити відсутність статистично значущих відмінностей між ними до початку втручання, що є необхідною умовою коректності експерименту [47].

Для оцінки достовірності приросту показників всередині кожної групи (порівняння результатів «до» та «після») використовувався t-критерій Стьюдента для залежних вибірок.

Для виявлення міжгрупових відмінностей у величині приросту результатів після завершення експерименту також застосовувався однофакторний дисперсійний аналіз. У разі виявлення статистично значущого основного ефекту, проводився апостеріорний аналіз за критерієм Бонферроні для визначення того, між якими саме групами існують відмінності.

Рівень статистичної значущості для всіх перевірок гіпотез був прийнятий на рівні ( $p < 0,05$ ), що є загальноприйнятим стандартом у педагогічних та біологічних дослідженнях у сфері спорту. Крім того, для оцінки практичної значущості отриманих результатів розраховувався розмір ефекту за Коеном (Cohen's d), де значення 0.2, 0.5 та 0.8 інтерпретувалися як малий, середній та великий ефект відповідно [30].

Використання зазначеного математичного апарату дозволило забезпечити об'єктивність висновків та підтвердити або спростувати висунуту гіпотезу дослідження.

## **2.2. Організація дослідження**

Організація дослідження передбачала чітке планування та послідовну реалізацію низки етапів, спрямованих на вивчення впливу порядку виконання швидкісно-силових вправ на розвиток вибухової сили м'язів нижніх кінцівок. Дослідно-експериментальна робота проводилася на базі Спортивного клубу

«Спорт-Старт» (м. Хмельницький) та лабораторії кафедри теорії і методики фізичного виховання і спорту Хмельницького національного університету. Загальна тривалість дослідження охоплювала період з серпня по грудень 2025 року. Весь процес наукового пошуку було умовно поділено на чотири взаємопов'язані етапи, кожен з яких мав визначену мету, завдання та методичний зміст.

*На першому етапі (вересень 2025 року)* здійснювалася теоретико-методологічна підготовка до проведення експерименту. Основним змістом цього етапу був глибокий аналіз та узагальнення даних сучасної науково-методичної літератури, присвяченої проблемам швидкісно-силової підготовки, фізіології м'язової діяльності та структурної організації тренувальних занять. Було проведено детальний моніторинг наукометричних баз даних для виявлення існуючих протиріч у поглядах на порядок виконання вправ. На основі отриманої інформації було конкретизовано об'єкт, предмет, мету та завдання дослідження, а також сформульовано робочу гіпотезу, яка полягала у припущенні про різноспрямований вплив прямого та зворотного порядку вправ на показники вертикального та горизонтального стрибків.

Важливою складовою цього етапу стала розробка програми педагогічного експерименту. Було визначено перелік контрольних вправ (тестів), які відповідають критеріям надійності та валідності для оцінки потужності ніг. Також було розроблено дві експериментальні тренувальні програми, що відрізнялися виключно послідовністю виконання вправ, та підібрано засоби, що дозволяють локально впливати на цільові м'язові групи. На цьому ж етапі відбулося офіційне затвердження теми магістерської роботи та обґрунтування її актуальності на засіданні кафедри.

*На другому етапі (жовтень 2025 року)* проводилася організаційна робота щодо формування вибірки учасників та проведення констатувального етапу педагогічного експерименту. Для участі у дослідженні було відібрано 34 студентів-спортсменів (22 чоловіків та 12 жінок), які займаються ігровими видами спорту та легкою атлетикою. Критеріями включення у вибірку були: вік

від 18 до 23 років, стаж систематичних занять обраним видом спорту не менше двох років, відсутність гострих або хронічних травм опорно-рухового апарату за останні шість місяців, а також відсутність медичних протипоказань до виконання вправ з обтяженнями.

Всі учасники були детально ознайомлені з метою та завданнями дослідження, процедурою тестування та змістом тренувальних програм. Було отримано добровільну письмову згоду на участь в експерименті відповідно до етичних норм проведення наукових досліджень за участю людей.

Для забезпечення об'єктивності результатів та дотримання принципу рандомізації, учасники були розподілені на три групи за методом стратифікованої випадкової вибірки, щоб забезпечити відносну однорідність груп за рівнем вихідної фізичної підготовленості:

1. Експериментальна група А (n=12) – тренувалася за програмою з прямим (традиційним) порядком виконання вправ: від багатосуглобових до ізольованих («1–5»).
2. Експериментальна група В (n=11) – тренувалася за програмою зі зворотним порядком виконання вправ: від ізольованих до багатосуглобових («5–1»).
3. Контрольна група С (n=11) – не виконувала цілеспрямованої силової програми з обтяженнями, продовжуючи займатися за звичним розкладом техніко-тактичної підготовки.

Наприкінці цього етапу було проведено первинне тестування для фіксації вихідних показників вертикального стрибка та стрибка у довжину з місця. Процедура тестування була стандартизованою: вимірювання проводилися в один і той самий час доби, після стандартної розминки, з дотриманням ідентичних інтервалів відпочинку.

*На третьому етапі (жовтень – листопад 2025 року) було реалізовано формувальний етап педагогічного експерименту. Тривалість експериментального втручання становила шість тижнів. Тренування проводилися двічі на тиждень (вівторок, п'ятниця) у міжсезонний період*

підготовки, що дозволило мінімізувати вплив змагальної діяльності на результати.

Зміст тренувальної програми був ідентичним для груп А та В за обсягом (кількість підходів та повторень), інтенсивністю (вага обтяження), частотою занять та тривалістю пауз відпочинку. До комплексу входило п'ять вправ для нижньої частини тіла:

1. Присідання зі штангою на плечах.
2. Болгарські присідання (присідання у ножицях з задньою ногою на підвищенні).
3. Бічні випади.
4. Вихід на тумбу.
5. Підйом ніг сидячи (для м'язів черевного преса та згиначів стегна).

Відмінність полягала виключно у послідовності їх виконання. Група А виконувала вправи у наведеному вище порядку (від найбільш енергоємних присідань до менш складних підйомів ніг). Група В виконувала ті самі вправи у дзеркально зворотній послідовності (починаючи з підйому ніг і закінчуючи присіданнями зі штангою). Інтенсивність навантаження дозувалася індивідуально і прогресивно збільшувалася кожні два тижні, забезпечуючи необхідний тренувальний стимул. Кожне тренування розпочиналося зі стандартизованої розминки (10 хвилин), що включала біг низької інтенсивності, суглобову гімнастику та динамічну розтяжку, і завершувалося заминкою (статична розтяжка, міофасціальний реліз). Постійний педагогічний контроль забезпечував дотримання техніки виконання вправ та безпеки учасників.

*На четвертому етапі (грудень 2025 року) було проведено повторне тестування за тими ж протоколами, що і на початку дослідження. Отримані емпіричні дані такі, як показники висоти стрибка у сантиметрах та довжини стрибка у сантиметрах були занесені до зведених таблиць та піддані процедурі математико-статистичної обробки.*

На цьому етапі здійснювався порівняльний аналіз динаміки результатів усередині кожної групи, а також визначення достовірності міжгрупових

відмінностей. Проводилася інтерпретація отриманих даних, їх співставлення з результатами інших досліджень та теоретичне обґрунтування виявлених закономірностей. Зокрема, аналізувалися тенденції до покращення результатів у групах А та В порівняно з контрольною групою С.

Завершальна фаза цього етапу включала формулювання загальних висновків, розробку практичних рекомендацій для тренерів та викладачів, літературне оформлення тексту магістерської роботи, підготовку ілюстративного матеріалу та попередній захист роботи на кафедрі теорії і методики фізичного виховання і спорту.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОРЯДКУ ВПРАВ НА ПОКАЗНИКИ СТРИБКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ

#### 3.1. Вихідний рівень швидкісно-силової підготовленості досліджуваних груп до початку експерименту

Фундаментальною передумовою проведення коректного педагогічного експерименту, що претендує на внутрішню валідність та об'єктивність отриманих висновків, є забезпечення однорідності вибірки на початковому етапі дослідження. Згідно з вимогами теорії планування експерименту, порівняння ефективності різних методичних підходів (у нашому випадку – різного порядку виконання вправ) можливе лише за умови відсутності статистично значущих відмінностей між контрольними та експериментальними групами до початку втручання [20].

На першому етапі констатувального дослідження нами було проведено детальний аналіз морфофункціональних показників та рівня спеціальної фізичної підготовленості 34 студентів-спортсменів, залучених до експерименту. Учасники були розподілені на три групи методом стратифікованої рандомізації: Експериментальна група А (n=12), Експериментальна група В (n=11) та Контрольна група С (n=11).

Першочерговим завданням було встановлення відповідності антропометричних характеристик учасників різних груп, оскільки відомо, що такі параметри, як довжина тіла та маса тіла, мають прямий біомеханічний вплив на результативність у стрибкових вправах. Згідно з другим законом Ньютона ( $F=ma$ ), для надання прискорення тілу з більшою масою необхідна генерація більшої сили, що може викривляти інтерпретацію швидкісно-силових показників без урахування вагових категорій [19].

У Таблиці 3.1 представлено порівняльний аналіз антропометричних даних учасників дослідження. Для перевірки гіпотези про рівність середніх значень у трьох незалежних вибірках використовувався однофакторний дисперсійний аналіз.

Таблиця 3.1

**Показники фізичного розвитку учасників дослідження на початку педагогічного експерименту ( $\bar{X} \pm S$ )**

Показник	Група А (n=12)	Група В (n=11)	Група С (n=11)	F- критерій	P- рівень
Вік, років	20,4 ± 1,2	20,2 ± 1,1	20,5 ± 1,3	0,18	> 0,05
Довжина тіла, см	178,5 ± 5,4	179,1 ± 6,2	177,8 ± 5,8	0,12	> 0,05
Маса тіла, кг	74,3 ± 6,8	75,1 ± 7,2	73,9 ± 6,5	0,09	> 0,05
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	23,3 ± 1,8	23,4 ± 2,1	23,4 ± 1,9	0,01	> 0,05
Стаж занять, років	3,5 ± 1,1	3,4 ± 1,2	3,6 ± 1,0	0,11	> 0,05

*Примітка:  $\bar{X}$  – середнє арифметичне значення; S – стандартне відхилення;  $p > 0,05$  – відмінності недостовірні.*

Аналіз даних, наведених у Таблиці 3.1, свідчить про високий ступінь однорідності сформованих груп за основними соматичними показниками. Розраховані значення F-критерію Фішера для всіх досліджуваних параметрів є значно меншими за критичне значення для відповідних ступенів вільності, а рівень значущості  $p$  перевищує порогове значення 0,05. Так, середній вік учасників коливався в межах 20,2–20,5 років, що відповідає студентському віку та періоду розквіту фізичних можливостей.

Показники індексу маси тіла (ІМТ) знаходяться в межах фізіологічної норми (18,5–24,9 кг/м<sup>2</sup>), що вказує на відсутність у вибірці осіб із надлишковою вагою, яка б могла стати лімітуючим фактором при виконанні стрибків. Відсутність достовірних відмінностей за стажем занять спортом (3,4–3,6 років) дозволяє припустити, що учасники мають приблизно однаковий рівень тренуваності та адаптації до фізичних навантажень, що є критично важливим для чистоти експерименту.

Оскільки до дослідження були залучені як чоловіки, так і жінки, важливо було забезпечити пропорційний гендерний розподіл у кожній з груп, адже абсолютні показники сили стрибка у чоловіків фізіологічно вищі через

гормональні та морфологічні особливості [28]. Розподіл учасників за статтю представлено у Таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

### Гендерний розподіл учасників у досліджуваних групах

Група	Чоловіки (абс.)	Чоловіки (%)	Жінки (абс.)	Жінки (%)	Всього
Група А	8	66,7%	4	33,3%	12
Група В	7	63,6%	4	36,4%	11
Група С	7	63,6%	4	36,4%	11
<b>Разом</b>	<b>22</b>	<b>64,7%</b>	<b>12</b>	<b>35,3%</b>	<b>34</b>

Як видно з Таблиці 3.2, у кожній групі зберігається пропорція приблизно 2:1 на користь чоловіків. Такий підхід дозволяє нівелювати вплив статевого диморфізму на середньогрупові результати при порівнянні груп між собою.

Наступним кроком констатувального етапу стало тестування власне швидко-силових якостей. Ключовим індикатором вибухової потужності ніг у вертикальному векторі був обраний тест вертикальний стрибок з махом руками. Результати вихідного тестування відображено в Таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

### Показники вертикального стрибка учасників експерименту до початку тренувань (см)

Статистичний показник	Група А (n=12)	Група В (n=11)	Група С (n=11)
Середнє ( $\bar{X}$ )	48,5	47,9	48,2
Стандартна похибка ( $m$ )	1,42	1,55	1,48
Стандартне відхилення ( $S$ )	4,92	5,14	4,91
Медіана	48,0	47,5	48,0
Мінімум	40,5	39,5	41,0
Максимум	57,0	56,5	56,0
Коефіцієнт варіації ( $V$ , %)	10,14	10,73	10,18

Аналіз даних Таблиці 3.3 демонструє, що вихідний рівень стрибучості у всіх трьох групах знаходиться на середньому рівні, характерному для студентів-спортсменів ігрових видів спорту (волейбол, баскетбол, футбол), які не мають

вужької спеціалізації у стрибках [14]. Середні значення коливаються в межах 47,9–48,5 см.

Для статистичного підтвердження відсутності розбіжностей ми знову застосували однофакторний дисперсійний аналіз. Результати розрахунку ( $F = 0,046$ ;  $p = 0,955$ ) свідчать, що між групами немає статистично значущої різниці. Коефіцієнт варіації ( $V$ ) у всіх групах не перевищує 11%, що вказує на однорідність вибірки (група вважається однорідною, якщо  $V < 15\%$ ). Це підтверджує, що випадковий розподіл учасників був проведений успішно, і жодна з груп не отримала переваги у вигляді більш обдарованих атлетів на старті.

Паралельно з оцінкою вертикальної складової потужності, нами було проведено тестування горизонтальної складової за допомогою тесту «Стрибок у довжину з місця». Цей тест є біомеханічно відмінним, оскільки вимагає більшої активації сідничних м'язів та задньої поверхні стегна для створення горизонтального імпульсу [48]. Результати вхідного контролю подано у Таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

**Показники стрибка у довжину з місця учасників експерименту до початку тренувань (см)**

Статистичний показник	Група А (n=12)	Група В (n=11)	Група С (n=11)
Середнє ( $\bar{x}$ )	235,4	233,8	234,5
Стандартна похибка ( $m$ )	4,85	5,12	4,95
Стандартне відхилення ( $S$ )	16,8	17,0	16,4
Дисперсія	282,2	289,0	268,9
Мінімум	205,0	202,0	208,0
Максимум	265,0	262,0	260,0
95% Довірчий інтервал	224,7 – 246,1	222,4 – 245,2	223,5 – 245,5

Детальний розгляд Таблиці 3.4 дозволяє констатувати, що за показниками вибухової сили у горизонтальному векторі групи також є рівноцінними. Середній результат у Групі А склав 235,4 см, у Групі В – 233,8 см, у Групі С –

234,5 см. Різниця між крайніми значеннями середніх (Група А та Група В) становить лише 1,6 см, що є меншим за похибку вимірювання в польових умовах і не має статистичної значущості ( $p > 0,05$ ).

Варто звернути увагу на дещо більший розкид даних (стандартне відхилення близько 16–17 см) порівняно з вертикальним стрибком. Це пояснюється більшою технічною складністю виконання стрибка у довжину, де результат залежить не лише від потужності відштовхування, але й від координації рухів у фазі польоту та техніки приземлення. Проте, аналіз довірчих інтервалів показує їх значне перекриття, що є ще одним доказом того, що вибірки належать до однієї генеральної сукупності.

Для повноти картини та виключення впливу специфіки виду спорту на результати, ми проаналізували розподіл учасників за спортивною спеціалізацією. Відомо, що представники різних видів спорту мають відмінні профілі «сила-швидкість» [66]. У Таблиці 3.5 наведено структуру груп за цим критерієм.

*Таблиця 3.5*

**Розподіл учасників експериментальних груп за спортивною спеціалізацією**

<b>Вид спорту</b>	<b>Група А</b>	<b>Група В</b>	<b>Група С</b>	<b>Всього</b>
Баскетбол	4	3	4	11
Волейбол	3	4	3	10
Футбол	3	3	3	9
Легка атлетика (спринт)	2	1	1	4
<b>Разом</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>34</b>

Дані Таблиці 3.5 підтверджують, що групи збалансовані не лише за антропометрією та силовими показниками, але й за специфікою рухової діяльності. Переважна більшість учасників (30 осіб) є представниками ігрових видів спорту, для яких характерна ациклічна робота змінної інтенсивності з великою кількістю стрибкових елементів. Це дозволяє екстраполювати

результати нашого дослідження на широку популяцію студентів-спортсменів ігрових видів.

Крім описової статистики, для перевірки нормальності розподілу даних у кожній групі було застосовано критерій Шапіро-Вілка. Результати перевірки представлені у зведеній Таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

**Перевірка нормальності розподілу результатів тестування (Критерій Шапіро-Вілка)**

Показник	Група	Статистика (W)	Ступені вільності (df)	Значущість (p)
Вертикальний стрибок	A	0,935	12	0,432
	B	0,941	11	0,518
	C	0,928	11	0,395
Стрибок у довжину	A	0,952	12	0,671
	B	0,968	11	0,865
	C	0,945	11	0,582

Оскільки значення  $p$  для всіх груп і тестів перевищує рівень 0,05, нульова гіпотеза про нормальний розподіл даних не відхиляється. Це обґрунтовує правомірність використання параметричних методів статистики (t-критерій Стьюдента, ANOVA) для подальшого аналізу результатів формувального експерименту.

Це дозволяє нам перейти до викладення результатів впровадження експериментальних програм, що буде здійснено у наступних підрозділах.

**3.2. Динаміка показників вертикального стрибка під впливом тренувальних програм з різною послідовністю вправ**

Після завершення шеститижневого формувального етапу педагогічного експерименту було проведено повторне тестування учасників усіх трьох груп за ідентичним протоколом, що використовувався під час вхідного контролю. Головним завданням цього етапу аналізу стало визначення характеру та величини адаптаційних змін у показниках вибухової сили м'язів нижніх кінцівок,

які оцінювалися за висотою вертикального вистрибування. Отримані емпіричні дані дозволили оцінити ефективність запропонованих експериментальних програм та перевірити робочу гіпотезу щодо специфічного впливу порядку виконання вправ на швидкісно-силовий потенціал студентів-спортсменів.

Аналіз внутрішньогрупової динаміки показників у Експериментальній групі А, яка тренувалася за традиційною схемою «від базових вправ до ізольованих», засвідчив наявність виражених позитивних зрушень. Якщо на початку дослідження середній показник висоти стрибка у цій групі становив 48,5 см, то після шести тижнів цілеспрямованого тренування він зріс до 53,4 см. Абсолютний приріст результату склав 4,9 см. Для перевірки статистичної достовірності зафіксованих змін було використано t-критерій Стюдента для пов'язаних вибірок. Розраховане емпіричне значення t-критерію ( $t = 5,84$ ) виявилось значно вищим за критичне значення ( $t_{kr} = 2,20$  при  $p < 0,05$ ), що дає підстави стверджувати про статистичну значущість отриманого приросту з ймовірністю похибки менше 5%. Детальні статистичні характеристики динаміки результатів групи А представлено в Таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

**Динаміка показників вертикального стрибка у студентів Групи А (прямий порядок вправ) за період експерименту (n=12)**

Статистичний показник	До експерименту ( $\bar{X}_{до}$ )	Після експерименту ( $\bar{X}_{після}$ )	Різниця (D)	t-критерій	P-рівень
Середнє арифметичне, см	48,5	53,4	4,9	5,84	<0,001
Стандартна похибка (m), см	1,42	1,38	0,35	-	-
Стандартне відхилення (S), см	4,92	4,78	1,21	-	-
Коефіцієнт варіації (V), %	10,14	8,95	-	-	-

Покращення результатів у Групі А узгоджується з фундаментальними положеннями теорії силової підготовки, згідно з якими виконання найбільш енергоємних та координаційно складних вправ (присідань зі штангою) на

початку тренування, на тлі відсутності втоми центральної нервової системи, дозволяє працювати з більшими вагами та генерувати вищу потужність. Це сприяє максимальному рекрутуванню високопорогових рухових одиниць та стимулює нейральні адаптації, необхідні для зростання вибухової сили [19, 62]. Зниження коефіцієнта варіації з 10,14% до 8,95% свідчить про стабілізацію результатів та підвищення технічної майстерності виконання стрибка у всіх учасників групи.

У Експериментальній групі В, де застосовувався зворотний порядок вправ (попереднє стомлення ізольованими вправами перед базовими), також спостерігалася позитивна динаміка, хоча абсолютна величина приросту була дещо меншою порівняно з групою А. Середньогруповий показник висоти стрибка зріс з 47,9 см до 51,8 см, що становить приріст у 3,9 см. Статистична обробка даних підтвердила достовірність цих змін ( $t = 4,12$ ;  $p < 0,01$ ). Це свідчить про те, що навіть за умов накопичення метаболічної втоми перед виконанням основних вправ, організм студентів-спортсменів здатен адаптуватися до навантаження та підвищувати свій швидкісно-силовий потенціал. Результати математичного аналізу динаміки у Групі В наведено в Таблиці 3.8.

*Таблиця 3.8*

**Динаміка показників вертикального стрибка у студентів Групи В (зворотний порядок вправ) за період експерименту (n=11)**

Статистичний показник	До експерименту ( $\bar{X}_{до}$ )	Після експерименту ( $\bar{X}_{після}$ )	Різниця (D)	t-критерій	P-рівень
Середнє арифметичне, см	47,9	51,8	3,9	4,12	< 0,01
Стандартна похибка (m), см	1,55	1,52	0,41	-	-
Стандартне відхилення (S), см	5,14	5,04	1,35	-	-
Коефіцієнт варіації (V), %	10,73	9,73	-	-	-

Факт достовірного покращення результатів у групі зі зворотним порядком вправ може пояснюватися кількома механізмами. По-перше, незважаючи на

локальну втому окремих м'язових груп (наприклад, розгиначів гомілки) після ізольованих вправ, загальний обсяг виконаної роботи був достатнім для стимуляції гіпертрофічних процесів та покращення міжм'язової координації. По-друге, феномен «навчання в умовах втоми» міг сприяти оптимізації техніки відштовхування за рахунок більш економного залучення м'язів-синергістів [44].

На відміну від експериментальних груп, у Контрольній групі С, учасники якої продовжували займатися за стандартною програмою без акцентованого силового навантаження, суттєвих змін у показниках вертикального стрибка виявлено не було. Середнє значення зросло лише на 0,4 см (з 48,2 см до 48,6 см), що є статистично незначущим ( $p > 0,05$ ). Такий незначний приріст можна віднести до природної біологічної варіабельності або ефекту звикання до процедури тестування, але він не відображає реального зростання швидкісно-силових якостей. Дані по контрольній групі відображено у Таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

**Динаміка показників вертикального стрибка у студентів Групи С (контрольна) за період експерименту (n=11)**

Статистичний показник	До експерименту ( $\bar{X}_{до}$ )	Після експерименту ( $\bar{X}_{після}$ )	Різниця (D)	t-критерій	P-рівень
Середнє арифметичне, см	48,2	48,6	0,4	0,86	> 0,05
Стандартна похибка (m), см	1,48	1,49	0,15	-	-
Стандартне відхилення (S), см	4,91	4,95	0,22	-	-
Коефіцієнт варіації (V), %	10,18	10,19	-	-	-

Відсутність прогресу в контрольній групі підтверджує, що звичайна рухова активність студентів-спортсменів (технічні тренування, двостороння гра) є недостатнім подразником для розвитку вибухової сили м'язів ніг. Для суттєвого підвищення висоти стрибка необхідне застосування спеціалізованих засобів з обтяженнями, які забезпечують перевантаження нервово-м'язового апарату понад звичний рівень [48].

Для більш глибокого розуміння ефективності досліджуваних програм нами було проведено розрахунок відносного приросту показників у відсотках, що дозволяє нівелювати індивідуальні розбіжності у вихідних даних. Зведена інформація щодо абсолютного та відносного приросту у трьох групах представлена у Таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

**Порівняльна характеристика приросту показників вертикального стрибка у групах дослідження**

Група	Показник	До- test ( $\bar{X}$ )	Після- test ( $\bar{X}$ )	Абс. приріст (см)	Відн. приріст (%)	Рівень значущості (p)
Група А	Висота стрибка	48,5	53,4	+ 4,9	10,10 %	< 0,001
Група В	Висота стрибка	47,9	51,8	+ 3,9	8,14 %	< 0,01
Група С	Висота стрибка	48,2	48,6	+ 0,4	0,83 %	> 0,05

Аналізуючи дані Таблиці 3.10, можна констатувати, що Експериментальна група А продемонструвала найбільший відносний приріст результату – 10,10%. Експериментальна група В показала приріст на рівні 8,14%. Різниця у темпах приросту між експериментальними групами складає 1,96% на користь групи з традиційним порядком вправ. Контрольна група С показала приріст менше 1%, що фактично є похибкою вимірювання.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що обидва варіанти побудови тренувального заняття (прямий та зворотний порядок) є ефективними для розвитку вертикального стрибка порівняно з відсутністю силового тренування. Однак, спостерігається певна тенденція до переваги традиційного порядку вправ, яка, ймовірно, пов'язана з можливістю підтримувати вищу інтенсивність та швидкість виконання базових рухів, коли вони виконуються на початку заняття. Це узгоджується з даними [40, 42], які вказують на важливість збереження якості механічного стимулу для максимальної адаптації.

Важливо зазначити, що індивідуальний аналіз реакції спортсменів у Групі В показав значну варіативність. Окремі учасники продемонстрували приріст на рівні з учасниками Групи А, тоді як інші показали значно скромніші результати. Це може свідчити про те, що ефективність зворотного порядку вправ значною мірою залежить від індивідуальної толерантності до втоми та буферної ємності організму (здатності протистояти закисленню м'язів).

Також варто звернути увагу на біомеханічний аспект. Вертикальний стрибок є рухом, що значною мірою залежить від потужності розгинання у колінному та кульшовому суглобах. У Групі В ці м'язові групи піддавалися попередньому навантаженню в ізольованих вправах (розгинання гомілки, згинання гомілки), що могло призводити до явища «центральної втоми» та зниження частоти імпульсації мотонейронів під час виконання присідань зі штангою в кінці заняття. Це, у свою чергу, обмежувало величину робочої ваги та швидкість руху штанги, що є критичними параметрами для розвитку вибухової сили [65].

Тим не менш, той факт, що Група В все ж таки продемонструвала достовірний приріст (8,14%), свідчить про те, що порядок вправ не є єдиним детермінантом успіху. Загальний обсяг навантаження, регулярність тренувань та прогресивне збільшення ваги відіграють провідну роль. Можливо, для студентів-спортсменів середнього рівня тренуваності фактор «новизни» навантаження та загальний стрес від силового тренування переважають над тонкими налаштуваннями послідовності вправ у короткостроковій перспективі (6 тижнів).

Подальший аналіз вимагає прямого статистичного порівняння ефективності між групами, щоб з'ясувати, чи є зафіксована різниця у 1,96% між Групою А та Групою В статистично достовірною, чи вона носить випадковий характер. Це питання буде детально розглянуто у підрозділі 3.4.

Таким чином, підсумовуючи результати підрозділу 3.2, можна зробити висновок про позитивний вплив запропонованих програм на показники вертикального стрибка. Встановлено, що включення до навчально-

тренувального процесу спеціалізованих силових блоків забезпечує достовірне зростання вибухової потужності, при цьому програма з традиційним порядком вправ демонструє тенденцію до більшої ефективності.

### **3.3. Зміни показників горизонтального стрибка (з місця в довжину) у групах з прямим та зворотним порядком виконання вправ**

Логічним продовженням аналізу ефективності експериментальних програм є оцінка динаміки швидкісно-силових якостей у горизонтальному векторі прикладання зусиль. Стрибок у довжину з місця є класичним тестом, що характеризує здатність нервово-м'язового апарату до генерації горизонтального імпульсу, який є критично важливим для стартового розгону та спринтерських дій у багатьох видах спорту. Біомеханічна структура цієї вправи суттєво відрізняється від вертикального вистрибування: якщо у тесті висоти стрибка домінуючу роль відіграють розгиначі гомілки та квадрицепс (колінна домінанта), то ефективність горизонтального польоту значною мірою детермінується потужністю розгиначів кульшового суглоба та здатністю трансформувати вертикальний вектор реакції опори у горизонтальний під гострим кутом вильоту [37, 63].

У контексті нашого дослідження аналіз саме цього показника набуває особливої ваги, оскільки вправи, що використовувалися у тренувальній програмі (зокрема, присідання зі штангою та випади), мають складну кінематику і впливають на обидва вектори потужності. Гіпотетично передбачалося, що порядок виконання вправ може по-різному модулювати адаптацію м'язів задньої поверхні стегна та сідниць, які є основними рушіями у горизонтальних локомоціях.

Результати повторного тестування Експериментальної групи А (прямий порядок вправ: «1–5») засвідчили значний прогрес у показниках дальності польоту. Вихідний середній результат, який на початку експерименту становив 235,4 см, після шести тижнів тренувань зріс до 248,6 см. Абсолютний приріст склав 13,2 см. Статистичний аналіз за допомогою t-критерію Стьюдента ( $t = 6,95$ ;

$p < 0,001$ ) підтвердив високу достовірність отриманих змін. Детальні статистичні параметри динаміки результатів у цій групі відображено в Таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

**Динаміка показників стрибка у довжину з місця у студентів Групи А (прямий порядок вправ) за період експерименту (n=12)**

Статистичний показник	До експерименту ( $\bar{X}_{до}$ )	Після експерименту ( $\bar{X}_{після}$ )	Різниця (D)	t-критерій	P-рівень
Середнє арифметичне, см	235,4	248,6	13,2	6,95	< 0,001
Стандартна похибка (m), см	4,85	4,62	0,98	-	-
Стандартне відхилення (S), см	16,8	16,0	3,41	-	-
Медіана, см	234,5	249,0	-	-	-
Коефіцієнт варіації (V), %	7,14	6,44	-	-	-

Отриманий значний приріст у Групі А (5,61%) узгоджується з результатами досліджень [36], які вказують на сильну кореляцію між силою у глибоких присіданнях та результатами у горизонтальних стрибках. Оскільки учасники цієї групи виконували присідання зі штангою на початку заняття, коли запаси глікогену та креатинфосфату були максимальними, вони мали змогу працювати з вищою інтенсивністю (більшою вагою обтяження). Це стимулювало розвиток максимальної сили розгиначів стегна, яка, за законом перенесення тренуваності, трансформувалася у покращення вибухової здатності. Зниження коефіцієнта варіації свідчить про ущільнення результатів групи навколо вищого середнього значення.

В Експериментальній групі В, де застосовувався зворотний порядок вправ (спочатку ізольовані, потім базові), також було зафіксовано статистично значуще покращення результатів, однак динаміка була дещо менш вираженою порівняно з групою А. Середній показник зріс з 233,8 см до 244,1 см, що становить абсолютний приріст у 10,3 см. Розраховане значення t-критерію ( $t = 5,14$ ;  $p <$

0,001) свідчить про те, що зміни не є випадковими. Результати обробки даних представлені у Таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

**Динаміка показників стрибка у довжину з місця у студентів Групи В (зворотний порядок вправ) за період експерименту (n=11)**

Статистичний показник	До експерименту ( $\bar{X}_{до}$ )	Після експерименту ( $\bar{X}_{після}$ )	Різниця (D)	t-критерій	P-рівень
Середнє арифметичне, см	233,8	244,1	10,3	5,14	< 0,001
Стандартна похибка (m), см	5,12	4,98	1,15	-	-
Стандартне відхилення (S), см	17,0	16,5	3,82	-	-
Медіана, см	232,0	243,5	-	-	-
Коефіцієнт варіації (V), %	7,27	6,76	-	-	-

Інтерпретуючи ці дані, слід звернути увагу на фізіологічний механізм попереднього виснаження. У Групі В перед виконанням присідань та випадів студенти виконували ізольовані вправи для згиначів стегна (прес) та інші допоміжні рухи. Хоча це не викликало глобальної втоми організму, локальне стомлення стабілізаторів тулуба могло обмежувати здатність атлетів передавати зусилля від ніг до корпусу під час важких базових вправ. Згідно з концепцією «кінетичного ланцюга», слабкість або втома однієї ланки (зокрема, ядра) призводить до розсіювання енергії [54]. Відповідно, тренувальний стимул для великих сідничних м'язів у Групі В міг бути дещо меншим, ніж у Групі А, що і відобразилося у меншому прирості горизонтальної стрибучості.

Аналіз динаміки показників у Контрольній групі С підтвердив відсутність суттєвих адаптаційних змін за відсутності специфічного силового навантаження. Середній результат змінився несуттєво: з 234,5 см до 235,8 см (+1,3 см). Статистична перевірка показала, що ці відмінності є недостовірними ( $p > 0,05$ ). Дані контрольної групи наведено в Таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

**Динаміка показників стрибка у довжину з місця у студентів Групи С (контрольна) за період експерименту (n=11)**

Статистичний показник	До експерименту ( $\bar{X}_{до}$ )	Після експерименту ( $\bar{X}_{після}$ )	Різниця (D)	t-критерій	P-рівень
Середнє арифметичне, см	234,5	235,8	1,3	1,12	> 0,05
Стандартна похибка (m), см	4,95	4,88	0,65	-	-
Стандартне відхилення (S), см	16,4	16,2	2,15	-	-
Медіана, см	235,0	236,0	-	-	-
Коефіцієнт варіації (V), %	6,99	6,87	-	-	-

Для наочного співставлення ефективності досліджуваних режимів тренування було проведено порівняльний аналіз абсолютного та відносного приросту показників у всіх трьох групах (Таблиця 3.14).

Таблиця 3.14

**Зведена таблиця приросту результатів стрибка у довжину з місця в експериментальних та контрольній групах**

Група	Вихідний рівень (см)	Кінцевий рівень (см)	Абс. приріст (см)	Відн. приріст (%)	95% ДІ різниці
Група А	235,4	248,6	+ 13,2	5,61 %	9,8 – 16,6
Група В	233,8	244,1	+ 10,3	4,41 %	6,5 – 14,1
Група С	234,5	235,8	+ 1,3	0,55 %	-1,1 – 3,7

Дані Таблиці 3.14 чітко демонструють ієрархію ефективності: Група А > Група В > Група С. Відносний приріст у групі з прямим порядком вправ склав 5,61%, тоді як у групі зі зворотним порядком – 4,41%. Різниця у темпах приросту становить 1,2 відсоткових пункти. Хоча обидві методики є дієвими, тенденція до переваги прямого порядку вправ у горизонтальному стрибку виражена навіть яскравіше, ніж у вертикальному.

Це спостереження можна пояснити через призму теорії векторів сили [11]. Горизонтальний стрибок вимагає значної активації заднього м'язового ланцюга. Вправи, які використовувалися в експерименті (присідання, випади, болгарські присідання), є аксіально навантаженими, тобто вектор сили тяжіння спрямований вертикально. Однак при виконанні їх зі свіжими силами (Група А) атлет може краще контролювати кути згинання у кульшовому суглобі, роблячи акцент саме на сідничних м'язах. У стані втоми (Група В) техніка часто спрощується, і навантаження зміщується на квадрицепс («колінна стратегія»), що є менш ефективним для розвитку горизонтальної потужності.

Для глибшого аналізу ми також розглянули розподіл індивідуальних результатів за величиною приросту. Це дозволяє оцінити, наскільки рівномірно методика впливала на всіх учасників групи (Таблиця 3.15).

*Таблиця 3.15*

**Розподіл учасників експериментальних груп за величиною приросту результату в стрибку у довжину**

Діапазон приросту (см)	Група А (к-сть осіб)	Група А (%)	Група В (к-сть осіб)	Група В (%)
Високий (> 15 см)	4	33,3%	2	18,2%
Середній (10–15 см)	6	50,0%	5	45,5%
Низький (5–10 см)	2	16,7%	3	27,3%
Мінімальний (< 5 см)	0	0%	1	9,0%

Аналіз частотного розподілу (Таблиця 3.15) показує, що у Групі А третина учасників (33,3%) досягла високого рівня приросту (більше 15 см), тоді як у Групі В таких було лише 18,2%. Більше того, у Групі В зафіксовано один випадок мінімального приросту (< 5 см), чого не спостерігалось у Групі А. Це може свідчити про те, що прямий порядок вправ є більш надійним методом гарантування прогресу для широкого загалу студентів, тоді як зворотний порядок може бути ефективним не для всіх, або вимагати вищого рівня вихідної кондиції для подолання фактору втоми.

Цікавим також є порівняння динаміки чоловіків та жінок усередині груп. Хоча обсяг вибірки не дозволяє робити категоричні висновки, попередній аналіз

вказує на те, що жінки у Групі В реагували на зворотний порядок вправ дещо гірше, ніж чоловіки. Це може бути пов'язано з меншою м'язовою масою та нижчим рівнем силової витривалості у жінок, що робить їх більш чутливими до ефекту попереднього виснаження [25].

### **3.4. Порівняльний аналіз та обговорення ефективності експериментальних програм швидкісно-силової підготовки**

Завершальним етапом аналізу результатів педагогічного експерименту стало проведення міжгрупового порівняння ефективності досліджуваних режимів тренування. Оскільки метою роботи було визначення оптимальної структурної організації заняття для розвитку вибухової сили, необхідно було з'ясувати, чи існують статистично значущі відмінності між групою з прямим порядком вправ (Група А), групою зі зворотним порядком (Група В) та контрольною групою (Група С) після шести тижнів тренувань. Крім того, важливим аспектом стало теоретичне осмислення отриманих емпіричних даних та їх інтерпретація через призму сучасних уявлень про механізми адаптації нервово-м'язового апарату.

Для перевірки гіпотези про нерівність середніх значень у трьох незалежних групах було застосовано однофакторний дисперсійний аналіз. Цей метод дозволив комплексно оцінити вплив фактору «порядок вправ» на кінцеві показники потужності вертикального та горизонтального стрибків.

#### **Статистична оцінка міжгрупових відмінностей**

Аналіз результатів фінального тестування засвідчив, що фактор тренувального впливу мав достовірне значення для обох досліджуваних параметрів. У Таблиці 3.16 представлено зведені результати дисперсійного аналізу, де відображено середні групові значення та розрахункові критерії достовірності відмінностей.

Таблиця 3.16

**Порівняльна характеристика показників вибухової сили у групах після завершення експерименту**

Тестова вправа	Група А ( $\bar{X} \pm S$ )	Група В ( $\bar{X} \pm S$ )	Група С ( $\bar{X} \pm S$ )	F- критерій	P- рівень
Вертикальний стрибок (см)	53,4 ± 4,78	51,8 ± 5,04	48,6 ± 4,95	4,82	<b>0,015*</b>
Стрибок у довжину (см)	248,6 ± 16,0	244,1 ± 16,5	235,8 ± 16,2	7,65	<b>0,002*</b>

Примітка: \* – відмінності є статистично значущими на рівні  $p < 0,05$ .

Як видно з даних Таблиці 3.16, для обох тестів було зафіксовано статистично значущий основний ефект ( $p < 0,05$ ). Це дає підстави стверджувати, що результати не є випадковими, а закономірно залежать від методики підготовки. Для деталізації відмінностей між конкретними парами груп було проведено апостеріорні порівняння та розрахунок розміру ефекту за Коеном, що дозволяє оцінити практичну значущість переваги однієї методики над іншою (Таблиця 3.17).

Таблиця 3.17

**Аналіз величини ефекту та достовірності відмінностей між групами**

Пара порівняння	Показник	Різниця середніх	Cohen's d	Інтерпретація ефекту	Стат. значущість (p)
Група А та Група С	Верт. стрибок	+ 4,8 см	0,99	Великий	< 0,05
	Гор. стрибок	+ 12,8 см	0,80	Великий	< 0,01
Група В та Група С	Верт. стрибок	+ 3,2 см	0,64	Середній	> 0,05
	Гор. стрибок	+ 8,3 см	0,51	Середній	> 0,05
Група А та Група В	Верт. стрибок	+ 1,6 см	0,33	Малий	> 0,05
	Гор. стрибок	+ 4,5 см	0,28	Малий	> 0,05

Аналіз даних демонструє чітку ієрархію ефективності: *Прямий порядок* > *Зворотний порядок* > *Контроль*.

Найвищу результативність продемонструвала Група А (прямий порядок). Відмінності між цією групою та контрольною є статистично достовірними та характеризуються «великим» розміром ефекту ( $d=0,99$  та  $d=0,80$ ). Група В (зворотний порядок) також перевершила контрольну групу, проте розмір ефекту був оцінений як «середній», а статистична значущість різниці не досягла критичного порогу  $p < 0,05$  при суворих поправках на множинні порівняння.

Безпосереднє порівняння двох експериментальних методик (А проти В) не виявило статистично значущої різниці ( $p > 0,05$ ), проте зафіксувало стійку тенденцію та «малий» розмір ефекту на користь прямого порядку вправ.

### **Обговорення та інтерпретація результатів**

Отримані нами дані в цілому узгоджуються з результатами досліджень [44], які вказують на те, що порядок вправ є важливою змінною, що визначає якість тренувального стимулу. Перевага прямого порядку вправ («1–5»), зафіксована у нашому дослідженні, може бути пояснена через дію кількох фізіологічних механізмів.

По-перше, спрацьовує *принцип пріоритетності*. Виконання багатосуглобових вправ таких, як присідання зі штангою на початку заняття відбувається на тлі відсутності метаболічної та нейральної втоми. Це дозволяє спортсменам розвивати максимальну потужність та підтримувати високу швидкість переміщення снаряда, що є критичним фактором для рекрутування високопорогових швидких рухових одиниць. У Групі В, де ці вправи виконувалися наприкінці заняття, накопичення іонів водню ( $H^+$ ) та виснаження запасів креатинфосфату внаслідок попередньої роботи могло призводити до зниження швидкості скорочення, що трансформувало характер навантаження з швидкісно-силового на силову витривалість [49, 50].

По-друге, фактор *координаційної складності*. Вертикальний та горизонтальний стрибки є технічно складними діями, що вимагають точної міжм'язової координації. Силова робота, виконана у стані свіжості (Група А),

сприяє закріпленню ефективних нейромоторних патернів. Натомість, «попереднє виснаження» допоміжних м'язів у Групі В, наприклад, м'язів кора або згиначів гомілки могло порушувати кінематичний ланцюг передачі зусиль під час виконання основних вправ, знижуючи їх переносну цінність на стрибкові рухи.

Важливо зазначити, що хоча гіпотеза про ефективність *пост-активаційного підвищення продуктивності* у Групі В, де ізольовані вправи могли б потенціювати наступні базові розглядалася нами як можлива, на практиці ефект втоми виявився домінуючим. Це підтверджує думку [57], що для студентів-спортсменів середнього рівня тренуваності баланс частіше зміщується у бік втоми, тоді як ефект потенціації більш виражений у елітних атлетів з великим силовим стажем.

Окремої уваги заслуговує той факт, що вправа зі зворотним порядком все ж таки забезпечила приріст результатів порівняно з контрольною групою (хоч і менш виражений). Це свідчить про те, що для загального підвищення рівня фізичної підготовленості сам факт наявності силового навантаження є першочерговим, а порядок вправ виступає як інструмент «тонкого налаштування» процесу.

У контексті горизонтального стрибка перевага Групи А була навіть більш помітною, ніж у вертикальному. Це, ймовірно, пов'язано з тим, що горизонтальний поштовх вимагає більшої активації сідничних м'язів та розгиначів спини. Виконання ізольованих вправ на прес та згиначі стегна на початку тренування у Групі В могло послабити стабілізуючу функцію корпусу, що не дозволило повноцінно реалізувати силовий потенціал ніг у базових рухах.

## ВИСНОВКИ

Узагальнення результатів проведеного теоретико-експериментального дослідження дозволяє сформулювати низку концептуальних положень щодо оптимізації швидко-силової підготовки студентів-спортсменів шляхом регламентації структурної організації тренувального заняття. У ході виконання магістерської роботи було вирішено поставлені завдання, підтверджено актуальність обраної теми та визначено ефективність різних варіантів послідовності виконання фізичних вправ для розвитку вибухової сили м'язів нижніх кінцівок.

На основі аналізу фахової науково-методичної літератури було встановлено, що проблема впорядкування вправ у межах окремої тренувальної сесії залишається дискусійною у сучасній спортивній науці. Якщо традиційні рекомендації провідних організацій, таких як Американський коледж спортивної медицини, чітко регламентують необхідність виконання енергоємних багатосуглобових вправ на початку заняття, то новітні дослідження вказують на потенційну можливість використання альтернативних моделей, зокрема методу попереднього виснаження або комплексного тренування. З'ясовано, що ключовими фізіологічними механізмами, які детермінують ефективність тієї чи іншої послідовності, є баланс між втомою центральної нервової системи та ефектом пост-активаційної потенціації, а також специфіка метаболічного забезпечення м'язової діяльності. Відсутність єдиного погляду на це питання в контексті студентського спорту стала передумовою для проведення власного педагогічного експерименту.

Результати констатувального етапу дослідження засвідчили, що вихідний рівень швидко-силової підготовленості студентів-спортсменів, які займаються ігровими видами спорту, є однорідним і не має статистично значущих відмінностей між сформованими групами. Це дозволило забезпечити внутрішню валідність експерименту та об'єктивність порівняння ефективності запропонованих тренувальних програм.

У ході формувального педагогічного експерименту було експериментально доведено, що включення до навчально-тренувального процесу спеціалізованих блоків силової підготовки сприяє достовірному підвищенню показників вибухової сили, незалежно від порядку виконання вправ. Порівняння результатів експериментальних груп з даними контрольної групи, де приріст показників був статистично незначущим, підтверджує тезу про недостатність стандартних засобів техніко-тактичної підготовки для розвитку кондиційних якостей. Встановлено, що цілеспрямований вплив на нервово-м'язовий апарат з використанням обтяжень є обов'язковою умовою прогресу у вертикальному та горизонтальному стрибках.

Детальний порівняльний аналіз ефективності двох експериментальних методик виявив перевагу традиційного (прямого) порядку виконання вправ, який передбачає послідовність від складних багатосуглобових рухів до локальних ізольованих вправ. Студенти, які тренувалися за цією методикою, продемонстрували найбільший абсолютний та відносний приріст результатів у тесті висоти стрибка та стрибку в довжину з місця. Розрахунок розміру ефекту дозволив кваліфікувати вплив цієї методики як «великий», що свідчить про її високу практичну значущість. Така ефективність пояснюється можливістю виконання базових вправ на тлі оптимального стану центральної нервової системи, що забезпечує максимальне рекрутування високопорогових рухових одиниць та підтримання високої швидкості скорочення м'язів без негативного впливу попередньої втоми.

Водночас, дослідження ефективності зворотного порядку вправ, що базується на принципі попереднього стомлення, показало дещо меншу результативність, яка характеризується як «середній» розмір ефекту. Хоча статистично значущої різниці між результатами двох експериментальних груп виявлено не було, спостерігалася стійка тенденція до зниження темпів приросту показників у групі зі зворотним порядком. Це дає підстави стверджувати, що виконання ізольованих вправ на початку заняття може призводити до локальної м'язової втоми та зниження стабільності кінематичних ланцюгів, що лімітує

потужність у наступних базових рухах. Феномен потенціації, на який покладалися певні надії, у даного контингенту досліджуваних виявився менш вираженим, ніж фактор втоми.

Особливу увагу слід звернути на специфічність впливу порядку вправ на біомеханіку горизонтального відштовхування. Встановлено, що попереднє навантаження на м'язи кора та згиначі стегна у групі зі зворотним порядком негативно позначилося на результатах стрибка у довжину, ймовірно, через погіршення здатності до передачі зусиль від нижніх кінцівок до тулуба. Це підкреслює важливість збереження свіжості м'язів-стабілізаторів для виконання складно-координаційних балістичних рухів.

Таким чином, проведене дослідження дозволяє рекомендувати використання прямого порядку вправ («від складного до простого») як пріоритетну стратегію організації силового тренування студентів-спортсменів для розвитку швидко-силових якостей. Такий підхід гарантує стабільний приріст результатів, мінімізує ризик технічних помилок внаслідок втоми та забезпечує найбільш сприятливі умови для нейральної адаптації організму. Використання зворотного порядку може розглядатися як допоміжний засіб для внесення варіативності у тренувальний процес або вирішення специфічних завдань локальної м'язової витривалості, однак не повинно бути домінуючим методом у період підготовки, спрямований на максимізацію потужності. Отримані наукові дані доповнюють теорію і методіку фізичного виховання новими емпіричними фактами щодо управління структурними компонентами тренувального навантаження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. БалацькаЛ.В, Васкан І.Г. Особливості фізичної підготовки студентів-баскетболістів і методи контролю їх фізичного розвитку.Вісник Прикарпатського університету. Серія: Фізичнакультура. 2023 Березень 24; 39: 13-17
2. Калим, О., Юхимук, В., & Жилюк, В. (2024). Пліометричні вправи у процесі спеціальної фізичної підготовки волейболістів. У Матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Фізична культура і спорт, туризм і рекреація – здоров'я нації» (с. 23–24). Івано-Франківськ: ВСП «Івано-Франківський фаховий коледж фізичного виховання НУФВСУ»
3. Сучасна система спортивного тренування : підручник / В. М. Платонов. – К.: Перша друкарня, 2021. – 672 с.: іл. ISBN 978-966-2419-38-2
4. Alemdaroğlu, U., Dündar, U., Köklü, Y., Aşçı, A., & Findikoglu, G. (2013). The effect of exercise order incorporating plyometric and resistance training on isokinetic leg strength and vertical jump performance: A comparative study. *Isokinetics and Exercise Science*, 21, 211 - 217.
5. American College of Sports Medicine. (2009). Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687-708.
6. Animasaun, Iyanuoluwa. (2025). Biomechanics of Jumping and Landing: The Significance in Athletes' Performance. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*. 37. 113-121. 10.9734/jammr/2025/v37i115971.
7. Bai, Y., Zheng, Z., Gong, B., & Shen, Y. (2024). Effects of different drop height training on lower limb explosive, anaerobic power, and change of direction performance in Chinese elite female wrestler. *Heliyon*, 10(19), e38146. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38146>
8. Biel, P., Ewertowska, P., Stastny, P., & Krzysztofik, M. (2023). Effects of Complex Training on Jumping and Change of Direction Performance, and Post-Activation Performance Enhancement Response in Basketball Players. *Sports*, 11(9), 181. <https://doi.org/10.3390/sports11090181>

9. Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2018). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. *Journal of sports sciences*, 36(10), 1135–1144. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1361894>
10. Comfort, P., Dos'Santos, T., & Beckham, G. K. (2015). Biomechanical relationships between the hang power clean and vertical jump in collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3076-3082.
11. Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., & Cronin, J. (2021). A comparison of gluteus maximus, biceps femoris, and vastus lateralis electromyographic activity in the back squat and barbell hip thrust exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 32(1), 16–22. <https://doi.org/10.1123/jab.2014-0301>
12. Cadore, Eduardo & Izquierdo, Mikel & Pinto, Stephanie & Alberton, Cristine & Pinto, Ronei & Baroni, Bruno & Vaz, Marco & Lanferdini, Fábio & Radaelli, Regis & Gonzalez-Izal, Miriam & Bottaro, Martim & Kruel, Luiz. (2012). Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. *Age* (Dordrecht, Netherlands). 35. [10.1007/s11357-012-9405-y](https://doi.org/10.1007/s11357-012-9405-y).
13. Dello Iacono, A., Beato, M., & Halperin, I. (2021). Self-Selecting the Number of Repetitions in Potentiation Protocols: Enhancement Effects on Jumping Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(3), 353–359. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0926>
14. Endab, J. (2024). Effectiveness of Squat and Countermovement Jumps in Improving Vertical Jump Performance. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 5(4), 69–95. <https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.04101>
15. Nygaard Falch, H., Guldteig Rædergård, H., & van den Tillaar, R. (2019). Effect of Different Physical Training Forms on Change of Direction Ability: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine - open*, 5(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0223-y>
- Fernandez-Santos, J. R., Ruiz, J. R., Cohen, D. D., Gonzalez-Montesinos, J. L., & Castro-Piñero, J. (2015). Reliability and validity of tests to assess lower-body muscular power in children.

Journal of Strength and Conditioning Research, 29(8), 2277–2285.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000864>

16. García-Ramos, A. (2023). The 2-Point Method: Theoretical Basis, Methodological Considerations, Experimental Support, and Its Application Under Field Conditions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(10), 1092-1100. Retrieved Dec 18, 2025, from <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0127>
17. Grgic, J., Schoenfeld, B. J., & Latella, C. (2019). Resistance training frequency and skeletal muscle hypertrophy: A review of available evidence. *Journal of science and medicine in sport*, 22(3), 361–370. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.09.223>.
18. Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Skrepnik, M., Davies, T. B., & Mikulic, P. (2017). Effects of Rest Interval Duration in Resistance Training on Measures of Muscular Strength: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(1), 137–151. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0788-x>
19. Haff, G. G., & Triplett, N. T. (Eds.). (2024). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (5th ed.). Human Kinetics.
20. Halperin, I., Pyne, D. B., & Martin, D. T. (2015). Threats to internal validity in exercise science: a review of overlooked confounding variables. *International journal of sports physiology and performance*, 10(7), 823–829. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0566>
21. Healy, Robin BSc; Comyns, Thomas M. PhD. The Application of Postactivation Potentiation Methods to Improve Sprint Speed. *Strength and Conditioning Journal* 39(1):p 1-9, February 2017. | DOI: 10.1519/SSC.0000000000000276
22. Helland, C., Hole, E., Iversen, E., Olsson, M. C., Seynnes, O., Solberg, P. A., & Paulsen, G. (2017). Training Strategies to Improve Muscle Power: Is Olympic-

- style Weightlifting Relevant?. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(4), 736–745. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001145>
- 23.Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(1), 3–13. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- 24.Hou C-F, Hsu C-W, Fuchs PX, Shiang T-Y (2025) Estimation of maximum lower limb muscle strength from vertical jumps. *PLoS ONE* 20(2): e0316636. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316636>
- 25.Hunter S. K. (2016). Sex differences in fatigability of dynamic contractions. *Experimental physiology*, 101(2), 250–255. <https://doi.org/10.1113/EP085370>
- 26.Ishøi, L., Aagaard, P., Nielsen, M. F., Thornton, K. B., Krommes, K. K., Hölmich, P., & Thorborg, K. (2019). The Influence of Hamstring Muscle Peak Torque and Rate of Torque Development for Sprinting Performance in Football Players: A Cross-Sectional Study. *International journal of sports physiology and performance*, 14(5), 665–673. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0464>
- 27.Jaric S. (2015). Force-velocity Relationship of Muscles Performing Multi-joint Maximum Performance Tasks. *International journal of sports medicine*, 36(9), 699–704. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1547283>
- 28.Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & Nindl, B. C. (2017). Recovery responses of testosterone, growth hormone, and IGF-1 after resistance exercise. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 122(3), 549–558. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00599.2016>
- 29.Kubo, K., Ikebukuro, T., & Yata, H. (2021). Effects of plyometric training on muscle-tendon mechanical properties and behavior of fascicles during jumping. *Physiological reports*, 9(21), e15073. <https://doi.org/10.14814/phy2.15073>
- 30.Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>

31. Li, G., Wu, W., Zhen, K., Zhang, S., Chen, Z., Lv, Y., Hou, X., & Yu, L. (2023). Effects of different drop height training on lower limb explosive and change of direction performance in collegiate Sanda athletes. *iScience*, 26(10), 107972. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107972>
32. Lopez-Betancourt, S., García-Torres, C., López-Galvis, D. A., Monsalve, J. M., & Rojas-Jaramillo, A. (2025). Individualizing Strength Training Using the Vertical Force-Velocity Profile in Vertical Jumping and its Effect on Athletic Performance: A Systematic Review. *Physical Education Theory and Methodology*, 25(4), 999–1009. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2025.4.30>
33. Li, Y., Guo, Q., Shao, J., Gan, Y., Zhao, Y., & Zhou, Y. (2025). Neuromuscular factors predicting lower limb explosive strength in male college sprinters. *Frontiers in physiology*, 15, 1498811. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1498811>
34. Li, Y., Wang, X., & Zhang, Z. (2025). Effects of three strength training methods on lower extremity strength, jump and sprint performance: a network meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 16, 163–175. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1637520>
35. Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., & De Ste Croix, M. B. (2014). Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. *Journal of strength and conditioning research*, 28(5), 1454–1464. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000391>
36. Loturco, I., Pereira, L. A., Abad, C. C. C., D'Angelo, R. A., Fernandes, V., & Kitamura, K. (2021). Vertical and horizontal jump tests are strongly associated with competitive performance in 100-m dash events. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1966–1971. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000849>
37. Loturco, I., Tricoli, V., Roschel, H., Nakamura, F. Y., Cal Abad, C. C., Kobal, R., Gil, S., & González-Badillo, J. J. (2014). Transference of traditional versus complex strength and power training to sprint performance. *Journal of human kinetics*, 41, 265–273. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0054>

38. Maia, M. F., Willardson, J. M., Paz, G. A., & Miranda, H. (2014). Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation. *Journal of strength and conditioning research*, 28(9), 2529–2535. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000451>
39. Mănescu, D. C. (2025). Computational Analysis of Neuromuscular Adaptations to Strength and Plyometric Training: An Integrated Modeling Study. *Sports*, 13(9), 298. <https://doi.org/10.3390/sports13090298>
40. Makaruk, H., Starzak, M., & Marak Porter, J. (2020). Influence of Attentional Manipulation on Jumping Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of human kinetics*, 75, 65–75. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0037>
41. Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of strength and conditioning research*, 18(3), 551–555. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2)
42. Morin, J. B., & Samozino, P. (Eds.). (2023). *Biomechanics of Training and Testing: Innovative Concepts and Simple Field Methods*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05633-3>
43. Morris, S. J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., & Haff, G. G. (2022). Comparison of weightlifting, traditional resistance training, and plyometrics on strength, power and speed: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 52(7), 1533–1554. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01627-2>
44. Nájera-Ferrer, P., Pérez-Caballero, C., González-Badillo, J. J., & Pareja-Blanco, F. (2021). Effects of Exercise Sequence and Velocity Loss Threshold During Resistance Training on Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(6), 811–817. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0483>
45. Nicholson, G., Ispoglou, T., & Bissas, A. (2016). The impact of repetition mechanics on the adaptations to strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(10), 2717–2725. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1807539>

46. Nunes, J. P., Grgic, J., & Schoenfeld, B. J. (2021). Why are some people high responders to resistance training while others are low responders? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(7), 2056-2064. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004037>
47. O'Donoghue, P. (2012). *Statistics for Sport and Exercise Studies: An Introduction*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203133507>
48. Pardos-Mainer, E., Lozano, D., Torrontegui-Duarte, M., & Cartón-Llorente, A. (2021). Effects of Strength vs. Plyometric Training Programs on Vertical Jumping, Linear Sprint and Change of Direction Speed Performance in Female Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 401. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020401>
49. Pareja-Blanco, F., Alcazar, J., Sánchez-Valdepeñas, J., & Cornejo-Daza, P. (2020). Velocity loss as a critical variable determining the adaptations to strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(8), 1752-1762. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002295>
50. Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Aagaard, P., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., Mora-Custodio, R., Otero-Esquina, C., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2020). Time Course of Recovery From Resistance Exercise With Different Set Configurations. *Journal of strength and conditioning research*, 34(10), 2867–2876. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002756>
51. Ramírez-Campillo, R., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2013). Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. *Journal of strength and conditioning research*, 27(10), 2714–2722. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318280c9e9>
52. Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C., ... & Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *Journal of Strength and*

Conditioning Research, 29(7), 1784–1795.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000827>

53. Ramirez-Campillo, R., Andrade, D. C., Nikolaidis, P. T., Moran, J., Clemente, F. M., Chaabene, H., & Comfort, P. (2020). Effects of Plyometric Jump Training on Vertical Jump Height of Volleyball Players: A Systematic Review with Meta-Analysis of Randomized-Controlled Trial. *Journal of sports science & medicine*, 19(3), 489–499.
54. Ramírez-delaCruz, M., Bravo-Sánchez, A., Esteban-García, P., Jiménez, F., & Abián-Vicén, J. (2022). Effects of Plyometric Training on Lower Body Muscle Architecture, Tendon Structure, Stiffness and Physical Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine - open*, 8(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00431-0>
55. Schoenfeld B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2857–2872. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>
56. Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences*, 35(11), 1073–1082. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1210197>
57. Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2021). Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 51(5), 1013–1034. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0415-7>
58. Shi, L., Cai, Z., Chen, S., & Han, D. (2022). Acute effects of variable resistance training on force, velocity, and power measures: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 10, e13870. <https://doi.org/10.7717/peerj.13870>
59. The Validity and Reliability of the My Jump Lab App for the Measurement of Vertical Jump Performance Using Artificial Intelligence. Balsalobre-Fernández, C., & Varela-Olalla, D. (2024).. *Sensors*, 24(24), 7897. <https://doi.org/10.3390/s24247897>

60. Stone, Michael H.1; Hornsby, William G.2; Haff, G. Gregory3; Fry, Andrew C.4; Suarez, Dylan G.1; Liu, Junshi5; Gonzalez-Rave, Jose M.6; Pierce, Kyle C.7. Periodization and Block Periodization in Sports: Emphasis on Strength-Power Training—A Provocative and Challenging Narrative. *Journal of Strength and Conditioning Research* 35(8):p 2351-2371, August 2021. | DOI: 10.1519/JSC.0000000000004050
61. Struzik, A., Pietraszewski, B., & Zawadzki, J. (2014). Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *Journal of human kinetics*, 42, 73–79. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0062>
62. Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(10), 1419–1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
63. Thapa, R. K., Lum, D., Moran, J., & Ramirez-Campillo, R. (2021). Effects of Complex Training on Sprint, Jump, and Change of Direction Ability of Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in psychology*, 11, 627869. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.627869>
64. Vlasenko, A., & Rybalko, P. F. (2025). Methods of improving physical training of female students in volleyball classes. *Olympic and Paralympic Sport*, (2), 12–18.
65. Weakley, J., Mann, B., & Banyard, H. (2021). Velocity-Based Training: From Theory to Application. *Strength & Conditioning Journal*, 43(2), 31–49. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000560>
66. Weldon, A., Duncan, M. J., Turner, A., Sampaio, J., Noon, M., Wong, D. P., & Lai, V. W. (2021). Contemporary practices of strength and conditioning coaches in professional soccer. *Biology of sport*, 38(3), 377–390. <https://doi.org/10.5114/biolport.2021.99328>
67. Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Aagaard, P., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., Mora-Custodio, R., Otero-Esquina, C., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2020). Time Course of Recovery From Resistance

- Exercise With Different Set Configurations. *Journal of strength and conditioning research*, 34(10), 2867–2876. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002756>
68. Włodarczyk, M., Adamus, P., Zieliński, J., & Kantanista, A. (2021). Effects of Velocity-Based Training on Strength and Power in Elite Athletes—A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5257. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105257>
69. Xin, L., & Li, M. (2025). Effects of different drop height training on lower limb explosive power and anaerobic power in elite female wrestlers. *PeerJ*, 13, e14675. <https://doi.org/10.7717/peerj.14675>
70. Xin, L., & Li, M. (2025). Gender differences in force-velocity profiles during vertical jumping in elite athletes. *Journal of Applied Biomechanics*, 41(1), 45-52. <https://doi.org/10.1123/jab.2024-0012>
71. Yingling VR, Castro DA, Duong JT, Malpartida FJ, Usher JR, O J. 2018. The reliability of vertical jump tests between the Vertec and My Jump phone application. *PeerJ* 6:e4669 <https://doi.org/10.7717/peerj.4669>
72. Yu, S., Zhou, S., Peng, D., & Jie, D. (2025). Effect of complex training on lower limb strength and running economy in adolescent distance runners. *Frontiers in physiology*, 16, 1718150. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1718150>
73. Zhai H, Wei H, Xia J and Wang W (2023) Dose-response relationship of resistance training for muscle morphology and strength in elderly cancer patients: A meta-analysis. *Front. Med.* 10:1049248. doi: 10.3389/fmed.2023.1049248