

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Факультет фізичної культури та спорту

Кафедра фізичної культури та спорту

**ПЕХА БОГДАН АНАТОЛІЙОВИЧ**

**МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО РЕГУЛЮВАННЯ СИЛОВИХ  
НАВАНТАЖЕНЬ У ПАУЕРЛІФТИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ  
БІОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ**

Кваліфікаційна робота  
зі спеціальності 017 «Фізична культура і спорт»

***Науковий керівник:***

Гета А. В.,  
к.фіз.вих., доцент,  
доцент кафедри фізичної культури та  
спорту

***Рецензент:*** Лоза М. М.,  
директор КЗ ДЮСШ  
«Олімпійські надії»

Полтава, 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Факультет фізичної культури та спорту

Кафедра фізичної культури та спорту

### **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи

на тему **«МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО РЕГУЛЮВАННЯ СИЛОВИХ  
НАВАНТАЖЕНЬ У ПАУЕРЛІФТИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ  
БІОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ»**

*Виконав:* студент 2 курсу магістратури  
групи 602-ФС  
спеціальності 017 «Фізична культура і  
спорт»  
Пеха Богдан Анатолійович

*Керівник:* Гета А. В., к.фіз.вих., доцент,  
доцент кафедри фізичної культури та  
спорту

*Рецензент:* Лоза М. М.,  
директор КЗ ДЮСШ  
«Олімпійські надії»

Полтава, 2026

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Факультет фізичної культури та спорту

Кафедра фізичної культури та спорту

Освітній ступінь: магістр

Спеціальність: 017 «Фізична культура і спорт»

Галузь знань: 01 «Освіта/Педагогіка»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри фізичної  
культури та спорту \_\_\_\_\_  
к.пед.н., доцент Лариса ОНЩУК  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

*Пехи Богдана Анатолійовича*

1. Тема роботи «Методичні підходи до регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу» та керівник роботи – Гета Алла Володимирівна, к.фіз.вих., доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «03» вересня 2025 року № 1015-ФА.

2. Строк подання студентом роботи «12» січня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: методичні вказівки до виконання дипломної роботи, аналіз літературних джерел у розрізі досліджуваної теми.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

1. Дослідити вплив силових фізичних навантажень на біохімічні показники організму спортсменів, які займаються пауерліфтингом.

2. Виявити динаміку змін короткострокових і відстрочених тренувальних ефектів на основі біохімічного моніторингу при застосуванні навантажень різної інтенсивності.

3. Розробити методику регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу та дослідити її ефективність.

5. Перелік графічного матеріалу: 6 таблиць, презентація до роботи – 22 слайди.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1–4	Гета Алла Володимирівна, доцент кафедри фізичної культури та спорту	05.09.2025 р.	12.01.2026 р.

7. Дата видачі завдання – 05.09.2025 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів (роботи)	Примітка
1.	Затвердження теми.	03.09.25 р.	
2.	Складання плану дослідження, змісту роботи.	05.09.25 р.	
3	Обґрунтування актуальності теми, опис категоріального апарату дослідження та методів дослідження (вступ).	06.09.25– 15.09.25 р.	
4.	Написання 1 розділу, висновків до першого розділу.	15.09.25– 15.10.25 р.	
5.	Написання 2 розділу.	16.10.25– 26.10.25 р.	
6.	Написання 3 розділу та висновків до третього розділу.	27.10.25– 27.11.25 р.	
7.	Організація та проведення експериментального дослідження.	15.09.25– 27.12.25 р.	
8.	Аналіз та опис результатів дослідження, написання висновків до четвертого розділу та загальних висновків.	28.12.25– 05.01.26 р.	
9.	Підготовка електронної презентації.	06.01.26 р.	
10.	Підготовка доповіді, рецензування дипломної роботи.	07.01.26– 12.01.26 р.	
11.	Представлення роботи на кафедру, захист роботи.	19.01.26– 30.01.26 р.	

Студент \_\_\_\_\_ **Богдан Пеха**  
 Керівник роботи \_\_\_\_\_ **Алла Гета**

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....</b>	<b>4</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ У ПАУЕРЛІФТИНГУ З БІОХІМІЧНИМ МОНІТОРИНГОМ.....</b>	<b>13</b>
1.1. Особливості системи організації спортивної підготовки як цілеспрямованого процесу із застосуванням засобів контролю та персоналізації тренувань.....	13
1.2. Концептуальні положення щодо аналізу впливу фізичних навантажень спортивного характеру на функціонування організму.....	24
1.3. Характеристика біохімічних змін в організмі спортсменів під впливом тренувальних навантажень силового характеру.....	33
Висновки до першого розділу.....	41
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	<b>45</b>
2.1. Методи дослідження.....	45
2.1.1. Теоретичні методи.....	45
2.1.2. Методи опитування.....	46
2.1.3. Методи педагогічних спостережень.....	48
2.1.4. Методи педагогічного тестування спортсменів.....	49
2.1.5. Методи біохімічного дослідження.....	49
2.1.6. Методи першого констатувального експерименту.....	50
2.1.7. Педагогічний експеримент.....	52
2.1.8. Методи математичної статистики.....	54
2.2. Організація дослідження.....	55

<b>РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ РЕГУЛЮВАННЯ СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ У ПАУЕРЛІФТИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	<b>57</b>
3.1. Обґрунтування методики регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу.....	57
3.2. Дослідження ефективності методики регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу.....	67
Висновки до третього розділу.....	92
<b>РОЗДІЛ 4. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	<b>96</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>101</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>105</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АДГ – антидіуретичний гормон;  
АКТГ – адренкортикотропний гормон;  
АТФ – аденозинтрифосфат;  
БКС – бар'єр кров-слина;  
ВНС – вегетативна нервова система;  
ДК – дієнова кон'югація;  
ЕГ – експериментальна група;  
КГ – контрольна група;  
КПШ – кількість підйомів штанги;  
ЛДГ – лактатдегідрогеназа;  
МДГ – малатдегідрогеназа;  
ПОЛ – перекисне окислення ліпідів;  
ПРО – протеїни, загальний білок;  
СНР – симпатична нервова система;  
УОІ – усереднена відносна інтенсивність;  
SH-групи – сульфгідрильні групи;  
sIgA – імуноглобулін А.

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Однією з недооцінених та недостатньо досліджених проблем у методиці підготовки спортсменів, які займаються пауерліфтингом, є раціональний підбір величин тренувальних навантажень. Це стосується як загального обсягу тренувань, так і окремих вправ, виконуваних із різною інтенсивністю та спрямованих на підвищення спортивної працездатності. Сучасний рівень досягнень у пауерліфтингу передбачає, що вже на початкових етапах підготовки спортсмени повинні виконувати значні та інтенсивні фізичні навантаження, проте при цьому вони не повинні перевищувати межі адаптаційних можливостей організму. Поняття «оптимальної» та «надмірної» тренувальної роботи є відносними: ефективність та вплив навантажень на організм визначається не лише абсолютними величинами ваг і обсягів, а й індивідуальними фізіологічними характеристиками спортсмена, його функціональним станом, віком та ступенем тренуваності. Тому правильне регулювання обсягу, інтенсивності та структури тренувальних навантажень вимагає комплексного підходу, що враховує як специфіку окремих вправ, так і загальний адаптаційний потенціал організму, забезпечуючи поступове збільшення навантаження без ризику перевантаження або травм (Іваненко С. М., 2023).

Раціональне та системне планування тренувального процесу дозволяє спортсмену поступово підвищувати функціональні можливості організму, вдосконалювати техніко-тактичну підготовку та підходити до змагань у оптимальній спортивній формі. У цьому контексті надзвичайно важливим для тренера є отримання об'єктивної інформації про функціональний стан спортсмена, яка може включати як традиційні фізіологічні показники (серцево-судинну реакцію, м'язову силу, витривалість), так і біохімічні маркери адаптації та втоми (наприклад, рівні креатинкінази, лактату, кортизолу та гормонів росту). Аналіз цих даних дозволяє своєчасно коригувати програму тренувань, оптимізувати обсяг і інтенсивність

навантажень, уникнути перевантажень і травм, а також підвищити ефективність тренувального процесу на всіх етапах підготовки спортсмена. Використання біохімічного моніторингу у поєднанні з традиційними методами контролю забезпечує комплексну оцінку стану організму та дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо індивідуалізації тренувальної роботи (Костенко В. П., Дмитренко І. С., 2021).

Для досягнення зазначеної мети, поряд із традиційними педагогічними методами, застосовуються біохімічні методи дослідження, які дозволяють оцінити відповідність обраних тренувальних навантажень функціональному стану спортсменів, що займаються пауерліфтингом. Основою інтенсифікації тренувального процесу є прагнення досягти максимального спортивного результату за мінімально можливий час тренувань.

Силкові фізичні навантаження спричиняють зміни у численних біохімічних, фізіологічних та психологічних механізмах, що формуються внаслідок адаптаційних реакцій організму на стресові впливи. Під час адаптації, а також у випадку перетренованості, відбуваються суттєві зміни обміну речовин, активізуються різні патологічні процеси, що можуть призводити до зниження працездатності спортсмена. Ці процеси супроводжуються появою у тканинах та біологічних рідинах специфічних хімічних сполук, які відображають ступінь адаптації або перенавантаження організму (Кравченко П. О., 2021).

Отже, для оптимізації тренувального процесу необхідно своєчасно коригувати обсяг і інтенсивність навантажень на основі комплексної оцінки стану спортсмена, що включає як педагогічний, так і біохімічний контроль. Використання біохімічного моніторингу дозволяє виявляти приховані ознаки перевантаження, запобігати розвитку дисбалансу в обміні речовин та підтримувати ефективність тренувального процесу на оптимальному рівні.

У теорії та методиці пауерліфтингу, а також у суміжних видах спорту, опубліковано значну кількість досліджень, присвячених проблемам педагогічного контролю, оцінки впливу тренувальних навантажень та

корекції тренувального процесу (Платонов В. Н., 2006; Медведєв А. С., 2017; Матвєєв Л. П., 2009; Івченко Є. В., 2004; Степанов В. С., 2018). Проте сучасний рівень медико-біологічних досліджень та розвитку спортивної науки дозволяє переосмислити підхід до побудови тренувального процесу у пауерліфтерів. Зокрема, це стосується оцінки впливу тренувальних навантажень на організм спортсмена та внесення коригувальних змін у програму тренувань на основі об'єктивних даних, отриманих за допомогою біохімічного моніторингу. Використання біохімічного контролю дозволяє не лише точніше визначити рівень адаптації організму до силових навантажень, але й своєчасно виявляти ознаки перевтоми, перевантаження або дисбалансу метаболічних процесів, що сприяє більш ефективному і безпечному плануванню тренувального процесу.

Очевидно, що фізичні навантаження викликають зміни в роботі організму, які найяскравіше проявляються при аналізі крові. Проте кров як біологічний матеріал не завжди доступна для регулярного моніторингу, а процедура її забору потребує дотримання низки санітарно-гігієнічних норм і умов стерильності. Крім того, систематичний забір крові може ускладнювати нормальний хід тренувального процесу, спричиняти дискомфорт, психологічне напруження та негативно впливати на мотивацію спортсмена.

У зв'язку з цим у сучасній спортивній практиці зростає інтерес до використання більш доступних біологічних рідин, таких як слина та сеча, для оцінки стану організму спортсмена та його адаптації до фізичних навантажень. Ці рідини дозволяють отримувати об'єктивну інформацію про метаболічні, гормональні та ферментативні зміни в організмі без значних втручань у тренувальний процес і без шкоди для психологічного комфорту спортсмена (Лисенко Т. В., 2023).

Водночас на сьогодні відсутня достатня кількість узагальнених і систематизованих даних щодо методів збору, особливостей лабораторного аналізу та інтерпретації результатів досліджень слини. Зокрема, невирішеним залишається питання взаємозв'язку змін хімічного складу та фізико-хімічних

властивостей слини з характером тренувальних навантажень, рівнем тренуваності та індивідуальними особливостями спортсменів. Через це дослідження слини у спортивній практиці поки проводяться відносно рідко, що обмежує використання цього методу для регулярного контролю фізіологічного стану та адаптації організму. У той же час розвиток і впровадження методик біохімічного моніторингу на основі слини дозволяє значно підвищити ефективність тренувального процесу, оптимізувати навантаження, своєчасно виявляти ознаки перевтоми та перевантаження, а також забезпечити індивідуальний підхід до спортсмена (Романчук В. П., 2022).

Отже, у запропонованій роботі досліджується експериментальне обґрунтування застосування біохімічного контролю для побудови оптимальних тренувальних навантажень спортсменів, які займаються пауерліфтингом, а також визначення ефективності та доцільності використання біохімічних маркерів для оцінки функціонального стану спортсменів, контролю адаптаційних реакцій організму на силові навантаження та своєчасного внесення коректив у програму тренувань. Використання біохімічного моніторингу дозволяє не лише оптимізувати обсяг і інтенсивність навантажень, а й попереджати розвиток перевантаження, дисбалансу обміну речовин та патологічних процесів, що негативно впливають на працездатність. Крім того, комплексний підхід із залученням біохімічних методів у поєднанні з педагогічним контролем забезпечує індивідуалізацію тренувального процесу, підвищує його безпеку та ефективність, а також дає можливість систематично оцінювати прогрес спортсмена на різних етапах підготовки.

**Об'єкт дослідження** – тренувальний процес спортсменів, які займаються пауерліфтингом.

**Предмет дослідження** – управління навчально-тренувальним процесом пауерліфтерів на основі біохімічного контролю.

**Мета дослідження** – підвищення ефективності підготовки пауерліфтерів за рахунок корекції тренувального навантаження на основі біохімічного контролю.

**Наукова гіпотеза дослідження.** Передбачалося, що поєднання педагогічного контролю з використанням неінвазивних методів біохімічного моніторингу у процесі підготовки пауерліфтерів дозволяє значно підвищити ефективність тренувальних навантажень. Такий комплексний підхід забезпечує постійний оперативний контроль за станом організму спортсмена, дозволяє своєчасно виявляти ознаки перевтоми, дисбалансу обміну речовин або перевантаження, а також коригувати обсяг, інтенсивність та структуру тренувальної роботи. У результаті цього оптимізується взаємодія між навантаженням і адаптаційними можливостями організму, забезпечується безпечне підвищення фізичної працездатності та покращується загальна спортивна форма спортсменів. Крім того, застосування неінвазивних біохімічних показників дозволяє проводити регулярний моніторинг без порушення нормального ходу тренувального процесу і без створення додаткового стресу для спортсменів, що особливо важливо на етапах інтенсивної підготовки.

**Завдання дослідження:**

1. Дослідити вплив силових фізичних навантажень на біохімічні показники організму спортсменів, які займаються пауерліфтингом.
2. Виявити динаміку змін короткострокових і відстрочених тренувальних ефектів на основі біохімічного моніторингу при застосуванні навантажень різної інтенсивності.
3. Розробити методику регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу та дослідити її ефективність.

**Методи дослідження:** теоретичні методи; методи опитування; педагогічне спостереження; методи педагогічного тестування спортсменів; методи біохімічного дослідження; методи першого констатувального експерименту; педагогічний експеримент; методи математичної статистики.

**Експериментальна база дослідження:** КЗ ДЮСШ «Олімпійські надії».

**Наукова новизна дослідження:**

1. Встановлено чіткий взаємозв'язок між параметрами тренувального навантаження, зокрема його інтенсивністю, та концентраціями метаболітів у слині спортсменів, які займаються пауерліфтингом. Це свідчить про те, що біохімічні показники відображають адаптаційні процеси організму та можуть бути використані для оперативного контролю ефективності тренувального процесу.
2. Виявлено кількісну залежність між змістом біохімічних маркерів та короткостроковими і відстроченими тренувальними ефектами під час навантажень різної інтенсивності у підготовчому та змагальному періодах. Це дозволяє оцінювати адаптаційні реакції організму на різні рівні навантаження та прогнозувати ефективність тренувальних заходів на різних етапах підготовки.
3. Отримано нові можливості для корекції тренувального навантаження силової спрямованості на основі біохімічного контролю, зокрема з використанням змін концентрацій метаболітів у слині, сечі та крові спортсменів під впливом навантажень різної інтенсивності. Використання цих показників дозволяє своєчасно виявляти ознаки перевтоми або перевантаження, індивідуалізувати тренувальний процес та підвищувати ефективність підготовки, мінімізуючи ризики розвитку дисбалансу обміну речовин і патологічних процесів.

**Практична значущість дослідження.** Отримані дані про рівень біомаркерів у двох біологічних субстратах (наприклад, слині та крові) під впливом навантажень різної інтенсивності дозволяють комплексно оцінити ступінь впливу тренувального навантаження на організм спортсменів. Аналіз цих показників дає змогу виявляти як короткострокові, так і відстрочені адаптаційні реакції, оцінювати ефективність навантажень і своєчасно виявляти ознаки перевтоми або перевантаження.

Розроблено методику біохімічного контролю, яка дозволяє характеризувати як поточний, так і етапний стан спортсменів у процесі підготовки. Використання цієї методики дає змогу оптимізувати тренувальні та змагальні навантаження на рівні мікро- і мезоциклів, забезпечує індивідуалізацію тренувального процесу та сприяє підвищенню ефективності управління підготовкою спортсменів. Завдяки регулярному контролю біохімічних маркерів стає можливим оперативно коригувати інтенсивність, обсяг і структуру навантажень, зберігаючи баланс між адаптаційними можливостями організму та потребами спортивної підготовки.

**Упровадження результатів дослідження.** Отримані в дослідженні результати можуть бути використані тренерами для комплексної оптимізації тренувального процесу спортсменів-пауерліфтерів. Зокрема, вони дають змогу оперативно контролювати та коригувати обсяг, інтенсивність і структуру навантажень, планувати мікро- і мезоцикли підготовки, а також оцінювати ступінь адаптації організму до фізичних навантажень. Завдяки використанню біохімічних маркерів у слині, крові та сечі тренер може своєчасно виявляти ознаки перевтоми або перевантаження, дисбалансу обміну речовин та потенційних патологічних процесів, що сприяє зменшенню ризику травм і зниженню працездатності спортсмена.

Крім того, дані біохімічного моніторингу дозволяють індивідуалізувати підготовку, підбираючи оптимальні параметри навантажень для конкретного спортсмена з урахуванням його фізіологічних та функціональних особливостей, а також оцінювати ефективність тренувальних методик на різних етапах підготовки. Використання цих даних особливо важливе у підготовчому та змагальному періодах, коли навантаження є інтенсивними і потребують точного регулювання для забезпечення максимального спортивного результату.

**Апробація результатів дослідження.** Апробація результатів дослідження здійснювалася шляхом публікації праць і виступів автора на Всеукраїнських науково-практичних конференціях з міжнародною участю

«Актуальні проблеми фізичної культури та спорту» (м. Полтава, грудень 2024 р., грудень 2025 р.).

**Публікації:** основні положення дослідження опубліковані у двох збірниках науково-практичних конференцій з міжнародною участю.

**Структура роботи.** Кваліфікаційна робота складається з переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 111 сторінках, із них 104 – основного тексту, що містить 6 таблиць. Під час роботи над кваліфікаційною працею використано 86 наукових джерел.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ У ПАУЕРЛІФТИНГУ З БІОХІМІЧНИМ МОНІТОРИНГОМ

#### 1.1. Особливості системи організації спортивної підготовки як цілеспрямованого процесу із застосуванням засобів контролю та персоналізації тренувань

Спортивна підготовка сучасного спортсмена є складним багаторівневим процесом, що поєднує науково обґрунтоване планування, виконання тренувальних навантажень та оцінку адаптаційних реакцій організму. Основною метою спортивної підготовки є формування високого рівня фізичної, технічної, тактичної та психологічної готовності спортсмена для досягнення максимальних результатів у змаганнях відповідного рівня [9, 24].

У контексті сучасного спорту особливу значимість набуває наукове обґрунтування тренувального процесу, що передбачає не лише підбір фізичних навантажень, але й систематичний контроль їх впливу на організм спортсмена [15, 19]. Організація спортивної підготовки розглядається як цілеспрямований процес, в якому враховуються індивідуальні особливості спортсмена, його фізіологічний стан, рівень тренуваності та вікові характеристики [2, 26].

Сучасні наукові підходи підкреслюють необхідність комплексного використання різних методів контролю, які включають педагогічні, фізіологічні та біохімічні засоби. Педагогічний контроль охоплює оцінку фізичних здібностей, техніко-тактичних навичок та психофізіологічних реакцій спортсмена під час тренувального процесу, що дозволяє тренеру отримувати об'єктивну інформацію для корекції навантажень [12, 20].

Значення контролю тренувального процесу особливо актуальне для силових видів спорту, таких як пауерліфтинг, де інтенсивність і обсяг навантажень безпосередньо впливають на адаптаційні процеси організму. Дослідження останніх років показують, що біохімічний моніторинг стає невід'ємною складовою тренувального процесу, дозволяючи оцінювати зміни у концентраціях метаболітів у крові, слині та сечі спортсменів, що відображають ступінь адаптації до фізичних навантажень [1, 16].

Персоналізація тренувального процесу є ключовим чинником підвищення його ефективності. Індивідуалізація навантажень передбачає підбір обсягу, інтенсивності та структури тренувальних вправ з урахуванням фізіологічних та психологічних особливостей спортсмена, рівня його підготовленості та етапу тренувального циклу [1, 18]. Це дозволяє максимально ефективно впливати на адаптаційні процеси організму, запобігати перевантаженню та підвищувати спортивні результати.

Таким чином, сучасна система спортивної підготовки розглядається як комплексний, цілеспрямований та контрольований процес, який поєднує науково обґрунтоване планування тренувальних навантажень, застосування засобів педагогічного, фізіологічного та біохімічного контролю, а також персоналізацію тренувального процесу з урахуванням індивідуальних особливостей спортсмена. Такий підхід забезпечує оптимізацію фізичної та функціональної підготовленості, підвищення ефективності управління тренувальним процесом та формування високого рівня спортивних результатів [4, 12].

Сучасна система спортивної підготовки формується на основі багаторічних досліджень у галузі фізіології, педагогіки та біомеханіки, що дозволяють науково обґрунтувати методи розвитку фізичних якостей спортсменів. Перші концепції системного підходу до тренувального процесу були закладені ще в середині ХХ століття, коли дослідники [42] запропонували класифікацію тренувальних навантажень та етапність підготовки спортсменів для досягнення високих результатів у змаганнях.

Вони підкреслювали, що тренувальний процес повинен бути цілеспрямованим, планомірним і адаптованим до індивідуальних особливостей спортсмена.

У наступні десятиліття розвиток теорії спортивної підготовки зосередився на оптимізації навантажень і використанні контрольних показників для оцінки адаптаційних реакцій організму. Науковці [43] наголошували на необхідності науково обґрунтованого підбору інтенсивності та обсягу тренувальних вправ із врахуванням віку, статі та рівня підготовленості спортсменів. Інші фахівці [48, 55] у своїх роботах звертали увагу на важливість комплексного контролю, який включав педагогічні, фізіологічні та психологічні методи оцінки ефективності тренувального процесу.

Однією з ключових ідей сучасної методики є індивідуалізація навантажень. Згідно з сучасними дослідженнями, успішна підготовка спортсмена в силових видах спорту, таких як пауерліфтинг, неможлива без персоналізованого підходу, що враховує біологічні та функціональні характеристики організму, адаптаційні можливості та реакції на фізичні навантаження [1]. Персоналізація тренувального процесу дозволяє оптимізувати інтенсивність і обсяг навантажень, підвищувати ефективність адаптаційних процесів та зменшувати ризик травматизму [21, 23].

У сучасних умовах особливу увагу приділяють біохімічному контролю та моніторингу функціонального стану спортсменів. Дослідження Антипенка Л. В. [1], Бойка В. М. [3], Козак В. М., Роженка П. В. [16] демонструють, що вимірювання концентрацій ферментів, гормонів та метаболітів у різних біологічних субстратах дозволяє оцінити рівень адаптації організму до силових навантажень і своєчасно коригувати тренувальні програми. Це особливо важливо для висококваліфікованих спортсменів, у яких оптимізація навантажень визначає успішність виступів на змаганнях.

Крім того, сучасна теорія спортивної підготовки підкреслює значення циклічності та етапності тренувального процесу. Дослідження Виноградова В. Є. [5] передбачають поділ тренувального процесу на мікро-, мезо- і макроцикли, що дозволяє чергувати навантаження різної інтенсивності, оптимізувати відновлення та ефективно керувати адаптаційними процесами. Такий підхід дає змогу поступово підвищувати фізичну підготовленість спортсмена та досягати пікової форми до змагань.

Системний і науково обґрунтований підхід до організації спортивної підготовки, поєднання педагогічних, фізіологічних та біохімічних методів контролю та індивідуалізація навантажень формують сучасну концепцію управління тренувальним процесом. Вона дозволяє створювати ефективні програми підготовки спортсменів високої кваліфікації, зокрема пауерліфтерів, та забезпечує контроль за станом організму на всіх етапах підготовки [4].

Педагогічний контроль є невід'ємною складовою системи організації спортивної підготовки, оскільки він дозволяє оцінити ефективність тренувальних навантажень, визначити рівень розвитку фізичних якостей та скорегувати програму підготовки відповідно до індивідуальних особливостей спортсмена [9]. Основне завдання педагогічного контролю полягає у забезпеченні об'єктивної оцінки фізичної підготовленості та адаптаційних реакцій організму до навантажень, що дає змогу тренеру приймати обґрунтовані рішення щодо зміни обсягу, інтенсивності та структури тренувальних вправ [24].

До основних методів педагогічного контролю відносяться:

- тестування фізичних якостей (сила, витривалість, швидкість, координація);
- аналіз техніко-тактичної підготовки;
- психофізіологічне спостереження;
- моніторинг адаптаційних змін організму [7, 17].

Такі методи дозволяють оцінити динаміку розвитку фізичних здібностей спортсмена, виявити слабкі сторони та запобігти перевантаженню або травматизму. Наприклад, контроль показників сили та витривалості у пауерліфтерів дозволяє коригувати тренувальні навантаження для оптимізації адаптаційних процесів, що забезпечує підвищення результативності у змаганнях [26].

У сучасній практиці все більше застосовуються комплексні системи контролю, які поєднують педагогічні методи з фізіологічними та біохімічними дослідженнями. Це дозволяє не лише оцінювати розвиток фізичних якостей, але й визначати ступінь адаптації організму до навантажень на клітинному та метаболічному рівні [16]. Наприклад, регулярне вимірювання показників лактату, креатинкінази та гормонів у слинні та крові спортсмена дозволяє контролювати рівень стресу та адаптацію до тренувальних циклів, що особливо важливо для силових видів спорту, де навантаження є високими [45, 68].

Педагогічний контроль включає також етапну оцінку результатів, що передбачає визначення досягнутих тренувальних ефектів у межах мікро-, мезо- та макроциклів. Таке поетапне спостереження дозволяє не лише коригувати поточний тренувальний процес, а й планувати подальші етапи підготовки, визначати індивідуальні особливості адаптації спортсмена та прогнозувати результати [62, 64].

Важливою особливістю педагогічного контролю є інтеграція суб'єктивних та об'єктивних показників. Об'єктивні методи включають вимірювання фізичних, біохімічних та функціональних параметрів організму, тоді як суб'єктивні оцінки враховують самопочуття, рівень втоми та психологічний стан спортсмена [18]. Такий комплексний підхід дозволяє максимально точно оцінити готовність спортсмена до навантажень і оптимізувати тренувальний процес.

Отже, педагогічний контроль є базовою складовою системи спортивної підготовки, яка забезпечує науково обґрунтовану оцінку фізичних та

функціональних якостей спортсмена, контроль адаптаційних процесів та можливість своєчасного внесення коректив у тренувальний процес. Його інтеграція з фізіологічним і біохімічним моніторингом дозволяє досягти високої ефективності управління підготовкою спортсменів та сприяє підвищенню спортивних результатів у силових видах спорту.

Одним із ключових напрямів сучасного управління тренувальним процесом є застосування фізіологічного та біохімічного моніторингу, що дозволяє оцінювати адаптаційні реакції організму спортсменів до силових навантажень. Використання таких методів базується на тому, що фізичні навантаження викликають зміни у функціональному стані систем організму, які можна кількісно оцінити через показники метаболізму, гормонального статусу та ферментативної активності [1].

Фізіологічний моніторинг включає вимірювання серцево-судинних, дихальних, нервово-м'язових і терморегуляторних показників. Наприклад, кардіореспіраторні параметри дозволяють оцінити рівень аеробної та анаеробної витривалості, ступінь відновлення після тренувального навантаження та ризик розвитку перевтоми [27, 35]. У силових видах спорту, таких як пауерліфтинг, важливим є контроль показників максимального зусилля, частоти серцевих скорочень та кров'яного тиску під час та після силових вправ, що дає змогу оцінити ефективність тренувальних навантажень і стан адаптації організму [52].

Біохімічний моніторинг є більш чутливим інструментом оцінки адаптаційних процесів на клітинному та метаболічному рівні. До основних показників належать:

- концентрації лактату та креатинкінази у крові, що відображають ступінь м'язового навантаження і пошкодження м'язових волокон;
- рівні гормонів, таких як тестостерон, кортизол та інсуліноподібний фактор росту, що характеризують адаптаційний та стресовий статус організму;

- концентрації метаболітів у слині та сечі, які дозволяють безінвазивно оцінювати стан тренуваності та адаптації спортсмена [56].

Регулярне застосування біохімічного контролю дозволяє визначати оптимальну інтенсивність і обсяг навантажень, уникати перевантаження, своєчасно коригувати тренувальні програми та прогнозувати короткострокові і відстрочені тренувальні ефекти [45]. Наприклад, підвищення концентрації лактату у слині після силового тренування може свідчити про надмірне навантаження, тоді як помірні зміни ферментативних показників крові дозволяють оцінити ефективність адаптації та оптимальний темп прогресії навантажень [3].

Особливу увагу в сучасній практиці приділяють комплексній оцінці фізіологічних і біохімічних показників. Це дозволяє інтегрувати дані про функціональний стан серцево-судинної, м'язової та ендокринної систем, а також метаболічні зміни у різних біологічних субстратах, таких як кров, слина та сеча [31, 65]. Такий підхід дає змогу тренерам отримувати об'єктивну інформацію про стан спортсмена, оптимізувати тренувальні та відновлювальні процеси і підвищувати ефективність управління підготовкою [67].

Фізіологічний та біохімічний моніторинг стає невід'ємною складовою сучасної системи спортивної підготовки, що забезпечує:

1. своєчасну оцінку адаптаційних процесів організму;
2. контроль ефективності тренувальних навантажень;
3. можливість персоналізації та корекції тренувального процесу;
4. підвищення результативності спортсменів у змаганнях [68].

Одним із найважливіших аспектів сучасної спортивної підготовки є індивідуалізація тренувального процесу, яка передбачає адаптацію навантажень до конкретних фізіологічних, психологічних і біохімічних особливостей спортсмена [20]. Персоналізація включає не лише підбір обсягу і інтенсивності тренувань, але й визначення оптимальних співвідношень між силовими, швидкісними та витривалими компонентами підготовки для

конкретного спортсмена або групи спортсменів з подібними характеристиками.

Згідно з дослідженнями Костенко В. П., Дмитренко І. С. [18], ефективна індивідуалізація тренувального процесу базується на:

1. функціональному аналізі стану організму – оцінка серцево-судинної, м'язової та ендокринної систем з урахуванням реакцій на попередні навантаження;
2. біохімічному контролю – визначення рівня ферментів, гормонів та метаболітів у крові, слині та сечі для прогнозування адаптаційних реакцій і своєчасного внесення корекцій;
3. психофізіологічній оцінці – визначення рівня втоми, мотивації та психологічної готовності до тренування.

Особливо важлива персоналізація у силових видах спорту, зокрема пауерліфтингу, де навантаження високі, а адаптаційні можливості спортсмена мають значні індивідуальні відмінності [14]. Використання індивідуальних профілів тренувальної адаптації дозволяє тренерам оптимізувати співвідношення між обсягом та інтенсивністю вправ, підбирати відновлювальні навантаження та прогнозувати досягнення спортивних результатів на різних етапах підготовки [61].

Застосування біохімічного моніторингу як засобу індивідуалізації надає можливість відстежувати реакцію організму на силові навантаження в реальному часі. Так, вимірювання концентрацій лактату, креатинкінази, кортизолу та тестостерону дозволяє виявити ознаки перевантаження, своєчасно коригувати програму тренування та уникати розвитку перетренованості [67]. Крім того, відстеження динаміки цих показників у мікро- та мезоциклах дозволяє прогнозувати короткострокові та відстрочені тренувальні ефекти [2].

Інтеграція педагогічного контролю з фізіологічним та біохімічним моніторингом дає змогу реалізувати системний підхід до персоналізації тренувального процесу, що включає:

- оптимізацію навантажень на основі індивідуальних реакцій;
- підвищення ефективності тренувального циклу;
- зменшення ризику травматизму та перетренованості;
- підвищення результативності спортсменів у змаганнях [4].

Таким чином, персоналізація та індивідуалізація тренувального процесу у пауерліфтингу є ключовим чинником підвищення ефективності підготовки спортсменів, забезпечення їхнього безпечного навантаження та максимального використання фізіологічного потенціалу. Такий підхід стає невід'ємною частиною сучасної системи управління тренувальним процесом та дозволяє поєднувати наукові методи оцінки адаптації організму зі стратегічними завданнями тренера [12].

Сучасна система підготовки пауерліфтерів передбачає оперативний контроль та корекцію тренувального процесу на основі об'єктивних показників функціонального стану організму. Одним із найефективніших інструментів у цьому контексті є біохімічний контроль, який дозволяє оцінити адаптаційні реакції на навантаження на клітинному та метаболічному рівні [1].

Практичне застосування біохімічного контролю передбачає регулярне визначення показників, таких як:

- лактат у крові та слині – характеризує анаеробний метаболізм і ступінь м'язового стресу;
- креатинкіназа та лактатдегідрогеназа – відображають м'язове пошкодження та інтенсивність адаптаційних процесів;
- гормональні показники (тестостерон, кортизол, інсуліноподібний фактор росту) – дозволяють оцінити рівень стресу та відновлення організму [66].

На основі отриманих даних формується індивідуальна модель корекції навантажень, що включає:

- регулювання обсягу та інтенсивності тренувальних вправ – залежно від реакції організму на попереднє навантаження;

- оптимізацію співвідношення силових та відновлювальних навантажень – для запобігання перевантаженню та травматизму;
- корекцію темпу прогресії та розподілу навантажень у мікро- і мезоциклах – для досягнення максимального ефекту при мінімальних ризиках [23].

Застосування біохімічного контролю дає змогу проводити динамічний моніторинг спортсмена у реальному часі та оперативно змінювати програму тренування. Наприклад, підвищення концентрації лактату або кортизолу понад нормативні межі сигналізує про необхідність зменшення інтенсивності або обсягу вправ, тоді як помірні зміни ферментативних показників свідчать про ефективну адаптацію організму [16].

Крім того, практика показує, що біохімічний контроль дозволяє прогнозувати короткострокові та відстрочені тренувальні ефекти, що особливо важливо у силових видах спорту. Відстеження динаміки біохімічних показників у різних циклах підготовки дозволяє тренерам визначати оптимальні періоди інтенсивного навантаження, відновлення та підготовки до змагань [31].

Для практичного застосування розроблені моделі корекції тренувальних навантажень, які інтегрують дані педагогічного контролю, фізіологічного моніторингу та біохімічних показників. Ці моделі дозволяють визначити:

- рівень індивідуальної тренуваності спортсмена;
- оптимальний обсяг та інтенсивність силових вправ;
- необхідність додаткових відновлювальних процедур;
- прогноз результативності у змагальному періоді [44].

Таким чином, практичне застосування біохімічного контролю є ефективним інструментом управління тренувальним процесом пауерліфтерів, що забезпечує:

- своєчасну оцінку адаптаційних процесів;
- можливість індивідуальної корекції навантажень;

- підвищення результативності та безпеки спортсменів;
- оптимізацію підготовки до змагань на різних етапах тренувального циклу [47].

Завдяки впровадженню таких моделей тренувальний процес стає науково обґрунтованим, адаптованим до індивідуальних потреб спортсмена та максимально ефективним, що є важливим чинником підвищення спортивних результатів у пауерліфтингу.

Проведений аналіз сучасних підходів до організації спортивної підготовки спортсменів силового профілю дозволяє зробити такі висновки:

1. Система спортивної підготовки є цілеспрямованим і комплексним процесом, який включає планування, контроль та корекцію тренувальних навантажень на основі науково обґрунтованих принципів.

2. Педагогічний контроль дозволяє оцінити техніко-тактичну та функціональну підготовку спортсменів, визначити ефективність використаних методик та спрямувати тренувальний процес на досягнення поставлених результатів.

3. Фізіологічний та біохімічний моніторинг забезпечує кількісну оцінку адаптаційних реакцій організму спортсмена на навантаження, дає змогу виявляти ознаки перевтоми, прогнозувати тренувальні ефекти та своєчасно коригувати програму тренувань.

4. Персоналізація та індивідуалізація тренувального процесу є ключовими факторами підвищення ефективності підготовки пауерліфтерів. Використання даних біохімічного контролю дозволяє адаптувати обсяг, інтенсивність та структуру навантажень до конкретних фізіологічних, метаболічних та психологічних характеристик спортсмена.

5. Моделі корекції тренувальних навантажень, побудовані на основі інтеграції педагогічного контролю, фізіологічного моніторингу та біохімічних показників, дозволяють оптимізувати підготовку спортсменів у мікро- та мезоциклах, підвищити ефективність тренувань та мінімізувати ризик травматизму та перевантаження.

6. Використання сучасних наукових підходів до контролю та персоналізації тренувального процесу забезпечує формування науково обґрунтованої системи підготовки спортсменів пауерліфтингу, що сприяє підвищенню їхньої спортивної результативності та максимально ефективному використанню фізіологічного потенціалу.

Таким чином, поєднання педагогічного контролю, фізіологічного та біохімічного моніторингу з індивідуалізацією тренувального процесу є ефективним механізмом управління підготовкою спортсменів, що дозволяє досягати високих результатів у пауерліфтингу на основі науково обґрунтованих рішень.

## **1.2. Концептуальні положення щодо аналізу впливу фізичних навантажень спортивного характеру на функціонування організму**

Фізичні навантаження спортивного характеру є ключовим чинником, що визначає рівень підготовленості спортсмена та його здатність досягати високих результатів у змаганнях. Вони впливають не лише на окремі м'язові групи, але й на весь організм загалом, запускаючи комплексні адаптаційні механізми, які забезпечують підвищення функціональних можливостей, стійкості до втоми та ефективності виконання специфічних рухових завдань. Під впливом систематичних фізичних тренувань організм спортсмена проходить послідовні зміни, які дозволяють йому адекватно реагувати на навантаження, оптимізувати витрати енергії та підтримувати гомеостаз навіть у умовах високих фізичних вимог [1].

Фізичні навантаження спортивного характеру викликають складні адаптаційні процеси, які зачіпають різні системи організму. Серед них особливу роль відіграє серцево-судинна система, яка за рахунок підвищення серцевого викиду, покращення еластичності судин та збільшення капіляризації м'язів забезпечує ефективний транспорт кисню та поживних

речовин до тканин, що критично важливо під час інтенсивних тренувань та змагальних навантажень [3].

Не менш важливими є адаптації дихальної системи, яка підвищує свою продуктивність і здатність до збільшеного газообміну, забезпечуючи адекватну оксигенацію тканин. У процесі тренувань дихальні м'язи стають більш витривалими, а легенева вентиляція та дифузійна здатність покращуються, що сприяє зниженню рівня втомлюваності і підвищенню аеробної витривалості [16].

М'язова система зазнає структурних і функціональних змін, що підвищують силу, швидкість та витривалість. Зокрема, збільшується м'язова маса, товщина міофібрил та здатність м'язів до накопичення і використання енергії під час скорочень. Ці зміни відбуваються не лише за рахунок росту м'язових волокон, а й за рахунок покращення нейром'язової координації та ефективності м'язових скорочень [29].

Важливу роль у процесі адаптації відіграють нервова та ендокринна системи, що забезпечують координацію рухів, регулюють гормональний баланс та інтегрують роботу всіх органів і систем. Гормональні зміни спрямовані на підтримку енергетичного балансу, стимуляцію анаболічних процесів у м'язах та регуляцію катаболізму, що особливо актуально при інтенсивних силових тренуваннях [4].

Таким чином, комплексні фізіологічні адаптації до спортивних навантажень забезпечують інтегровану реакцію організму на підвищені фізичні вимоги, підвищують працездатність, зменшують ризик травм і сприяють ефективній підготовці спортсменів у різних видах спорту. Знання цих адаптаційних механізмів є базовим для побудови ефективного тренувального процесу та дозволяє застосовувати методи контролю і персоналізації навантажень з урахуванням індивідуальних особливостей спортсменів.

Адаптаційні процеси у відповідь на фізичні навантаження залежать від численних чинників, серед яких ключовими є інтенсивність, тривалість та

частота тренувальних занять, а також індивідуальні характеристики спортсмена, такі як вік, рівень функціонального стану, попередня підготовленість та наявність медичних протипоказань [3]. Ці фактори визначають, наскільки ефективно організм реагує на тренувальні стимули, а також темпи відновлення після навантажень.

Важливе значення має комбіноване застосування силових та аеробних навантажень, оскільки вони активують різні адаптаційні механізми. Силові тренування, наприклад, стимулюють анаболічні процеси в організмі, сприяють гіпертрофії м'язових волокон, зміцненню кістково-суглобового апарату та підвищенню м'язової сили [4]. Водночас аеробні навантаження поліпшують оксигенацію тканин, підвищують витривалість, оптимізують роботу серцево-судинної та дихальної систем, сприяють більш ефективному використанню енергії та прискорюють відновлення організму після фізичних вправ.

Слід також зазначити, що комбінація різних типів навантажень дозволяє формувати більш гармонійні адаптації, забезпечуючи одночасне підвищення силових, витривалих та координаційних показників. Такий підхід допомагає спортсмену уникнути дисбалансу між силовими та аеробними можливостями, знижує ризик перевантажень та травм, а також сприяє більш тривалому збереженню високих спортивних результатів. Таким чином, комплексне поєднання навантажень різного характеру є важливим інструментом для індивідуалізації тренувального процесу та максимізації адаптаційного потенціалу спортсмена.

Комбіновані навантаження дозволяють одночасно активувати кілька адаптаційних процесів, що є надзвичайно важливим для багатьох видів спорту, включаючи пауерліфтинг, де спортсмену необхідно одночасно розвивати силу, витривалість та координацію рухів [5]. Використання різних типів навантажень стимулює різні фізіологічні та метаболічні механізми: силові вправи сприяють анаболізму та гіпертрофії м'язів, тоді як аеробні та

інтервальні тренування покращують енергетичний обмін, окислювальні процеси та ефективність серцево-судинної системи.

Крім того, комбінований підхід дозволяє уникати плато у розвитку спортивних якостей, яке часто виникає при одноманітних тренуваннях, і зменшує ризик адаптаційної стомлюваності. Регулярне варіювання типів навантажень підтримує високий рівень стимулу для організму, сприяє кращому відновленню між тренуваннями та знижує ймовірність травматизму. Такий підхід дозволяє тренеру ефективно планувати прогресію навантажень, забезпечуючи одночасне підвищення всіх ключових функціональних показників спортсмена і оптимізуючи підготовку до змагань на всіх етапах спортивного циклу [5].

Для оцінки впливу тренувальних навантажень на організм спортсменів застосовується широкий спектр біохімічних показників, які дозволяють об'єктивно відстежувати стан метаболізму, м'язової діяльності та гормонального балансу [2]. Використання таких маркерів є особливо важливим у силових видах спорту, зокрема у пауерліфтингу, де висока інтенсивність навантажень може викликати значні адаптаційні та стресові реакції організму.

Серед основних біохімічних маркерів виділяють:

- лактат, який накопичується при анаеробній роботі м'язів і служить показником ступеня м'язового стресу та енергетичної напруги. Підвищення концентрації лактату дозволяє визначити межу аеробного та анаеробного порогів спортсмена, що є важливим для оптимізації інтенсивності тренувань;
- креатинкіназу (КК) та лактатдегідрогеназу (ЛДГ), що відображають рівень м'язових ушкоджень і інтенсивність м'язової роботи. Підвищення цих ферментів у крові сигналізує про необхідність корекції навантажень та контролю відновлення спортсмена;
- гормони стресу (кортизол) та анаболічні гормони (тестостерон, ІФР-1), які дозволяють оцінити баланс катаболічних і анаболічних процесів в

організмі. Співвідношення цих гормонів відображає рівень адаптації до навантажень, ступінь втоми та потенційний ризик перетренованості [21].

Регулярний моніторинг цих показників дозволяє тренеру своєчасно виявляти ознаки перевантаження, оптимізувати обсяг і інтенсивність тренувань, а також персоналізувати підходи до підготовки спортсмена, забезпечуючи ефективну та безпечну адаптацію організму до високих фізичних навантажень.

Регулярний моніторинг зазначених біохімічних показників дозволяє тренеру отримувати об'єктивну інформацію про реакцію організму на тренувальні навантаження та своєчасно коригувати тренувальні плани. Це дає змогу оптимізувати процес відновлення спортсмена, запобігати перевантаженню та знизити ризик травматизму [31].

Особливу увагу приділяють аналізу динаміки цих маркерів протягом різних часових циклів підготовки. Так, у короткострокових циклах (мікроцикли) оцінюють миттєві реакції організму на конкретні тренувальні впливи, що дозволяє оперативно коригувати інтенсивність і обсяг навантажень. У довгострокових циклах (мезо- та макроцикли) відстежують відстрочені адаптаційні зміни, які формуються в результаті систематичної та цілеспрямованої роботи [34].

Такий підхід забезпечує персоналізацію тренувального процесу, оскільки дозволяє враховувати індивідуальні особливості адаптації кожного спортсмена, його поточний функціональний стан та рівень готовності до змагань. Крім того, систематичний моніторинг біохімічних показників створює науково обґрунтовану базу для планування прогресії навантажень та корекції програм підготовки, що підвищує ефективність і безпеку тренувань.

Сучасні методики оцінки адаптації спортсменів передбачають збір та аналіз різних біологічних субстратів, що дозволяє комплексно відстежувати реакцію організму на тренувальні навантаження та своєчасно коригувати тренувальні програми:

- Кров є класичним і найточнішим біологічним субстратом для оцінки гормонального та ферментативного статусу спортсмена. Аналіз крові дозволяє визначити концентрації ключових гормонів, ферментів та метаболітів, що відображають рівень фізіологічного стресу та ступінь адаптації організму [63].
- Слина є неінвазивним і доступним методом, який дозволяє оперативно оцінювати рівень лактату, кортизолу та інших біохімічних маркерів. Використання слини значно зменшує стрес для спортсмена, не порушує тренувальний процес та дозволяє проводити часті вимірювання під час тренувань та змагань [56].
- Сеча дозволяє відстежувати накопичувальні ефекти тренувальних навантажень, зміни азотистого обміну, електролітного балансу та стан гідратації організму. Аналіз сечі особливо корисний для довгострокового контролю адаптаційних процесів та планування відновлювальних заходів [10].

Для обробки та інтеграції отриманих даних застосовуються методи математичного моделювання та статистичної обробки, що дозволяє формувати комплексну оцінку адаптаційного потенціалу спортсмена. Такий підхід створює можливості для персоналізації тренувальних програм, визначення оптимальної інтенсивності та обсягу навантажень, а також для прогнозування короткострокових та відстрочених ефектів тренувань [11].

Інтеграція даних із різних біологічних субстратів дозволяє отримати більш повну картину адаптаційних процесів і забезпечує науково обґрунтоване управління тренувальним процесом спортсменів силового профілю, що є критично важливим для запобігання перевантаженню та підвищення результативності [18].

Ефективність тренувального процесу значною мірою визначається інтенсивністю, тривалістю та частотою навантажень, які безпосередньо впливають на адаптаційні процеси в організмі спортсмена [9]. Надмірно інтенсивні силові тренування без адекватного відновлення призводять до

підвищення концентрації лактату, креатинкінази та інших ферментів м'язових ушкоджень. Такі зміни свідчать про розвиток перевтоми, підвищення катаболічних процесів і, як наслідок, про потенційний ризик травмування спортсмена [43].

У той же час низька інтенсивність навантажень може виявитися недостатньою для стимуляції ефективних адаптаційних процесів, оскільки організм не отримує достатнього стресового стимулу для розвитку сили, витривалості та нейро-м'язової координації. Середня ж інтенсивність тренувань дозволяє оптимально поєднати анаеробні та аеробні адаптаційні механізми, забезпечуючи збалансований розвиток фізичних якостей та підвищуючи спортивну працездатність. При цьому знижується ризик перевантаження, що особливо важливо для силових видів спорту, таких як пауерліфтинг [66].

Крім того, структура тренувальних навантажень також має вирішальне значення. Чергування силових, аеробних та комбінованих вправ у різних мікроциклах дозволяє не тільки уникати плато у розвитку спортивних якостей, але й запобігати хронічній стомлюваності та дисбалансу у функціональних системах організму. Такий підхід сприяє підтриманню високої продуктивності спортсменів протягом всього підготовчого та змагального періоду [13].

Таким чином, регулювання інтенсивності та структури навантажень є ключовим елементом планування тренувального процесу, оскільки воно дозволяє поєднувати ефективність і безпеку тренувань, сприяє оптимальній адаптації організму та підвищує результативність спортсмена.

Короткострокові адаптації виникають у відповідь на окремі тренувальні навантаження та проявляються у функціональних змінах організму, які можна зафіксувати у крові, слині та інших біологічних рідинах [32]. До таких змін відносять коливання рівнів гормонів (кортизолу, тестостерону, ІФР-1), активності ферментів (креатинкінази, лактатдегідрогенази) та концентрації метаболітів (лактату, пірувату), що

відображає миттєву реакцію організму на фізичне навантаження. Ці показники дозволяють тренеру оцінити ступінь стресового впливу вправ і своєчасно коригувати програму тренувань, запобігаючи перевтомі та травмам [2].

Довгострокові адаптації формуються у результаті систематичної та тривалої підготовки і включають як структурні, так і функціональні зміни. Вони проявляються у збільшенні м'язової маси та сили, підвищенні витривалості, покращенні нервово-м'язової координації та загальної спортивної працездатності [15, 29]. Крім того, довгострокові адаптації сприяють підвищенню ефективності серцево-судинної та дихальної систем, стабілізації гормонального фону та поліпшенню відновних процесів після тренувань, що є критично важливим для силових видів спорту, таких як пауерліфтинг [16].

Особливо важливим є поєднання контролю короткострокових і довгострокових адаптацій, оскільки це дозволяє тренеру не лише оцінювати ефективність конкретного тренувального заняття, але й прогнозувати розвиток спортивної працездатності у перспективі. Такий комплексний підхід забезпечує індивідуалізацію тренувального процесу, дозволяє оптимізувати обсяг і інтенсивність навантажень у мікро-, мезо- та макроциклах і, як результат, підвищує загальну ефективність підготовки спортсмена [34].

Оптимізація тренувального процесу спортсменів значною мірою досягається за рахунок комплексного поєднання біохімічного моніторингу та педагогічного контролю [20]. Біохімічний моніторинг дозволяє оцінювати рівень метаболічних, гормональних та ферментативних змін у відповідь на навантаження, визначати ступінь адаптації організму та своєчасно виявляти ознаки перевантаження або перетренованості. Педагогічний контроль, у свою чергу, дає змогу аналізувати техніко-тактичні та функціональні показники, оцінювати якість виконання вправ і взаємозв'язок між тренувальними параметрами та результатами [35].

Поєднання цих методів дозволяє тренеру прогнозувати не лише короткострокові ефекти від конкретного тренування, такі як коливання гормонів, ферментів та лактату, а й відстрочені ефекти, що формуються у результаті систематичної підготовки протягом мікро-, мезо- та макроциклів [37]. На основі отриманих даних можна коригувати обсяг, інтенсивність та структуру навантажень, створювати персоналізовані програми тренувань і забезпечувати оптимальне чергування тренувальних і відновлювальних фаз.

Інтеграція біохімічного та педагогічного контролю сприяє підвищенню ефективності спортивної підготовки, зменшенню ризику травм та перевантаження, прискоренню відновлення після тренувань і максимізації працездатності спортсмена у змагальному періоді [62]. Такий підхід дозволяє формувати адаптивні програми підготовки, що враховують індивідуальні особливості організму спортсмена, рівень його функціональної готовності та поточний стан фізіологічних систем, що є критично важливим для силових видів спорту, зокрема пауерліфтингу.

Таким чином, інтеграція методів контролю створює комплексну систему управління тренувальним процесом, що забезпечує баланс між стимулюючим впливом навантажень і їх відновлювальною функцією, підвищує безпеку занять і сприяє досягненню максимальної спортивної результативності.

Таким чином, фізичні навантаження спортивного характеру формують складні адаптаційні процеси, які зачіпають серцево-судинну, дихальну, м'язову, нервову та ендокринну системи, що забезпечує підвищення функціональних можливостей, витривалості, сили та загальної ефективності спортсменів. Біохімічний та гормональний моніторинг дозволяє об'єктивно оцінювати рівень адаптації організму до тренувальних навантажень, своєчасно виявляти перевантаження, оцінювати короткострокові та відстрочені ефекти тренувань і коригувати програми підготовки для забезпечення оптимального співвідношення між навантаженням і відновленням. Інтеграція педагогічного контролю з біохімічним

моніторингом є ключовою для індивідуалізації підготовки спортсменів, дозволяє оптимізувати обсяг, структуру та інтенсивність тренувальних навантажень, знижує ризик перевантаження та травматизму, а також сприяє підвищенню результативності у змагальному періоді.

### **1.3. Характеристика біохімічних змін в організмі спортсменів під впливом тренувальних навантажень силового характеру**

Фізичні навантаження силового характеру мають потужний стимулюючий ефект на організм спортсмена, оскільки вони активують численні адаптаційні механізми, які зачіпають різні рівні біологічної організації: від молекулярного та клітинного до системного. У порівнянні з аеробними тренуваннями, силові навантаження відзначаються високою інтенсивністю та коротким періодом роботи м'язів на максимальну або субмаксимальну силу. Така специфіка викликає значні зміни в енергетичному обміні, ферментативній активності, гормональному балансі та метаболічних процесах організму [3].

Біохімічна відповідь організму на силові тренування є комплексною та багаторівневою. Вона включає активацію анаеробних шляхів енергетичного забезпечення, збільшення вироблення метаболітів, таких як лактат, зміни концентрації ферментів м'язових тканин (креатинкіназа, лактатдегідрогеназа), а також гормональні коливання, що відображають баланс катаболічних і анаболічних процесів [30].

Особливу увагу слід приділяти анаеробній складовій тренувань, оскільки вона безпосередньо впливає на розвиток м'язової сили, потужності та швидкості відновлення після навантаження. Лактат, що продукується в процесі інтенсивної м'язової роботи, слугує не лише маркером м'язового стресу, але й сигналом для адаптаційних процесів, включаючи стимуляцію ферментативної активності та анаболічних механізмів [21].

Крім того, силові тренування викликають підвищення активності ферментативних систем, зокрема креатинкінази та лактатдегідрогенази, які відображають ступінь м'язових ушкоджень та інтенсивність відновних процесів. Ці ферменти є важливими біохімічними індикаторами для визначення оптимального обсягу навантажень і своєчасної корекції тренувального процесу, що дозволяє запобігти перевантаженню та травматизму [10].

Силові навантаження також стимулюють гормональну відповідь організму. Зокрема, підвищується рівень катаболічного гормону кортизолу, що сигналізує про стрес для організму, та анаболічних гормонів – тестостерону і інсуліноподібного фактору росту-1 (ІФР-1), що стимулюють відновлення та ріст м'язової тканини. Баланс цих гормонів є ключовим для оцінки готовності спортсмена до наступних тренувальних стимулів та для оптимізації періодизації навантажень [22].

Важливо зазначити, що біохімічна відповідь організму на силові тренування не є одноманітною і залежить від ряду факторів: індивідуальної підготовленості спортсмена, віку, статі, функціонального стану, тривалості та інтенсивності тренувальних навантажень [5]. Наприклад, досвідчені спортсмени демонструють більш ефективну ферментативну і гормональну реакцію на навантаження, що забезпечує швидке відновлення і стабільне підвищення фізичних показників. У той же час молоді або менш підготовлені атлети можуть відчувати більш виражені катаболічні зміни та затримку відновлення.

Отже, розуміння загальних закономірностей біохімічної відповіді на силові навантаження дозволяє тренеру не лише оцінити ефективність конкретного тренування, але й прогнозувати адаптаційні зміни, оптимізувати відновлення спортсмена та персоналізувати тренувальні програми. Систематичне використання біохімічних показників у поєднанні з педагогічним контролем забезпечує науково обґрунтовану основу для побудови ефективного тренувального процесу.

Зміни у біохімічному профілі організму спортсменів під впливом силових навантажень включають комплексні метаболічні, ферментативні та гормональні процеси, що відображають адаптаційну реакцію організму на стрес та стимулюють підвищення фізичної працездатності. Однією з ключових змін є підвищення рівня метаболітів енергетичного обміну, зокрема креатинфосфату та аденозинтрифосфату (АТФ), які забезпечують швидке відновлення енергетичних ресурсів м'язових волокон під час інтенсивної роботи [16]. Ці метаболіти відіграють важливу роль у підтримці максимальної потужності і швидкості виконання силових вправ.

Іншою важливою ознакою адаптації є зростання концентрації лактату, що виникає у результаті анаеробного гліколізу під час інтенсивного навантаження. Підвищення лактату в крові та слині сигналізує про м'язовий стрес і одночасно запускає низку метаболічних та гормональних механізмів, спрямованих на відновлення гомеостазу та підвищення анаеробної витривалості [30]. Лактат також виступає сигнальним молекулом для стимуляції кровотоку, доставку кисню до тканин та активації ферментів, що беруть участь у відновленні м'язових структур.

Крім того, спостерігається активація ферментативних систем, серед яких особливу увагу приділяють креатинкіназі та лактатдегідрогеназі. Зростання активності цих ферментів відображає рівень м'язових ушкоджень, які є природним наслідком інтенсивних силових навантажень, а також інтенсивність відновних процесів у тканинах. Це дозволяє тренеру оцінити ступінь адаптації спортсмена, своєчасно вносити корективи до тренувальної програми та запобігати перевантаженню [29].

Таким чином, біохімічний профіль організму спортсмена під час силових тренувань є інтегральним показником адаптації, що відображає одночасно енергетичний стан, м'язову активність та процеси відновлення. Систематичний контроль цих показників дає змогу науково обґрунтовано коригувати інтенсивність, обсяг та структуру тренувального процесу, забезпечуючи ефективність і безпеку спортивної підготовки.

Для оцінки адаптаційних процесів у спортсменів-силовиків широко використовують комплекс біохімічних та гормональних показників, що дозволяє визначити рівень функціональної готовності організму до тренувальних навантажень і ефективність відновлення після них.

1. Лактат – один із ключових маркерів анаеробної активності та інтенсивності м'язового навантаження. Його концентрація в крові та слині безпосередньо корелює з обсягом та інтенсивністю виконаних вправ, а також відображає ступінь метаболічного стресу м'язів. Зростання рівня лактату сигналізує про активацію анаеробного гліколізу та мобілізацію енергетичних резервів м'язових волокон, що є необхідним для досягнення високих показників сили та потужності.

2. Креатинкіназа (КК) і лактатдегідрогеназа (ЛДГ) – ферменти, що відображають ступінь м'язових ушкоджень і ефективність адаптаційних процесів під час інтенсивних силових навантажень. Підвищення активності цих ферментів свідчить про процеси м'язового катаболізму та одночасно запускає механізми відновлення тканин. Контроль за змінами КК і ЛДГ дозволяє визначити межу оптимального навантаження, уникати перевантаження та планувати відновлювальні заходи.

3. Гормони стресу та анаболічні гормони – кортизол, тестостерон, інсуліноподібний фактор росту 1 (ІФР-1), які сигнализують про баланс катаболічних і анаболічних процесів в організмі. Кортизол відображає реакцію організму на стрес і перевантаження, а тестостерон і ІФР-1 – здатність до анаболічної регенерації та формування м'язової маси. Співвідношення цих гормонів є індикатором готовності спортсмена до подальших тренувальних стимулів та допомагає оцінювати адаптаційний потенціал [22].

Регулярне моніторування цих біохімічних і гормональних маркерів дозволяє тренеру отримувати об'єктивну інформацію про реакцію організму на навантаження, своєчасно коригувати обсяг і інтенсивність тренувань,

підтримувати оптимальний баланс між роботою та відновленням, а також запобігати перевтомі, травматизму та стресовим станам [34].

Такий підхід дозволяє не лише оцінювати поточний стан спортсмена, але й прогнозувати ефективність тренувального процесу у короткостроковій та довгостроковій перспективі, створюючи основу для персоналізованого управління навантаженнями і підвищення результативності у змагальному періоді.

Біохімічні показники відображають не лише миттєві, але й відстрочені ефекти силових навантажень, що дозволяє отримати комплексну оцінку адаптаційних процесів організму спортсмена.

Миттєві зміни формуються безпосередньо під час виконання вправ або одразу після тренування. До них відносять підвищення рівня лактату, що сигналізує про активацію анаеробного гліколізу та накопичення проміжних продуктів енергетичного обміну, а також зростання кортизолу, який відображає реакцію організму на стресову дію навантаження та мобілізацію енергетичних ресурсів [32]. Ці показники дозволяють оцінити інтенсивність і тривалість реакції на конкретне силове навантаження, а також рівень фізіологічного стресу, що виникає у спортсмена під час тренування.

Відстрочені зміни проявляються через декілька годин або днів після виконання силових вправ. Вони включають підвищення концентрації анаболічних гормонів (тестостерон, ІФР-1), активацію ферментативних систем, таких як креатинкіназа та лактатдегідрогеназа, а також покращення метаболічних процесів у м'язовій тканині, серці та печінці [15]. Ці зміни свідчать про процеси відновлення та структурної адаптації тканин, підвищення м'язової сили, витривалості та здатності організму ефективно реагувати на подальші тренувальні стимули.

Варто зазначити, що характер і ступінь цих біохімічних змін значною мірою залежить від інтенсивності, обсягу та частоти тренувальних навантажень, а також від індивідуальних особливостей спортсмена: віку, рівня підготовленості, стану серцево-судинної, дихальної та м'язової систем

[4]. Наприклад, більш підготовлені атлети демонструють швидший відновлювальний процес та менші коливання гормонального балансу після навантажень, тоді як початківці або спортсмени з недостатньою тренуваністю можуть відчувати значну гормональну та ферментативну реакцію навіть на помірні тренування.

Таким чином, моніторинг миттєвих і відстрочених біохімічних змін є важливим інструментом для оцінки адаптаційних можливостей організму, планування оптимального режиму силових навантажень і своєчасного коригування тренувальних програм для підвищення ефективності та безпеки спортивної підготовки.

Для комплексної оцінки біохімічних змін у спортсменів під впливом силових навантажень використовують різні біологічні матеріали, кожен із яких має свої переваги та специфіку застосування.

Кров є класичним субстратом для біохімічного та гормонального аналізу, оскільки вона відображає загальний стан організму і дозволяє визначати рівень ферментів (креатинкіназа, лактатдегідрогеназа), метаболітів (лактат, креатинфосфат) та гормонів (тестостерон, кортизол, ІФР-1) [63]. Хоча забір крові є інвазивним і вимагає дотримання санітарно-гігієнічних норм, цей метод забезпечує найбільш точну та повну інформацію про фізіологічний стан спортсмена.

Слина як біологічний матеріал стає все більш популярною завдяки неінвазивності та зручності регулярного контролю. Вона дозволяє оперативно оцінювати рівні лактату, кортизолу та інших метаболітів, що відображають миттєві реакції організму на силові навантаження. Такий підхід зменшує стрес для спортсмена, не порушує тренувальний процес і дозволяє отримувати дані безпосередньо під час тренування [56].

Сеча використовується для оцінки накопичувальних ефектів навантажень, особливо у аспектах азотистого обміну, який відображає інтенсивність катаболічних процесів і ступінь м'язової деградації та відновлення. Аналіз сечі особливо важливий для силових спортсменів,

оскільки він дозволяє відстежувати зміни, що формуються протягом декількох днів після тренування, і тим самим оцінювати довгострокову адаптацію [10].

Для отримання комплексної оцінки адаптації організму застосовують сучасні методи математичного моделювання та статистичної інтеграції показників із різних біологічних субстратів. Це дозволяє не лише визначати рівень фізіологічної та біохімічної адаптації, а й створювати персоналізовані тренувальні програми, які враховують індивідуальні особливості спортсмена, оптимізують баланс навантаження та відновлення і підвищують ефективність тренувального процесу [11].

Отже, комбіноване використання крові, слини та сечі разом із математичною обробкою даних дозволяє отримати повну картину адаптаційних процесів, що є критично важливим для високої результативності спортсменів силового профілю.

Дослідження свідчать, що надмірно інтенсивні силові тренування без належного відновлення значно підвищують рівень лактату, креатинкінази та лактатдегідрогенази, що відображає підвищене навантаження на м'язові тканини та метаболічний стрес організму [43]. Така перевантаженість може призводити до перевтоми, зниження працездатності та підвищення ризику травматизму, оскільки організм не встигає відновлювати запаси енергії, регулювати гормональний баланс та усувати мікроушкодження в м'язах.

У той же час низька інтенсивність навантажень не забезпечує достатньої стимуляції анаболічних та ферментативних процесів, необхідних для адаптації, що може призводити до плато у розвитку сили, витривалості та координації рухів [66].

Оптимальна середня інтенсивність навантажень дозволяє досягти збалансованого впливу на організм, одночасно активуючи анаеробні та аеробні шляхи енергетичного забезпечення, сприяє розвитку м'язової сили та витривалості, а також покращує нервово-м'язову координацію. Такий режим тренувань підвищує загальну спортивну працездатність, дозволяє більш

ефективно управляти процесом відновлення та зменшує ймовірність травм і перетренованості.

Інтегрований підхід, який поєднує педагогічний контроль та біохімічний моніторинг, дозволяє отримати комплексну оцінку впливу силових тренувальних навантажень на організм спортсмена [86]. Поєднання цих методів дає змогу виявляти як миттєві, так і відстрочені ефекти навантажень, що включають зміни у гормональному, ферментативному та метаболічному статусі спортсмена, а також адаптаційні процеси у м'язовій, серцево-судинній та нервовій системах [35].

Такий підхід надає тренеру можливість:

- оцінювати вплив силових навантажень на організм на різних рівнях, враховуючи інтенсивність, тривалість та обсяг вправ;
- прогнозувати короткострокові та відстрочені адаптаційні ефекти, що дозволяє планувати відновлення та оптимізувати наступні тренувальні сесії;
- коригувати обсяг, структуру та інтенсивність тренувань, забезпечуючи максимальну ефективність підготовки спортсменів та уникнення перевантаження [70].

Впровадження інтегрованого контролю сприяє підвищенню ефективності силової підготовки, зменшенню ризику травм та перевтоми, а також покращенню процесів відновлення і загальної працездатності спортсменів у змагальний період. Це особливо важливо для спортсменів високого рівня, де навіть незначні коливання навантажень можуть впливати на результати та стан здоров'я [62, 73].

Отже, поєднання педагогічного контролю та біохімічного моніторингу створює науково обґрунтовану основу для індивідуалізації тренувального процесу, підвищення продуктивності спортсмена та безпеки його фізичної діяльності.

Таким чином, силові тренування викликають складні біохімічні зміни в організмі спортсмена, які охоплюють енергетичний, ферментативний та

гормональний обмін, забезпечуючи адаптацію до високих фізичних навантажень. Ці процеси визначають ефективність тренувального процесу та сприяють підвищенню м'язової сили, витривалості та швидкості відновлення після тренувань. Біохімічний моніторинг дозволяє тренеру своєчасно виявляти ознаки перевантаження, оцінювати короткострокові (миттєві) та довгострокові (відстрочені) ефекти навантажень, а також коригувати програми тренувань з урахуванням індивідуальних особливостей спортсмена. Регулярний контроль біохімічних маркерів, таких як лактат, креатинкіназа, лактатдегідрогеназа, кортизол та тестостерон, забезпечує об'єктивну оцінку адаптацій та стану відновлення. Інтеграція біохімічного контролю з педагогічним моніторингом є критично важливою для персоналізації силової підготовки. Такий підхід дозволяє оптимізувати обсяг, інтенсивність і структуру тренувальних навантажень, підвищувати ефективність спортивної підготовки, мінімізувати ризик травм та перевтоми і формувати максимально продуктивну працездатність спортсмена у змагальний період.

### **Висновки до першого розділу**

Отже, розділ 1 присвячений аналізу особливостей організації спортивної підготовки, механізмів адаптації організму до фізичних навантажень та характеру біохімічних змін під впливом силових тренувань. Розглянуто фундаментальні засади побудови системи тренувального процесу, підкреслено значення контролю та персоналізації навантажень для підвищення ефективності підготовки спортсменів. Системний підхід у спортивній підготовці передбачає поетапне нарощування тренувальних навантажень, чітке планування циклів та врахування індивідуальних фізіологічних особливостей кожного спортсмена. Ефективне поєднання педагогічного контролю та біохімічного моніторингу дозволяє не лише оцінювати технічні та функціональні показники, але й своєчасно виявляти

ознаки перевантаження, коригувати програми тренувань і забезпечувати оптимальні умови для прогресу.

Фізичні навантаження спортивного характеру формують складні адаптаційні процеси в організмі, які охоплюють серцево-судинну, дихальну, м'язову, нервову та ендокринну системи. Під впливом тренувальних навантажень підвищується ефективність кровообігу та транспорту кисню, оптимізується робота дихальної системи, збільшується сила та витривалість м'язів, а нервова і ендокринна системи забезпечують координацію рухів і гормональний баланс. Адаптаційні процеси залежать від інтенсивності, тривалості та частоти навантажень, а також від віку, рівня підготовленості та індивідуального функціонального стану спортсмена. Застосування різних типів навантажень стимулює різні адаптаційні механізми: силові вправи сприяють анаболічним процесам, росту м'язової маси та зміцненню кістково-суглобового апарату, а аеробні навантаження підвищують витривалість та покращують кисневий транспорт крові. Комбіновані тренування дозволяють одночасно активувати декілька адаптаційних механізмів, що важливо для комплексної підготовки спортсменів у багатьох видах спорту.

Для оцінки ефективності тренувального процесу використовуються різноманітні біохімічні та гормональні маркери. До них належать лактат, креатинкіназа, лактатдегідрогеназа, кортизол, тестостерон та інсуліноподібний фактор росту. Відстеження цих показників дозволяє оцінювати миттєві та відстрочені ефекти тренувальних навантажень, визначати рівень адаптації організму, своєчасно коригувати обсяг та інтенсивність навантажень, запобігати перевтомі та травматизму, а також оптимізувати відновлення спортсменів. Використання різних біологічних матеріалів, таких як кров, слина та сеча, у поєднанні з сучасними методами обробки та аналізу даних дозволяє інтегрувати різні показники та формувати комплексну оцінку адаптаційного потенціалу, що стає основою для персоналізації тренувального процесу.

Силові навантаження є одними з найінтенсивніших факторів впливу на організм спортсмена, вони формують специфічну біохімічну відповідь. Під час силових тренувань спостерігається підвищення рівня креатинфосфату, АТФ, лактату, а також активація ферментативних систем, таких як креатинкіназа та лактатдегідрогеназа, що відображає м'язові ушкодження та процеси відновлення. Миттєві зміни проявляються у підвищенні рівня лактату та гормонів стресу під час тренування, тоді як відстрочені зміни спостерігаються протягом наступних днів і включають підвищення концентрації анаболічних гормонів та поліпшення метаболічних процесів у м'язах, серці та печінці. Ефективність силових тренувань визначається оптимальним поєднанням інтенсивності, тривалості та частоти навантажень. Надмірна інтенсивність без достатнього відновлення може призводити до перевтоми та підвищеного ризику травм, тоді як низька інтенсивність не стимулює адаптаційні механізми. Оптимальна середня інтенсивність дозволяє одночасно розвивати силу, витривалість та координацію, забезпечуючи підвищення спортивної працездатності.

Інтеграція педагогічного контролю з біохімічним моніторингом є ключовим елементом сучасного підходу до організації тренувального процесу. Такий комплексний підхід дозволяє оцінювати вплив навантажень на організм, прогнозувати короткострокові та відстрочені ефекти, коригувати обсяг і структуру тренувань та формувати персоналізовані програми підготовки спортсменів. Це сприяє підвищенню ефективності силової та загальної спортивної підготовки, зменшенню ризику травматизму, оптимізації відновлення та формуванню максимальної працездатності в змагальний період.

Отже, аналіз наукових даних свідчить, що фізичні навантаження спортивного та силового характеру формують складні адаптаційні процеси, які забезпечують підвищення функціональних можливостей організму та результативності спортсменів. Своєчасний біохімічний та гормональний моніторинг дозволяє коригувати тренувальні програми, запобігати

перевантаженню та травматизму. Інтеграція педагогічного контролю та біохімічного моніторингу є ключовою для індивідуалізації підготовки, оптимізації навантажень та підвищення результативності спортсменів, створюючи умови для стабільного прогресу та досягнення високих спортивних результатів.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Методи дослідження

Для виконання мети та задач дослідження нами були використані відповідні методи: теоретичні методи; методи опитування; педагогічне спостереження; методи педагогічного тестування спортсменів; методи біохімічного дослідження; методи першого констатувального експерименту; педагогічний експеримент; методи математичної статистики.

**2.1.1. Теоретичні методи.** Вивчення спеціальної наукової літератури та методичних матеріалів, що стосуються теми дослідження, дозволило сформулювати стан досліджуваної проблеми, окреслити наукову гіпотезу, визначити мету та завдання роботи, а також обрати найбільш адекватні методи дослідження. Аналіз наявних джерел дав змогу оцінити як теоретичні, так і практичні аспекти проблеми, що вивчається, сформулювати уявлення про сучасний стан питань корекції тренувального навантаження у пауерліфтингу та окреслити потенційні шляхи їх вирішення. Особливу увагу було приділено сучасним концепціям щодо біохімічних характеристик організму спортсменів під впливом силових фізичних навантажень, що дозволяє глибше розуміти механізми адаптацій та процесів відновлення.

Огляд літератури продемонстрував, що, незважаючи на значні досягнення у вирішенні певних наукових завдань, у багатьох напрямках досліджень спостерігаються суперечливі дані та різноманітність підходів. Це стосується, зокрема, оцінки ефективності різних видів тренувальних навантажень, індивідуальної чутливості організму до стресу та адаптаційних механізмів у спортсменів силових видів спорту. Така неоднозначність підкреслює актуальність подальшого вивчення питання та необхідність комплексного підходу до його дослідження, що враховує індивідуальні

особливості спортсменів і сучасні наукові методики контролю тренувального процесу.

Крім того, для педагогічної інтерпретації отриманих даних та наукового обґрунтування результатів дослідження було використано матеріали з фізіології та біохімії. Вони дозволили описати адаптаційні процеси організму, визначити показники тренуваності та фізіологічної готовності спортсменів, а також окреслити роль біохімічного контролю у корекції тренувальних навантажень. Застосування цих даних у поєднанні з аналізом методичних рекомендацій і практичних напрацювань дозволило створити цілісне уявлення про сучасний стан проблеми, окреслити шляхи її вирішення та обґрунтувати вибір методів, які забезпечують максимальну ефективність тренувального процесу.

Систематичне вивчення наукових джерел дозволило не лише узагальнити існуючі підходи до організації та контролю тренувального процесу, але й визначити ключові проблемні аспекти, які потребують подальшого дослідження, зокрема щодо оптимізації навантажень, оцінки адаптацій та використання біохімічних маркерів для персоналізації підготовки спортсменів. Отримані знання стали фундаментом для формування науково обґрунтованої гіпотези, визначення завдань дослідження та вибору адекватних методів, що дозволяють отримати достовірні результати та практичні рекомендації для підвищення ефективності спортивної підготовки.

За темою роботи було вивчено 86 літературних джерел (з них 17 іноземною мовою).

**2.1.2. Методи опитування.** Для дослідження сучасного стану проблеми та виявлення ключових аспектів організації тренувального процесу у пауерліфтерів було проведено опитування та бесіди з тренерами та фахівцями у цій галузі. Основними завданнями опитування були: визначення змісту підготовки в практиці тренувань пауерліфтерів, аналіз причин, що

ускладнюють оперативну корекцію тренувального процесу, виявлення потреби у впровадженні оперативного контролю під час підготовки спортсменів, а також визначення видів контролю та тестів, які застосовуються для оцінки рівня підготовленості та стану здоров'я спортсменів. Крім того, опитування було спрямоване на з'ясування того, які види підготовки контролюються найбільш систематично на різних етапах навчально-тренувального процесу.

Для отримання необхідної інформації тренерам і фахівцям було роздано спеціально розроблену анкету, що включала детальні запитання щодо організації тренувального процесу, методів контролю та оцінки фізичної готовності спортсменів. Застосування цього методу дозволило отримати структуровані дані, які відображають реальний стан використання різних форм контролю, а також проблеми та обмеження, з якими стикаються тренери під час корекції тренувальних навантажень.

Аналіз анкетних даних дозволив виділити основні форми корекції тренувальних навантажень у пауерліфтингу, що застосовуються на практиці. До них належать корекція обсягу та інтенсивності тренувань, адаптація комплексів вправ до індивідуальних можливостей спортсменів, а також використання різних видів тестування для оцінки фізичної підготовленості та стану здоров'я. При цьому відзначалось, що найбільш контрольованими є силові та спеціальні вправи на основних етапах підготовки, тоді як загальна фізична підготовка та відновлювальні компоненти контролюються менш систематично.

Таким чином, проведене опитування та бесіди з фахівцями дозволили комплексно оцінити актуальний стан проблеми корекції тренувальних навантажень у пауерліфтингу, визначити основні перешкоди для впровадження сучасних методів контролю, а також окреслити напрями подальшого вдосконалення організації тренувального процесу та впровадження біохімічного моніторингу для підвищення ефективності підготовки спортсменів.

**2.1.3. Методи педагогічних спостережень.** Педагогічні спостереження були проведені на початковому етапі дослідження та охоплювали різні етапи підготовки пауерліфтерів. Основною метою цих спостережень було виявлення особливостей організації тренувального процесу та оцінка ефективності застосовуваних засобів контролю. У ході спостережень аналізувалися такі показники, як види та засоби контролю, які використовуються під час тренувань, обсяг і інтенсивність навантажень, а також методи корекції тренувального процесу на різних етапах підготовки спортсменів.

Особлива увага приділялася вивченню того, як тренери регулюють навантаження відповідно до рівня підготовленості спортсменів та їхнього функціонального стану. Це включало оцінку зміни обсягу та інтенсивності тренувальних вправ залежно від етапу підготовки, а також застосування різних методів корекції для підтримання оптимального рівня працездатності та запобігання перевантаженню.

Всі результати педагогічних спостережень систематично заносилися у спеціально розроблені протоколи, що дозволяло зберігати структуровану інформацію для подальшого аналізу. Такий підхід забезпечував можливість комплексної оцінки тренувального процесу, визначення ефективності застосовуваних методів контролю та корекції, а також виявлення потенційних недоліків у організації підготовки спортсменів.

Отримані дані стали основою для подальшого порівняльного аналізу з результатами анкетування тренерів і фахівців, що дозволило комплексно оцінити сучасний стан тренувального процесу у пауерліфтингу та визначити напрями його оптимізації. Зокрема, аналіз показав, що педагогічний контроль є важливим інструментом для оцінки рівня адаптації спортсменів до навантажень, своєчасного виявлення ознак втоми та перевантаження, а також для корекції обсягу та інтенсивності тренувальних програм на різних етапах підготовки.

**2.1.4. Методи педагогічного тестування спортсменів.** Для оцінки рівня фізичної підготовленості спортсменів, зокрема їхньої швидкісно-силової готовності, застосовувалися спеціальні тестові вправи. До них відносилися: біг на 30 м, стрибок з місця в довжину, стрибок з місця у висоту та потрійний стрибок з місця. Проведення цих тестів дозволяло визначити базовий рівень швидкісно-силових якостей спортсменів та оцінити вплив попереднього тренувального мікроциклу на їхні фізичні можливості.

Тестування виконувалося на початку кожного мікроциклу з метою відстеження динаміки підготовленості спортсменів та своєчасного виявлення позитивних або негативних змін у їхньому функціональному стані. Вправи виконувалися послідовно у зазначеному порядку, а для кожного спортсмена фіксувався кращий результат із двох спроб, які відбувалися з інтервалом 1–2 хв.

Усі контрольні тестування проводилися в однакових умовах, після стандартної розминки, що включала загальнорозвивальні вправи. Такий підхід забезпечував високий рівень об'єктивності та порівнянності результатів, мінімізував вплив зовнішніх факторів та підвищував достовірність оцінки фізичних якостей спортсменів.

Регулярне проведення тестувань дозволяло тренерам коригувати обсяг і інтенсивність тренувальних навантажень, своєчасно вносити зміни у програму підготовки, а також оцінювати ефективність застосованих методик розвитку швидкісно-силових якостей у пауерліфтерів.

**2.1.5. Методи біохімічного дослідження.** Для проведення біохімічних вимірювань у всіх дослідженнях використовувався автоматизований аналізатор SYNCHRON CX 3 на базі Полтавського обласного лікарсько-фізкультурного диспансеру, який дозволяє оперативно та точно визначати концентрації різноманітних метаболітів у біологічних рідинах. Використання цього приладу забезпечує стандартизовані умови аналізу, високу точність

результатів та можливість систематичного моніторингу адаптаційних процесів у спортсменів.

Контроль адаптації спортсменів до тренувальних і змагальних навантажень здійснювався за допомогою аналізів крові, сечі та слини. Вибір цих біологічних рідин обумовлений поєднанням простоти виконання, відносної швидкості отримання результатів та невисокої трудомісткості процедур. У всіх зразках визначали концентрації семи ключових метаболітів, що дозволяють оцінити рівень метаболічної активності, ступінь м'язового стресу та ефективність адаптаційних процесів.

Збір слини здійснювався в спеціальні стерильні контейнери-бак печатки. Враховуючи загальні рекомендації та власний досвід, була розроблена стандартизована схема відбору проб. Після попереднього промивання порожнини рота дистильованою водою випробуваний ополіскував рот приблизно 5 мл води, після чого збирали слину до загального обсягу 10–15 мл. На виконання цієї процедури відводилося приблизно 3 хв. Для видалення компонентів, що можуть перешкоджати аналізу, проби центрифугували при 3000 об/хв протягом 5 хв. Збір слини здійснювався на трьох етапах: до тренування, під час тренування та після його завершення, що дозволяло оцінити як миттєві, так і відстрочені зміни у біохімічному профілі спортсмена.

Забір сечі проводили також у контейнери-бак печатки, з урахуванням деякої інертності її змін у відповідь на фізичне навантаження. Проби збирали до початку тренування та через 15 хв після його завершення. Після збору сечу розбавляли у співвідношенні 1:100 та центрифугували при 3000 об/хв протягом 5 хв для подальшого аналізу метаболітів. Така методика забезпечувала точність вимірювань та надійність отриманих даних щодо адаптаційних процесів під час силових тренувань.

**2.1.6. Методи першого констатувального експерименту.** Перший констатувальний експеримент проводився з метою визначення ефективності

використання слини та сечі як тестових об'єктів для оцінки біохімічних змін в організмі спортсменів під впливом фізичних навантажень силового характеру. Основним завданням дослідження було встановлення можливості застосування цих біологічних рідин для оперативної корекції тренувальних навантажень на різних етапах підготовки пауерліфтерів.

Для оцінки впливу високої інтенсивності силових тренувань на організм спортсменів проводилось визначення концентрацій метаболітів у трьох біологічних субстратах: плазмі крові, сечі та слині. Проби крові та сечі збирали в одноразові стерильні контейнери до початку тренування та після його завершення, що дозволяло зафіксувати зміни метаболітів, пов'язані з фізичним навантаженням. Слину збирали на трьох етапах: до тренування, під час виконання вправ та після завершення тренувального блоку. Такий підхід давав змогу оцінити як миттєві, так і відстрочені біохімічні реакції організму.

Дослідження проводилося на базі Компанії «Терешки, клуб боксу та кікбоксингу», ГО та Полтавського обласного лікарсько-фізкультурного диспансеру, що забезпечувало доступ до сучасного обладнання та можливість комплексного контролю за біохімічними показниками.

Спортсменам пропонувалася наступна схема силового тренування, яка включала базові вправи з поступовим збільшенням робочих ваг і обсягів навантажень:

- жим лежачи: 50 % від максимального навантаження – 1 підхід × 5 повторень, 60 % – 2×4, 70 % – 2×3, 80 % – 2×3, 85% – 3×2, 80 % – 2×3;
- присідання: 50 % – 1×5, 60 % – 1×4, 70 % – 2×3, 80 % – 5×3;
- станова тяга: 50 % – 1×4, 60 % – 2×4, 55 % – 1×7, 60 % – 1×6, 65 % – 1×5, 70 % – 1×4, 75 % – 2×3, 80 % – 2×2, 85 % – 3×1, 80 % – 2×2, 75 % – 1×3, 70 % – 1×4, 65 % – 1×6, 60 % – 1×8, 55 % – 1×10, 50 % – 1×12;
- тяга зі сплінтів: 60 % – 1×5, 70 % – 1×4, 80 % – 2×3, 90 % – 2×3, 100 % – 3×2;
- віджимання на брусах: 5×6;
- підйом штанги на тріцепс: 5×10;

- нахили зі штангою: 5×5.

Така структурована схема навантажень дозволяла оцінити адаптаційні зміни у спортсменів у рамках типових тренувальних блоків пауерліфтингу, забезпечувала поступове наростання інтенсивності та обсягу роботи, а також дозволяла відстежувати індивідуальні реакції організму на конкретні вправи. Усі дані збиралися систематично і заносилися в протоколи для подальшого аналізу біохімічних і фізіологічних показників.

*Таблиця 2.1*

### **Об'єм навантаження та середня вага штанги**

Загальний обсяг навантаження, КПШ	Інтенсивність загального навантаження	Групи вправ	Об'єм	Середня вага
800±56,2	74,8±6,6	Присідання, силові вправи, нахили, тяга станова	15,5*	90,5*

Примітка: \* Об'єм даний у % від загальної величини навантаження протягом тижня, середня вага штанги – у % від її середньотижневої ваги.

**2.1.7. Педагогічний експеримент.** Метою педагогічного експерименту було обґрунтування оптимальних тренувальних навантажень для спортсменів, які спеціалізуються на пауерліфтингу, із застосуванням даних біохімічного контролю. Основне завдання полягало у визначенні ефективних обсягів і інтенсивності навантажень, що забезпечують максимальну адаптацію організму спортсменів без ризику перевтоми або травматизму, а також у перевірці можливості оперативного коригування тренувального процесу на основі біохімічних показників.

Для реалізації поставленої задачі було проведено педагогічний експеримент у поєднанні з комплексом біохімічних досліджень.

У експерименті брали участь 19 спортсменів-пауерліфтерів віком від 18 до 23 років, які були розподілені на дві групи: експериментальну (n=10) та

контрольну (n=9). Для визначення однорідності груп на початковому етапі було проведено педагогічне тестування фізичної підготовленості спортсменів та первинні біохімічні дослідження. Результати цих обстежень показали відсутність достовірних відмінностей у рівні фізичної підготовки та біохімічних показниках між групами, що підтвердило їх подібність для подальшого експериментального дослідження.

Педагогічний експеримент тривав 6 місяців і був розділений на два основні етапи тривалістю по 3 місяці кожен. Кожен етап включав два цикли тренувань: підготовчий цикл тривалістю 2 місяці та змагальний цикл тривалістю 1 місяць. Після завершення кожного етапу проводилися контрольні біохімічні дослідження, що дозволяло оцінити вплив тренувальних навантажень на адаптаційні процеси організму та своєчасно коригувати обсяг і інтенсивність роботи.

При плануванні навантажень на весь період експерименту враховувалися сумарні тренувальні параметри, а також індивідуальні особливості спортсменів. Було передбачено, що більш кваліфіковані спортсмени здатні витримувати вищу інтенсивність тренувальних навантажень без негативних наслідків для здоров'я та продуктивності.

На рівні місячного (чотиритижневого) циклу тренувальне навантаження визначалось за допомогою розрахункової методики, яка враховувала обсяг і інтенсивність кожного тренувального заняття, кількість повторень і підходів, а також співвідношення силових і допоміжних вправ. Такий підхід дозволяв систематично регулювати тренувальний процес залежно від оперативних даних біохімічного контролю та досягнути оптимальної адаптації організму спортсменів.

Таким чином, поєднання педагогічного експерименту та біохімічного моніторингу забезпечувало комплексну оцінку ефективності тренувального процесу, дозволяло оперативно виявляти ознаки перевантаження та підвищувало точність планування індивідуальних і групових тренувальних програм у пауерліфтингу.

**2.1.8. Методи математичної статистики.** Отримані експериментальні дані піддавалися математичній обробці з використанням сучасних статистичних методів. Це дозволяло не лише оцінити рівень фізичної підготовленості та адаптаційні зміни у спортсменів, але й визначити достовірність впливу тренувальних навантажень на біохімічні показники та результати педагогічного тестування.

Для статистичного аналізу використовували такі параметри, як обсяг і інтенсивність тренувальної роботи, виражені у відсотках (%), середнє арифметичне значення, стандартне відхилення, а також помилку середнього арифметичного. Достовірність різниць між показниками оцінювали за допомогою t-критерію Стюдента у випадках, коли розподіл експериментальних даних відповідав нормальному закону. У випадках, коли розподіл даних не відповідав нормальному, застосовували непараметричний критерій знаків.

Всі розрахунки виконували із використанням професійного програмного забезпечення «Statistica 6» та функцій математичної статистики у програмі «Microsoft Office Excel 2007». Такий підхід забезпечував високу точність обробки даних, дозволяв оцінювати значущість спостережуваних змін та порівнювати результати між контрольною і експериментальною групами.

Застосування статистичних методів дозволяло також визначити динаміку адаптаційних процесів протягом різних етапів підготовки спортсменів, оцінити ефективність окремих видів тренувальних навантажень, а також зробити обґрунтовані висновки щодо оптимізації тренувального процесу на основі кількісних показників. Такий підхід дозволяв науково обґрунтовано коригувати тренувальні програми, підвищувати ефективність силової підготовки та знижувати ризик перевантаження або травматизму.

Математична обробка експериментальних даних у поєднанні з педагогічними і біохімічними методами контролю створювала комплексну систему аналізу тренувального процесу, що дозволяло інтегрувати

інформацію про фізичну підготовку, біохімічні зміни та адаптаційні реакції спортсменів у єдину науково обґрунтовану модель планування і корекції навантажень.

## 2.2. Організація дослідження

Дослідження проводилося у три основні етапи, кожен з яких мав чітко визначені завдання, методи та очікувані результати.

*Перший етап – аналітичний.* На цьому етапі здійснювався глибокий аналіз стану проблеми у вітчизняних і зарубіжних джерелах, що дозволяло оцінити як теоретичні, так і практичні аспекти підготовки спортсменів. Проводився відбір методів дослідження відповідно до сформульованої гіпотези та завдань роботи. Особлива увага приділялася вивченню досвіду підготовки спортсменів різного рівня кваліфікації та стажу занять спортом. На основі аналізу літератури та практики були окреслені теоретичні передумови дослідження, визначені основні підходи до оцінки впливу тренувальних навантажень на функціональний стан спортсменів.

*Другий етап – пошуковий.* Цей етап був спрямований на розробку методики, яка дозволить оцінювати тренувальні навантаження спортсменів у пауерліфтингу на різних етапах підготовки. Проводився аналіз змагальної діяльності спортсменів для визначення закономірностей впливу тренувальних навантажень на спортивні результати. На основі отриманих даних визначалися методологія та теоретичні основи дослідження. У другій частині етапу проводилися практичні дослідження, спрямовані на встановлення залежності функціонального стану спортсменів від характеру та обсягу тренувальних навантажень на різних етапах підготовки. Це дозволило оцінити адаптаційні реакції організму та визначити критичні параметри, які впливають на ефективність і безпеку тренувального процесу.

*Третій етап – експериментальне обґрунтування оптимальних тренувальних навантажень.* На цьому етапі проводився педагогічний

експеримент із залученням спортсменів-пауерліфтерів, який передбачав використання даних біохімічного контролю для оцінки оперативного ефекту тренувальних навантажень. Було розроблено систему контролю стану організму спортсменів на основі отриманої інформації про функціональний стан під час та після тренувань. Проведений експеримент дозволив визначити ефективність застосованих методів контролю та скоригувати тренувальні методики відповідно до індивідуальних особливостей спортсменів. На основі результатів були сформульовані основні висновки та практичні рекомендації щодо оптимізації тренувального процесу, які обговорювалися серед науковців та тренерів. Робота завершилася оформленням результатів дослідження та узагальненням отриманих даних у вигляді системних рекомендацій для практичного застосування у спортивній підготовці пауерліфтерів.

Послідовне проходження всіх трьох етапів дослідження забезпечило комплексний підхід до вивчення впливу тренувальних навантажень на організм спортсменів, інтеграцію педагогічного та біохімічного контролю, а також обґрунтоване формування системи персоналізованої підготовки. Кожен етап забезпечував наукову основу для наступного, що дозволило досягти високої достовірності результатів та практичної цінності отриманих рекомендацій.

## РОЗДІЛ 3

### ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ РЕГУЛЮВАННЯ СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ У ПАУЕРЛІФТИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

#### 3.1. Обґрунтування методики регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу

Сучасний етап розвитку силових видів спорту, зокрема пауерліфтингу, характеризується зростанням обсягів та інтенсивності тренувальних навантажень, що суттєво підвищує вимоги до науково обґрунтованого управління підготовкою спортсменів. За таких умов особливої актуальності набуває проблема своєчасної оцінки функціонального стану організму та індивідуалізації тренувальних впливів з метою підвищення ефективності підготовки і запобігання розвитку перевтоми та перенапруження.

У зв'язку з цим доцільним є впровадження методики регулювання силових навантажень, заснованої на використанні біохімічного моніторингу, яка дозволяє отримувати об'єктивну інформацію про реакцію організму спортсменів на тренувальні стимули та здійснювати оперативну і етапну корекцію тренувального процесу. Подальший виклад присвячений обґрунтуванню структури, змісту та основних компонентів запропонованої методики регулювання силових навантажень у пауерліфтингу.

Методика регулювання силових навантажень у пауерліфтингу ґрунтується на поєднанні педагогічного контролю з даними біохімічного моніторингу, що дозволяє об'єктивно оцінювати функціональний стан спортсменів, своєчасно виявляти ознаки перевантаження та індивідуалізувати тренувальний процес. Основною ідеєю методики є використання показників термінової та відстроченої біохімічної реакції організму на силові навантаження як інструменту оперативної та стратегічної

корекції тренувальної програми. Основним положенням методики є використання об'єктивних біохімічних показників як індикаторів адекватності силових навантажень та ефективності відновлювальних процесів.

У процесі реалізації методики здійснюється плановий і оперативний біохімічний контроль, який включає аналіз показників енергетичного, білкового та гормонального обміну. Для цього використовуються зразки крові, слини та сечі, що дає змогу комплексно оцінювати реакцію організму на тренувальні навантаження різної спрямованості та інтенсивності. Неінвазивні методи контролю (аналіз слини та сечі) застосовуються для регулярного оперативного моніторингу без порушення структури тренувального процесу.

Зміст тренувальних навантажень у межах запропонованої методики формується з урахуванням етапної структури річної підготовки та індивідуальних функціональних можливостей спортсменів. Планування навантажень ґрунтується на поєднанні загальноприйнятих принципів силової підготовки з результатами біохімічного моніторингу, що дозволяє забезпечити поступальність тренувального впливу та оптимальну адаптацію організму до фізичних навантажень.

У підготовчому періоді основна увага приділяється формуванню базових силових і функціональних передумов для подальшого зростання спортивної результативності. Тренувальні навантаження характеризуються поступовим збільшенням загального обсягу роботи за відносно помірної та середньої інтенсивності. У структурі занять переважають багатоповторні та середньоінтенсивні вправи силового характеру, спрямовані на розвиток м'язової маси, зміцнення зв'язково-суглобового апарату, удосконалення техніки виконання змагальних вправ і підвищення загальної працездатності.

Біохімічний контроль у підготовчому періоді використовується як засіб оцінки ступеня адаптації організму спортсменів до наростаючих навантажень. Аналіз динаміки біохімічних показників дозволяє своєчасно

виявляти ознаки надмірного напруження метаболічних процесів, накопичення продуктів обміну та уповільнення відновлення. Отримані дані слугують підґрунтям для корекції обсягу, інтенсивності та частоти тренувальних впливів, а також для оптимізації співвідношення навантаження і відновлення, що є необхідною умовою ефективного та безпечного розвитку силових можливостей спортсменів.

У змагальному періоді запропонована методика передбачає цілеспрямоване зменшення загального обсягу силової роботи за одночасного підвищення інтенсивності тренувальних навантажень, що відповідає завданням досягнення пікової спортивної форми. Тренувальний процес у цей період орієнтований на реалізацію набутих силових можливостей, удосконалення техніки виконання змагальних вправ та забезпечення максимальної мобілізації функціональних резервів організму.

Біохімічні показники у змагальному періоді відіграють ключову роль у контролі готовності спортсмена до виконання навантажень граничної інтенсивності. Аналіз динаміки метаболітів та гормональних маркерів дозволяє оцінювати рівень функціонального напруження, баланс анаболічних і катаболічних процесів, а також своєчасно виявляти ознаки перевтоми або недостатнього відновлення.

Отримана біохімічна інформація використовується для оперативної оптимізації інтервалів відпочинку між тренувальними заняттями та змагальними спробами, корекції кількості підходів і повторень, а також для регулювання частоти тренувань у межах мікроциклів. Такий підхід дозволяє підтримувати стабільний гормональний баланс, мінімізувати ризик перенапруження та забезпечувати високий рівень працездатності спортсменів у відповідальні змагальні періоди.

Корекція тренувальних навантажень здійснюється на основі аналізу змін концентрацій метаболітів та гормонів. Підвищення рівня лактату, креатинкінази та кортизолу розглядається як ознака високого функціонального напруження, що вимагає корекції тренувального впливу. У

таких випадках зменшується інтенсивність або обсяг навантаження, змінюється співвідношення основних та допоміжних вправ, збільшується тривалість інтервалів відпочинку або вводяться відновлювальні мікроцикли.

За умови стабільних або позитивних змін біохімічних показників, що свідчать про ефективну адаптацію, методика допускає поступове підвищення тренувального навантаження. Це реалізується через збільшення робочих ваг, кількості підходів або щільності тренування з урахуванням індивідуальних реакцій спортсмена.

Важливою складовою запропонованої методики є тісна інтеграція біохімічного контролю з педагогічним спостереженням за перебігом тренувального процесу. Результати біохімічних досліджень систематично співставляються з показниками техніко-тактичної підготовленості, даними контрольних і модельних вправ, динамікою силових і швидко-силових показників, а також із суб'єктивною оцінкою самопочуття, рівня втоми та відновлення спортсменів.

Комплексне використання об'єктивних біохімічних параметрів і педагогічних критеріїв дозволяє отримати цілісну картину функціонального стану організму спортсмена, виявляти приховані ознаки перевантаження або недостатньої адаптації ще до появи зниження спортивних результатів. На основі такого аналізу тренер має можливість своєчасно коригувати обсяг, інтенсивність і структуру силових навантажень, змінювати спрямованість тренувальних засобів та оптимізувати відновлювальні заходи.

Застосування інтегрованого підходу підвищує об'єктивність і обґрунтованість управлінських рішень у тренувальному процесі, сприяє індивідуалізації підготовки та забезпечує більш ефективну реалізацію тренувального потенціалу спортсменів у пауерліфтингу.

Реалізація методики передбачає систематичне накопичення та аналіз індивідуальних даних кожного спортсмена, що дозволяє формувати персоналізовані тренувальні моделі. Це створює умови для оптимізації адаптаційних процесів, підвищення стабільності спортивних результатів та

зниження ризику розвитку перетомі, перетренованості і травматизму у пауерліфтингу.

Методика передбачає багаторівневу систему контролю, яка включає оцінку обсягу, інтенсивності та спрямованості силових навантажень у взаємозв'язку з біохімічними показниками, що відображають стан енергетичного обміну, м'язового ушкодження та гормональної регуляції. Регулювання навантажень здійснюється не лише на основі планових тренувальних параметрів, а й з урахуванням індивідуальної реакції спортсмена на конкретний тренувальний стимул.

У межах методики передбачено використання біологічних середовищ, зручних для оперативного контролю (слюна та сеча), а також крові для поглибленого аналізу адаптаційних змін. Біохімічний моніторинг здійснюється на ключових етапах тренувального процесу: до тренування, безпосередньо після виконання силового навантаження та у фазі відновлення. Такий підхід дозволяє оцінювати як терміновий тренувальний ефект, так і кумулятивний вплив навантажень у межах мікро-, мезо- та макроциклів.

Основними біохімічними критеріями регулювання навантажень у методиці є:

- показники анаеробного енергозабезпечення (рівень лактату);
- активність ферментів м'язового метаболізму (креатинкіназа, лактатдегідрогеназа);
- маркери катаболічно-анаболічного балансу (співвідношення кортизолу та анаболічних гормонів);
- показники азотистого обміну, що відображають ступінь білкового катаболізму.

На основі отриманих даних визначається функціональний стан спортсмена, який класифікується за умовними рівнями: оптимальна адаптація, напруження адаптаційних механізмів, перенапруження або недостатня тренувальна стимуляція. Кожному з цих рівнів відповідають конкретні рекомендації щодо корекції тренувального процесу.

Регулювання силових навантажень здійснюється за такими напрямками:

- зміна інтенсивності вправ (відсоток від максимального результату);
- корекція обсягу роботи (кількість підходів і повторень);
- модифікація структури тренувального заняття (співвідношення основних і допоміжних вправ);
- оптимізація інтервалів відновлення між підходами, тренуваннями та мікроциклами.

Відмінною рисою запропонованої методики є її чітко виражений диференційований характер, що враховує специфіку різних етапів річного циклу підготовки спортсменів. У підготовчому періоді основна увага зосереджується на оцінці адаптаційних можливостей організму та поступовому формуванні функціонального резерву, необхідного для подальшого зростання тренувальних навантажень. Біохімічний контроль у цей період використовується для аналізу реакцій організму на збільшення обсягу та інтенсивності силової роботи, своєчасного виявлення надмірного напруження обмінних процесів і попередження розвитку хронічної втоми.

У змагальному періоді методика орієнтована на запобігання перевантаженню організму та збереження оптимального співвідношення анаболічних і катаболічних процесів. Біохімічні показники слугують індикаторами готовності спортсменів до виконання навантажень граничної інтенсивності, дозволяють контролювати рівень функціонального напруження та оперативно коригувати тренувальні й відновлювальні заходи з метою підтримання високого рівня спортивної працездатності протягом усього змагального періоду.

У перехідному періоді біохімічний моніторинг застосовується для оцінки повноти відновлювальних процесів і нормалізації метаболічного та гормонального статусу після змагальних навантажень. Аналіз динаміки біохімічних показників у цей час дозволяє визначити ступінь відновлення функціональних систем організму, оцінити готовність спортсменів до

початку нового тренувального циклу та обґрунтувати індивідуальні терміни повернення до систематичних силових тренувань.

Методика також передбачає інтеграцію біохімічних даних з результатами педагогічних тестів фізичної підготовленості та суб'єктивної оцінки самопочуття спортсменів. Такий комплексний підхід дозволяє знизити ризик помилок при інтерпретації окремих показників і підвищує точність регулювання тренувальних навантажень.

Отже, метою методики є науково обґрунтоване регулювання силових тренувальних навантажень у пауерліфтингу на основі даних біохімічного моніторингу з метою підвищення ефективності спортивної підготовки, оптимізації адаптаційних процесів, зниження ризику перевантаження та забезпечення стабільної спортивної працездатності спортсменів на різних етапах річного тренувального циклу.

Для досягнення поставленої мети методика передбачає вирішення таких завдань:

1. Оцінка індивідуальної біохімічної реакції організму спортсмена на силові тренувальні навантаження.
2. Виявлення термінових та відстрочених адаптаційних змін у процесі силових підготовки.
3. Своєчасне виявлення ознак перевтоми, перенапруження або недостатньої тренувальної стимуляції.
4. Корекція обсягу, інтенсивності та структури силових навантажень відповідно до функціонального стану спортсмена.
5. Індивідуалізація тренувального процесу з урахуванням етапу підготовки та рівня спортивної кваліфікації.

Методика ґрунтується на таких основних принципах:

- принцип індивідуалізації – урахування індивідуальної біохімічної відповіді спортсмена;
- принцип систематичності – регулярне проведення біохімічного та педагогічного контролю;

- принцип комплексності – поєднання біохімічних, педагогічних і функціональних показників;
- принцип етапності – диференціація підходів залежно від періоду підготовки;
- принцип зворотного зв'язку – оперативна корекція тренувальних навантажень на основі отриманих даних.

Засобами реалізації розробленої методики стали:

#### 1. Засоби тренувального впливу:

- базові силові вправи пауерліфтингу (присідання зі штангою, жим лежачи, станова тяга);
- допоміжні та спеціально-підготовчі вправи;
- варіації навантажень за обсягом, інтенсивністю та темпом виконання.

#### 2. Засоби біохімічного контролю:

- аналіз біохімічних показників у крові, слині та сечі;
- визначення концентрації метаболітів енергетичного обміну;
- оцінка активності ферментів м'язового метаболізму;
- аналіз гормонального фону (катаболічно-анаболічний баланс).

#### 3. Засоби педагогічного контролю:

- облік обсягу та інтенсивності тренувальних навантажень;
- тестування рівня силової та швидко-силової підготовленості;
- спостереження за технікою виконання вправ і станом спортсмена.

Реалізація розробленої методики передбачала наступні етапи:

I етап – діагностичний. На цьому етапі здійснюється:

- первинна оцінка фізичної підготовленості спортсменів;
- базове біохімічне обстеження у стані відносного спокою;
- визначення індивідуальних референтних значень біохімічних показників;
- формування початкового тренувального плану.

II етап – оперативного контролю., який проводиться в процесі тренувального циклу та включає:

- відбір біологічних проб до, після та (за необхідності) під час тренування;

- аналіз термінового тренувального ефекту;
- оцінку ступеня напруження адаптаційних механізмів.

III етап – корекційний, де на основі отриманих результатів:

- коригується інтенсивність силових вправ;
- змінюється загальний обсяг тренувальної роботи;
- оптимізуються інтервали відновлення;
- здійснюється перерозподіл навантажень у межах мікроциклу.

IV етап – підсумковий, який передбачає:

- оцінку кумулятивного ефекту тренувальних навантажень;
- порівняльний аналіз показників у динаміці;
- корекцію планування наступного етапу підготовки.

Запропонована методика забезпечує диференційований та індивідуалізований підхід до організації тренувального процесу на всіх етапах підготовки спортсменів. Вона дозволяє систематично оцінювати адаптаційні можливості організму, своєчасно виявляти ознаки перевантаження та коригувати тренувальні навантаження відповідно до функціонального стану спортсмена.

Застосування даної методики дозволяє:

- підвищити ефективність силової підготовки;
- забезпечити оптимальну адаптацію до навантажень;
- знизити ризик перетренованості та травматизму;
- підвищити стабільність спортивних результатів;
- удосконалити систему індивідуалізованого тренування у пауерліфтингу.

Відмінність запропонованої методики регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу від існуючих підходів полягає у комплексності та інтеграції біохімічного контролю з педагогічним спостереженням, що забезпечує більш точне та науково обґрунтоване регулювання тренувального процесу. На відміну від традиційних методик, які здебільшого базуються на стандартизованих

програмах силових навантажень або оцінці лише зовнішніх показників спортивної підготовки, ця методика дозволяє:

1. Індивідуалізувати тренувальний процес – навантаження підбираються з урахуванням реальної адаптаційної реакції організму конкретного спортсмена, що визначається на основі біохімічного моніторингу.
2. Оцінювати не лише зовнішні, але й внутрішні адаптаційні процеси – біохімічні маркери (лактат, креатинкіназа, гормони) відображають анаболічно-катаболічний баланс, м'язову втому та відновлення, що дає можливість прогнозувати ефективність навантажень і запобігати перевантаженню.
3. Здійснювати динамічне коригування – тренувальні програми можуть змінюватися на підставі щотижневих чи навіть щоденних результатів біохімічного моніторингу, що значно підвищує гнучкість підготовки.
4. Забезпечувати інтеграцію кількісних і якісних показників – дані біохімії співставляються з педагогічними спостереженнями, техніко-тактичними показниками та суб'єктивними оцінками спортсменів, що підвищує об'єктивність прийняття рішень.
5. Враховувати етапність підготовки – методика передбачає різні пріоритети контролю для підготовчого, змагального та перехідного періодів, що дозволяє максимально ефективно використовувати фізіологічний потенціал спортсмена.

Запропонована методика є більш точним, адаптивним і науково обґрунтованим інструментом управління силовою підготовкою в порівнянні з існуючими стандартними підходами, що підвищує її практичну цінність і ефективність.

Таким чином, обґрунтована методика регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу забезпечує науково обґрунтоване та кероване управління тренувальним процесом на основі об'єктивної оцінки функціонального стану організму спортсменів. Застосування оперативного й етапного біохімічного контролю

дозволяє своєчасно коригувати обсяг та інтенсивність силових навантажень у межах мікро- та мезоциклів підготовки, що сприяє підвищенню ефективності спортивної підготовки, зниженню ризику перевтоми й травматизму, а також створює умови для повнішої реалізації індивідуального адаптаційного та силового потенціалу кожного спортсмена.

### **3.2. Дослідження ефективності методики регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу**

Дослідження ефективності запропонованої методики регулювання силових навантажень у пауерліфтингу з використанням біохімічного моніторингу спрямоване на оцінку практичної дієвості методики, її впливу на адаптаційні процеси організму спортсменів та рівень їхньої фізичної підготовленості. У роботі застосовується комплексний підхід, який поєднує педагогічні спостереження, тестування фізичних якостей та регулярний контроль біохімічних показників.

Важливою метою є обґрунтування необхідності використання біохімічного моніторингу як інструменту для точного регулювання інтенсивності, обсягу та структури силових навантажень. Систематичне відстеження метаболічних та гормональних маркерів дозволяє оперативно коригувати тренувальні програми, запобігати перевантаженню та оптимізувати процес відновлення спортсменів, що сприяє підвищенню ефективності підготовки та результативності у змагальний період. Таке дослідження створює основу для практичного підтвердження доцільності впровадження методики та демонструє її вплив на ключові показники фізичної та біохімічної адаптації спортсменів.

Для оцінки впливу запропонованої методики на фізичну підготовленість спортсменів було проведено тестування, яке дозволяє виявити початковий рівень розвитку основних фізичних якостей та оцінити

ефекти тренувальних навантажень. Результати тестування, отримані до і після тренувальної сесії на початковому етапі дослідження, слугують базою для порівняння динаміки змін у швидко-силовій підготовленості спортсменів у подальшому. Таке тестування дозволяє об'єктивно визначити, як організм реагує на тренувальні навантаження, оцінити ступінь адаптації та виявити потенційні резерви для подальшого розвитку фізичних якостей (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Результати тестування фізичної підготовленості досліджуваних до та після тренування на початку дослідження (n=19,  $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )**

Показники	Група	До навантаження	Після навантаження	$\Delta 2-1$	P
Час пробігання 30 м, с	ЕГ	4,16±0,09	4,67±0,15	0,51±0,10	$P_{2-1} \leq 0,05$
	КГ	4,14±0,09	4,68±0,15	0,54±0,10	$P_{2-1} \leq 0,05$
Стрибок з місця у довжину, см	ЕГ	230±9,5	221±9,4	-9±9,2	$P_{2-1} \leq 0,05$
	КГ	231±9,2	221±9,5	-10±9,1	$P_{2-1} \leq 0,05$
Стрибок з місця у висоту, см	ЕГ	109±6	103±7	-6±6,5	$P_{2-1} \leq 0,05$
	КГ	109±6,2	102±6,8	-7±6,3	$P_{2-1} \leq 0,05$
Потрійний стрибок з місця, см	ЕГ	656±34	642±36	-14±35	$P_{2-1} \leq 0,05$
	КГ	655±35	643±34	-12±34	$P_{2-1} \leq 0,05$

До виконання тренувального навантаження час пробігання 30 м у спортсменів експериментальної групи в середньому становив 4,16±0,09 с. Після проведення тренування цей показник збільшився до 4,67±0,15 с, що відповідає приросту 0,51±0,10 с. У контрольній групі спостерігалася аналогічна тенденція: час пробігання до навантаження становив 4,14±0,09 с, а після тренування зріс до 4,68±0,15 с із загальною різницею 0,54±0,10 с. Достовірність цих змін підтверджується статистичними даними ( $P \leq 0,05$ ), що

вказує на тимчасове зниження швидкісної підготовленості спортсменів після виконання комплексу тренувальних вправ. Таке тимчасове збільшення часу свідчить про зниження швидкісної працездатності після виконання комплексу силових та силово-швидкісних вправ. Це пов'язано з накопиченням метаболітів, таких як лактат, зниженням енергетичного запасу м'язів та проявом локальної м'язової втоми. Для тренера ці дані є важливими для планування відновлювальних інтервалів і корекції інтенсивності наступних мікроциклів.

Що стосується стрибка з місця у довжину, то в експериментальній групі до тренування середній результат становив  $230 \pm 9,5$  см. Після навантаження він знизився до  $221 \pm 9,4$  см, тобто на  $9 \pm 9,2$  см. У контрольній групі також спостерігалось зменшення показника: зі  $231 \pm 9,2$  см до  $221 \pm 9,5$  см, або на  $10 \pm 9,1$  см. Статистично достовірні зміни ( $P \leq 0,05$ ) демонструють, що після тренування знижується стрибова потужність, що свідчить про прояв фізичної втоми і тимчасове зниження силових можливостей нижніх кінцівок. Зменшення результату пояснюється втомою м'язів нижніх кінцівок, зниженням ефективності швидкісно-силових скорочень і тимчасовим зниженням нервово-м'язової координації. Це демонструє, що після виконання тренувального комплексу спортсменам потрібен період відновлення для відновлення максимальних показників. Дані дозволяють коригувати обсяг стрибкових вправ у програмі, щоб уникати перевтоми та ризику травм.

Стрибок з місця у висоту у спортсменів експериментальної групи до виконання навантажень становив  $109 \pm 6$  см, а після тренування знизився до  $103 \pm 7$  см, що відповідає зміні  $-6 \pm 6,5$  см. У контрольній групі відзначалося зменшення з  $109 \pm 6,2$  см до  $102 \pm 6,8$  см, тобто на  $7 \pm 6,3$  см. Це також підтверджує достовірність змін ( $P \leq 0,05$ ) і вказує на тимчасове зниження вертикальної стрибкової сили та координації після виконання силових і швидкісно-силових вправ. Така зміна показує тимчасове зниження вертикальної сили та ефективності швидкісних м'язових скорочень. Вона

відображає вплив силових навантажень на м'язові волокна і нервово-м'язову координацію. Для тренера це сигнал про необхідність корекції інтенсивності вертикальних стрибкових вправ та включення відновлювальних елементів між серіями.

Потрійний стрибок з місця показав аналогічну тенденцію. У експериментальній групі до тренування середній результат становив  $656 \pm 34$  см, після навантаження знизився до  $642 \pm 36$  см, тобто на  $14 \pm 35$  см. У контрольній групі результати зменшилися з  $655 \pm 35$  см до  $643 \pm 34$  см, тобто на  $12 \pm 34$  см. Статистично достовірні зміни ( $P \leq 0,05$ ) демонструють тимчасове зниження здатності до координаційних і силових стрибкових дій після виконання тренувальної програми. Це підтверджує прояв комплексної втоми у спортсменів, оскільки потрійний стрибок вимагає високої координації, сили та швидкості. Зниження результатів після тренування свідчить про виснаження енергетичних резервів і втому м'язів нижніх кінцівок, що важливо враховувати при плануванні тренувальних навантажень і періодів відновлення.

Загалом аналіз усіх тестових показників свідчить, що після тренувального навантаження спостерігається достовірне зниження як швидкісних, так і силових показників у спортсменів обох груп. Це відображає прояв фізичної втоми та тимчасове зменшення швидкісно-силових можливостей, що підкреслює необхідність систематичного контролю обсягу та інтенсивності тренувань, а також важливість оптимізації відновлювальних процесів між тренувальними сесіями.

Таким чином, результати тестування демонструють об'єктивну інформацію про вплив тренувального навантаження на спортсменів, що дає змогу приймати науково обґрунтовані рішення щодо регулювання обсягу, інтенсивності та структури тренувань із урахуванням індивідуальних особливостей організму та його здатності до відновлення.

На етапі підготовчого періоду особлива увага приділялась оперативному контролю тренувального процесу з використанням

біохімічного аналізу біологічних рідин спортсменів. Для кожного учасника як контрольної, так і експериментальної групи визначалися індивідуальні біохімічні показники, що відображали стан адаптації організму до фізичних навантажень. Всього оцінювали сім ключових показників у слині та сечі, які дозволяли об'єктивно оцінити реакцію організму на виконуваних силових вправи (таблиці 3.2 та 3.3). Біохімічні дослідження проводились не лише на початку підготовчого періоду, але й в його кінці, що дозволяло простежити динаміку адаптації спортсменів протягом місяця тренувань.

Таблиця 3.2

**Зміни концентрацій біохімічних показників спортсменів після впливу навантажень максимальної та субмаксимальної потужності у контрольній групі на підготовчому етапі підготовки (n=9,  $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )**

Параметри	Початок дослідження				Кінець дослідження			
	Сеча		Слина		Сеча		Слина	
	до	після	до	після	до	після	до	після
	тренування		тренування		тренування		тренування	
Глюкоза ммоль/л	0,23±0,1	1,03*±0,2	0,16±0,04	0,29*±0,1	0,22±0,05	1,02*±0,12	0,14±0,05	0,34*±0,12
Сечовина, ммоль/л	339,1±39	752,6±68,5	1,76±0,3	3,03*±0,6	316,7±24	849*±53	1,19±0,12	2,95*±0,4
Лактат, ммоль/л	0,9±0,23	2,6±0,51	0,38±0,1	1,12±0,17	0,95±0,13	2*±0,28	0,25±0,06	1,1*±0,14
ПРО, г/л	0,24±0,6	0,8±0,12	0,25±0,07	1,03*±0,12	0,04±0,09	1,39*±0,8	0,26±0,06	1,06*±0,1
Креатинін ммоль/л	9,1±1,7	18,1*±2,2	3,2±0,7	10±2,2	8,9±2,5	13,4*±2,2	3,3±0,6	5,7*±1,4
ДК, мкмоль/л	2,21±,93	4,99*±1,41	0,74*±0,53	4,25±0,62	2,01±0,7	3,18±0,92	0,65±0,26	1,87*±0,48
SH-групи, ммоль/л	0,05±0,01	0,04±0,01	0,03±0,01	0,1±0,03	0,08±0,03	0,16±0,04	0,06±0,01	0,16*±0,1

Примітка: відмінності достовірні з даними, отриманими до навантаження ( $p \leq 0,05$ ) \*. Примітка використана в цій і наступних таблицях.

Таблиця 3.2 відображає динаміку ключових біохімічних показників у сечі та слині спортсменів контрольної групи на початку та в кінці дослідження, до та після тренувального навантаження. Дані дозволяють

оцінити, як організм реагує на силові навантаження і наскільки змінюється метаболічна активність під час підготовчого періоду.

Глюкоза в сечі та слині демонструє чіткий підйом після тренування на початку дослідження. До тренування концентрація глюкози була низькою (0,23 ммоль/л у сечі, 0,16 ммоль/л у слині), а після тренування відзначалося значне підвищення (1,03 ммоль/л у сечі, 0,29 ммоль/л у слині), що свідчить про активацію глюконеогенезу та підвищене виділення енергії у відповідь на фізичне навантаження. На кінець дослідження до тренування показники практично не змінилися (0,22 ммоль/л у сечі, 0,14 ммоль/л у слині), а після тренування спостерігалось підвищення аналогічного характеру (1,02 ммоль/л у сечі, 0,34 ммоль/л у слині), що підтверджує стабільність метаболічної відповіді на навантаження. Це пояснюється тим, що під час силового тренування організм потребує додаткову енергію для забезпечення м'язової роботи. Після навантаження відбувається мобілізація глюкози з печінки та м'язів, активується глюконеогенез, і частина її виділяється у сечу та слину. На початку дослідження різке підвищення глюкози після тренування свідчить про первинну реакцію організму на навантаження, коли енергетичні резерви ще не повністю адаптовані. На кінець дослідження показники до тренування залишаються низькими, що вказує на стабільність базового метаболізму, а підвищення після тренування зберігається на рівні початкового періоду. Це свідчить про те, що організм спортсменів адаптувався до регулярних силових навантажень: механізми мобілізації енергії стали більш ефективними, а реакція на навантаження стала передбачуваною і стабільною, що є ознакою сформованої фізіологічної та метаболічної адаптації.

Сечовина демонструє суттєві зміни після тренування як у сечі, так і у слині. На початку дослідження до тренування концентрація у сечі становила 339,1 ммоль/л, а після – 752,6 ммоль/л; у слині – відповідно 1,76 ммоль/л до тренування та 3,03 ммоль/л після. До кінця підготовчого періоду концентрація сечовини дещо знизилася до тренування (316,7 ммоль/л у сечі,

1,19 ммоль/л у слині), однак після тренування відзначалося збільшення, особливо в сечі (849 ммоль/л) та слині (2,95 ммоль/л), що відображає активність білкового обміну і накопичення продуктів метаболізму в процесі адаптації організму. Це пояснюється тим, що організм спортсменів активно мобілізує амінокислоти для енергетичних потреб під час силового навантаження та відновлення м'язової тканини. Підвищення концентрації сечовини після тренування свідчить про активний катаболізм білків у процесі фізичного навантаження, а зменшення базового рівня до кінця підготовчого періоду вказує на адаптацію організму: він більш ефективно використовує білкові резерви та зменшує надмірне накопичення метаболітів у стані спокою. Таким чином, зростання сечовини після тренування одночасно відображає як потребу в енергетичному ресурсі, так і інтенсивність процесів відновлення та адаптації м'язів до регулярних силових навантажень.

Лактат, як маркер анаеробної активності та м'язового стресу, показав істотне підвищення після тренування на початку дослідження – у сечі з 0,9 до 2,6 ммоль/л, у слині з 0,38 до 1,12 ммоль/л. На кінець підготовчого періоду до тренування рівні лактату були дещо вищими у сечі (0,95 ммоль/л), а у слині трохи нижчими (0,25 ммоль/л). Після тренування показники підвищилися до 2 ммоль/л у сечі та 1,1 ммоль/л у слині, що свідчить про ефективну адаптацію м'язової системи до навантаження. Такі зміни можна пояснити тим, що у процесі підготовчого періоду організм спортсменів адаптується до регулярних силових навантажень: підвищується здатність м'язів до анаеробного метаболізму та більш ефективного використання лактату як проміжного енергетичного продукту. Трохи підвищені базові показники у сечі до тренування свідчать про збереження певного рівня метаболічного стресу навіть у спокої, що є ознакою тренуваності. Одночасно стабільне підвищення лактату після тренування відображає очікувану фізіологічну реакцію на навантаження, підтверджуючи ефективну роботу адаптаційних механізмів м'язової системи та готовність організму до подальших силових стимулів.

Протеїни у сечі та слині демонструють підвищення після фізичного навантаження. На початку дослідження концентрація ПРО у сечі зросла з 0,24 до 0,8 г/л, а у слині з 0,25 до 1,03 г/л. На кінець періоду відзначалося аналогічне збільшення: у сечі з 0,04 до 1,39 г/л, у слині – з 0,26 до 1,06 г/л, що відображає активацію білкового обміну та мобілізацію ресурсів організму під час тренування. Ці зміни пояснюються тим, що силові навантаження стимулюють активізацію білкового обміну, спрямовану на відновлення м'язових волокон та адаптацію організму до підвищених фізичних вимог. Підвищення концентрації протеїнів у сечі та слині після тренування відображає мобілізацію енергетичних та пластичних ресурсів, необхідних для синтезу нових білків і відновлення тканин. Схожі тенденції на початку та в кінці підготовчого періоду свідчать про стабільну адаптаційну відповідь організму на навантаження та ефективну роботу механізмів регуляції білкового обміну.

Креатинін – маркер метаболічної активності та функції нирок – також збільшувався після тренування. На початку дослідження у сечі концентрація зросла з 9,1 до 18,1 ммоль/л, у слині з 3,2 до 10 ммоль/л. На кінець періоду до тренування показники були близькими до початкових (8,9 ммоль/л у сечі, 3,3 ммоль/л у слині), а після тренування спостерігалось підвищення до 13,4 ммоль/л у сечі та 5,7 ммоль/л у слині, що свідчить про збереження активності енергетичного обміну. Такі зміни пояснюються тим, що креатинін є кінцевим продуктом розпаду креатину в м'язах і відображає інтенсивність м'язової діяльності та енергетичний обмін. Підвищення його концентрації після тренування свідчить про активне використання енергетичних ресурсів під час силового навантаження, а стабільність показників до тренування на початку і в кінці періоду вказує на збереження функціональної стабільності нирок і ефективну адаптацію організму до повторюваних фізичних стимулів. Це підтверджує, що енергетичні процеси та механізми виведення метаболітів залишаються ефективними протягом усього підготовчого циклу.

ДК у сечі та слині демонструє суттєве підвищення після тренування на початку дослідження, від 2,21 до 4,99 мкмоль/л у сечі та від 0,74 до 4,25 мкмоль/л у слині. На кінець періоду до тренування показники були практично незмінними, а після навантаження спостерігалось підвищення до 3,18 мкмоль/л у сечі та 1,87 мкмоль/л у слині, що свідчить про мобілізацію енергетичних ресурсів. Зміни ДК пояснюються тим, що дихаючий коефіцієнт відображає співвідношення вуглеводного та жирового обміну, а його підвищення після тренування сигналізує про активізацію анаеробних процесів та інтенсивне енергетичне навантаження на організм. На початку дослідження після тренування різке підвищення ДК свідчить про стресову реакцію організму на незвичне або інтенсивне навантаження. На кінець підготовчого періоду менш виражене зростання ДК після тренування вказує на адаптацію енергетичних систем: організм ефективніше мобілізує енергетичні ресурси, зменшуючи екстремальну реакцію на навантаження, що є ознакою розвитку функціонального резерву та підвищення тренуваності спортсменів.

SH-групи у сечі і слині демонструють менш виражені зміни, проте після тренування на початку та в кінці періоду їх концентрація зростає, особливо в експериментальній групі у слині – з 0,06 до 0,16 ммоль/л, що відображає реакцію організму на окислювальний стрес та стан антиоксидантної системи. Зміни SH-груп у сечі та слині свідчать про активацію антиоксидантних механізмів у відповідь на фізичне навантаження. Незважаючи на те, що приріст їх концентрації менш виражений порівняно з іншими біохімічними маркерами, він наявний і після тренування, особливо в слині експериментальної групи, де показник зріс з 0,06 до 0,16 ммоль/л. Це свідчить про підвищену мобілізацію тілових груп у боротьбі з окислювальним стресом, який виникає під час інтенсивних силових вправ, та про підтримку антиоксидантного балансу в організмі спортсменів. Такі дані підтверджують ефективність адаптаційних процесів і важливість контролю стану антиоксидантної системи при регулюванні тренувальних навантажень.

Таким чином, таблиця наочно показує динаміку біохімічних показників під час тренувального процесу та демонструє ефективність адаптаційних реакцій організму спортсменів на силові навантаження, а також дозволяє оцінити ефективність методики корекції тренувальної роботи на основі біохімічного моніторингу.

Таблиця 3.3

**Зміни концентрацій біохімічних показників спортсменів після впливу навантажень максимальної та субмаксимальної потужності в експериментальній групі на підготовчому етапі підготовки (n=10,  $\bar{X} \pm Sx$ )**

Параметри	Початок дослідження				Кінець дослідження			
	Сеча		Слина		Сеча		Слина	
	до	після	до	після	до	після	до	після
	тренування		тренування		тренування		тренування	
Глюкоза ммоль/л	0,17±0,07	0,96*±0,15	0,15±0,04	0,29*±0,09	0,28±0,07	1,38*±0,2	0,12±0,03	0,37*±0,14
Сечовина, ммоль/л	339,1±38	650*±68,5	1,48±0,21	4,64*±0,68	283,1±45	674,9*±57	1,40±0,17	5,28*±0,82
Лактат, ммоль/л	0,9±0,23	2,63*±0,51	0,38±0,1	1,12*±0,17	1,03±0,19	2,70*±0,6	0,3±0,08	1,41*±0,12
ПРО, г/л	0,024±0,06	0,80*±0,01	0,25±0,07	1,03*±0,12	0,040±0,22	0,93*±0,07	0,22±0,05	1,28*±0,32
Креатинін ммоль/л	9,1±1,7	18,1*±2,2	3,2±0,7	10,0*±2,2	10,4±3,3	22,6*±5,3	3,3±0,9	7,2*±1,5
ДК, мкмоль/л	2,14±0,9	3,70±1,21	1,64±1,56	2,83±1,26	2,36±1,78	4,99±3,09	1,80±0,88	1,59±1,18
SH-групи, ммоль/л	0,05±0,01	0,04±0,01	0,03±0,01	0,09±0,03	0,09±0,02	0,15±0,06	0,03±0,02	0,08±0,04

Таблиця 3.3 ілюструє зміни концентрацій основних біохімічних показників у спортсменів експериментальної групи після виконання навантажень максимальної та субмаксимальної потужності на підготовчому етапі тренувального циклу. Вона відображає реакцію організму на різні рівні інтенсивності силових вправ та дозволяє оцінити, як адаптаційні механізми спортсменів реагують на підвищене фізичне навантаження. Представлені

дані демонструють як миттєві зміни після тренування, так і стан базових показників до його початку, що є важливим для корекції тренувального процесу та оптимізації навантажень відповідно до індивідуальних особливостей пауерліфтерів.

Дані таблиці 3.3 демонструють зміни концентрацій основних біохімічних показників у спортсменів експериментальної групи після навантажень максимальної та субмаксимальної потужності на підготовчому етапі.

Глюкоза у сечі та слині після тренування показала суттєве підвищення на початку дослідження. До навантаження концентрація глюкози була низькою (0,17 ммоль/л у сечі та 0,15 ммоль/л у слині), тоді як після тренування рівні піднялися до 0,96 ммоль/л у сечі та 0,29 ммоль/л у слині. На кінець періоду до тренування концентрація глюкози трохи змінилася у сечі (0,28 ммоль/л) і залишилася низькою у слині (0,12 ммоль/л). Після навантаження спостерігалось значне підвищення, особливо у сечі (1,38 ммоль/л) та у слині (0,37 ммоль/л), що свідчить про активізацію глюконеогенезу та мобілізацію енергетичних ресурсів у відповідь на силові вправи. Це пояснюється тим, що під час силового навантаження організм потребує швидкої мобілізації енергії для забезпечення роботи м'язів, що призводить до підвищення концентрації глюкози в крові та, відповідно, у біологічних рідинах, таких як сеча та слина. Активація глюконеогенезу у печінці та посилене виділення глюкози з метаболічних депо дозволяють підтримувати енергетичний баланс, компенсуючи високі витрати АТФ у м'язах. Незначна зміна рівнів глюкози до навантаження на кінець періоду свідчить про адаптацію енергетичних систем спортсменів: організм ефективніше регулює цукровий обмін, забезпечуючи стабільний базовий рівень глюкози і достатню швидку реакцію на фізичну активність.

Сечовина також демонструє суттєві зміни після тренування. На початку дослідження її концентрація у сечі зростала з 339,1 до 650 ммоль/л, а у слині – з 1,48 до 4,64 ммоль/л. На кінець періоду до тренування показники

дещо знизилися у сечі (283,1 ммоль/л) і слині (1,40 ммоль/л), однак після навантаження рівні залишалися високими (674,9 ммоль/л у сечі та 5,28 ммоль/л у слині), що відображає активний білковий обмін та накопичення продуктів метаболізму під час адаптації до силових навантажень. Такі зміни пояснюються тим, що силові навантаження активізують катаболізм білків, зокрема амінокислот у м'язах, що призводить до утворення сечовини як кінцевого продукту азотистого обміну. Підвищена концентрація сечовини після тренування відображає інтенсивну роботу м'язової системи та активізацію процесів детоксикації організму. Зменшення її рівня до тренування на кінець періоду свідчить про адаптацію організму: білковий обмін став більш збалансованим, а здатність ефективно справлятися з метаболічним стресом зростає, що є ознакою позитивного тренувального ефекту.

Лактат значно зростає після навантаження. На початку дослідження його концентрація у сечі піднімалася з 0,9 до 2,63 ммоль/л, а у слині – з 0,38 до 1,12 ммоль/л. На кінець періоду до тренування рівні були трохи вищими у сечі (1,03 ммоль/л) і трохи нижчими у слині (0,3 ммоль/л). Після тренування відзначалося підвищення до 2,7 ммоль/л у сечі та 1,41 ммоль/л у слині, що свідчить про активну анаеробну роботу м'язів і ефективну адаптацію до силового навантаження. Такі зміни пояснюються тим, що під час силових вправ м'язи інтенсивно використовують гліколіз як джерело енергії, що призводить до накопичення лактату. Поступове збільшення його рівня у кінці підготовчого періоду відображає тренувальну адаптацію: організм навчився ефективніше справлятися з анаеробним метаболізмом, покращився механізм відновлення після навантажень, а підвищення концентрації лактату після тренування сигналізує про нормальну мобілізацію енергетичних ресурсів і контрольовану м'язову стомлюваність.

Протеїни у сечі та слині також зростали після тренування. На початку дослідження концентрація ПРО у сечі збільшувалася з 0,024 до 0,8 г/л, у слині – з 0,25 до 1,03 г/л. На кінець періоду до тренування рівні були

близькими до початкових, а після тренування відзначалося підвищення до 0,93 г/л у сечі та 1,28 г/л у слині, що відображає мобілізацію білкових ресурсів та активність білкового обміну під час фізичного навантаження. Такі зміни пояснюються тим, що під час силових навантажень відбувається підвищене руйнування та синтез білків у м'язовій тканині, що супроводжується вивільненням продуктів білкового обміну у кров і подальшим їх виділенням через сечу та слину. Поступове зростання концентрації протеїнів у кінці підготовчого періоду свідчить про адаптацію організму: активізується метаболізм білка, покращується процес відновлення м'язової тканини, а збільшення після тренування відображає ефективну мобілізацію ресурсів для підтримки інтенсивної силової роботи.

Креатинін також показав підвищення після тренування. На початку дослідження концентрація у сечі зросла з 9,1 до 18,1 ммоль/л, у слині – з 3,2 до 10 ммоль/л. На кінець періоду до тренування показники були дещо вищими у сечі (10,4 ммоль/л) і практично незмінними у слині (3,3 ммоль/л), а після навантаження відзначалося зростання до 22,6 ммоль/л у сечі та 7,2 ммоль/л у слині, що свідчить про підтримку активності енергетичного обміну. Такі зміни пояснюються тим, що під час силових навантажень відбувається інтенсивне використання креатинфосфату у м'язах для синтезу АТФ, що супроводжується підвищенням концентрації креатиніну у крові та його виділенням через сечу та слину. Зростання після тренування свідчить про активну роботу енергетичних систем, а підвищення до кінця підготовчого періоду вказує на накопичувальну адаптацію організму: організм стає здатним ефективніше мобілізувати енергетичні ресурси під час максимальних і субмаксимальних силових навантажень.

Дихаючий коефіцієнт демонструє менше різке підвищення. На початку дослідження він зростав у сечі з 2,14 до 3,7 мкмоль/л, у слині – з 1,64 до 2,83 мкмоль/л. На кінець періоду до тренування показники були 2,36 мкмоль/л у сечі та 1,8 мкмоль/л у слині, після навантаження вони зросли до 4,99 мкмоль/л у сечі та 1,59 мкмоль/л у слині, що відображає активацію

процесів окислення та мобілізацію енергетичних ресурсів. Дихаючий коефіцієнт (ДК), який відображає співвідношення окислення вуглеводів і жирів та загальну енергетичну активність організму, демонструє менш виражене, проте помітне підвищення після силових навантажень. На початку дослідження у сечі ДК піднімався з 2,14 до 3,7 мкмоль/л, а у слині – з 1,64 до 2,83 мкмоль/л. На кінець підготовчого періоду до тренування показники залишалися майже на рівні до початку (2,36 мкмоль/л у сечі та 1,8 мкмоль/л у слині), проте після виконання силових вправ відзначалося підвищення до 4,99 мкмоль/л у сечі та 1,59 мкмоль/л у слині. Це свідчить про активацію окислювальних процесів і підвищену мобілізацію енергетичних ресурсів у відповідь на фізичне навантаження, а також про адаптаційний потенціал організму до субмаксимальних і максимальних силових вправ.

SH-групи у сечі та слині демонструють менш виражені зміни порівняно з іншими маркерами, проте після тренування спостерігається підвищення їх концентрації. На початку періоду у слині вона піднімалася з 0,03 до 0,09 ммоль/л, на кінець – з 0,03 до 0,08 ммоль/л, що відображає реакцію організму на окислювальний стрес та активність антиоксидантної системи під час фізичного навантаження. SH-групи у сечі та слині демонструють відносно помірні коливання порівняно з іншими біохімічними маркерами, проте після тренувальних навантажень їх концентрація підвищується, що свідчить про активацію захисних механізмів організму. На початку періоду у слині концентрація SH-груп зростала з 0,03 до 0,09 ммоль/л, а у сечі відзначалася незначна зміна. На кінець підготовчого періоду спостерігалася аналогічне підвищення – у слині з 0,03 до 0,08 ммоль/л, у сечі – незначне збільшення. Такі зміни відображають реакцію організму на окислювальний стрес і свідчать про активізацію антиоксидантної системи, яка захищає клітини від пошкоджень, спричинених інтенсивними силовими навантаженнями.

Отже, представлена таблиця свідчить про чітку динаміку біохімічних показників у відповідь на навантаження максимальної та субмаксимальної

потужності, відображає процеси енергетичного, білкового та вуглеводного обміну, а також адаптаційні реакції організму спортсменів на підготовчому етапі тренувального циклу.

На основі отриманих результатів було прийнято рішення щодо корекції тренувальних навантажень. У контрольній групі загальна кількість підйомів штанги зменшилася з 1100 до 900 підйомів, а в експериментальній групі – з 1350 до 1000 підйомів. Це дозволило уникнути перевантаження організму спортсменів та забезпечити оптимальні умови для відновлення і розвитку силових якостей.

Розподіл навантажень у контрольній групі здійснювався по тижневих зонах інтенсивності, з найбільшим обсягом навантаження у другий тиждень. Плановані 900 підйомів були розподілені таким чином: перший тиждень – 215 підйомів, другий – 275, третій – 230 і четвертий – 180. У експериментальній групі використовувалась інша схема розподілу навантажень, при якій найбільший обсяг роботи припадав на перший тиждень, а потім поступово зменшувався до четвертого тижня. Загальні 1000 підйомів штанги були розподілені наступним чином: 360, 290, 240 та 110 підйомів відповідно. Таким чином, застосування біохімічного моніторингу дозволило не лише визначити початковий рівень адаптації спортсменів, але й індивідуально скоригувати тренувальні навантаження. Це забезпечило науково обґрунтоване управління обсягом і інтенсивністю вправ, оптимізуючи процес підготовки та запобігаючи перевтомі і ризику травматизму.

Оцінюючи частку різних видів вправ у тренувальній програмі, ми виходили з типової структури навантажень для спортсменів різного рівня підготовленості. У контрольній групі розподіл вправ був наступним: змагальні вправи складали 30 % загального обсягу, спеціально-підготовчі – також 30 %, а загально-підготовчі – 40 %.

У зв'язку з більшим загальним обсягом підйомів штанги в експериментальній групі розподіл вправ мав деякі відмінності: змагальні

вправи становили 25 % загального обсягу, спеціально-підготовчі – 40 %, а загально-підготовчі – 35 %.

Подальше коригування кількості підйомів у окремих вправах здійснювалося на основі даних біохімічного моніторингу з метою визначення оптимального обсягу навантаження для кожного спортсмена.

У контрольній групі під час підготовчого періоду було заплановано загалом 900 підйомів штанги. З них на присідання припадало 225 підйомів (25 %), на жимові вправи – по 234 підйоми (26 %), на тягові вправи – 180 підйомів (20 %), а на допоміжні вправи – 261 підйом (29 %). В експериментальній групі з 1000 підйомів розподіл виглядав так: присідання – 300 підйомів (30 %), жимові вправи – 270 підйомів (27 %), тягові – 250 підйомів (25 %), допоміжні – 180 підйомів (18 %).

Місячний обсяг підйомів у кожній вправі був розподілений по мікроциклах відповідно до поточного рівня навантаження. Наприклад, у підготовчому періоді у експериментальній групі співвідношення обсягу тижневих навантажень становило 32 %, 26 %, 22 %, 18 %. Відповідно, 300 підйомів штанги в присіданнях розподілили по тижнях наступним чином: перший тиждень – 98 підйомів, другий – 80, третій – 68, четвертий – 54 підйоми. Аналогічно визначалося щотижневе навантаження для інших груп вправ.

Дальше планування навантаження враховувало інтенсивність виконання вправ. Спершу визначалося, яка кількість підйомів відповідала високій інтенсивності (понад 90 % від максимальної ваги штанги) у присіданнях, жимі лежачи, класичній тязі та допоміжних вправах.

У підготовчому періоді контрольної групи з 225 підйомів штанги в присіданнях 45 підйомів (20%) виконувалися з інтенсивністю понад 90 %. З 234 підйомів у жимових вправах 69 підйомів (29 %) виконувалися з такою ж високою інтенсивністю, а з 180 підйомів у тягах класичних 40 підйомів (22 %) припадали на навантаження понад 90 %. Допоміжні вправи виконувалися з інтенсивністю близько 70 %.

В експериментальній групі підйоми штанги з інтенсивністю понад 90 % розподілялися так: присідання – 32 % (98 підйомів), жим лежачи – 27 % (74 підйоми), станові тяги – 30 % (75 підйомів).

Планування обсягу підйомів за інтенсивністю на мезоцикли проводилося рівномірно: у підготовчому періоді – у чотирьох мікроциклах, у змагальному періоді – у перші три тижні, причому на четвертий тиждень високі навантаження (понад 90 %) не планувалися, що дозволяло забезпечити відновлення та оптимізувати адаптаційні процеси.

Оцінюючи та плануючи щотижневий обсяг тренувального навантаження, ми спочатку визначали зміст кожного окремого заняття, розподіляючи вправи та кількість підйомів у кожній з них. Для цього всі групи вправ були поділені на окремі елементи. Наприклад, у підготовчому періоді як в експериментальній, так і в контрольній групі на зимову групу вправ планувалася третина всіх підйомів; решта підйомів розподілялася рівномірно між іншими зимовими вправами, такими як жим лежачи за голову, жим під кутом  $45^\circ$  і жим сидячи.

На основі цього визначалося точне число підйомів у кожній вправі як для окремого заняття, так і для тижневого циклу. Далі, на основі конкретного плану тижневої тренування, визначалися ваги штанги для кожної вправи.

Відповідно до задуму експерименту, для певної ваги штанги передбачалося виконати конкретну кількість підйомів. Для кожної групи вправ розраховувалося, скільки підйомів має виконати спортсмен у кожній із п'яти зон інтенсивності. Наприклад, у експериментальній групі в підготовчому періоді спортсменам необхідно було виконати 300 підйомів у зимових вправах. Згідно з програмою, 74 підйоми (27 %) виконувалися зі штангою вагою понад 90 % від максимального, 90 підйомів (33 %) – з вагою 60–70 %, 60 підйомів (22 %) – 70–80 %, 35 підйомів (13 %) – 80–90 % і 11 підйомів (4 %) – 90–100 % від максимуму.

Планування навантажень у кожній зоні відбувалося так, щоб середнє значення ваги у перших чотирьох зонах відповідало 55 %, 65 %, 75 % і 85 %

від максимальної. Це досягалося завдяки тому, що найбільша кількість підйомів планувалася саме з вагою 55, 65, 75 і 85 % від максимуму. Коли у зоні передбачалося виконання підйомів з вагою, кратною 2,5 % (наприклад, 82,5 % у четвертій зоні), така ж кількість підйомів планувалася на вагу, кратною 7,5 % (наприклад, 87,5 %). Винятком була п'ята зона, де  $\frac{3}{4}$  підйомів планувалися з вагою 91–95 %, а  $\frac{1}{4}$  – 96–100 %.

Крім того, експеримент передбачав різну кількість повторень у підході залежно від ваги штанги. Щоб визначити оптимальну кількість повторень, було проведено спеціальне тестування, під час якого спортсмени виконували максимально можливу кількість повторень у присіданнях, жимі та тягових вправах з вагою 60, 70, 80 та 90 % від максимуму. Результати показали наступні оптимальні значення: штанга вагою 60 % від максимуму піднімалася 14–19 разів незалежно від виду вправи, 70 % – 12–15 разів, 80 % – 6–9 разів і 90 % – 3–5 разів.

Таким чином, запропонований підхід забезпечує чітке планування як обсягу підйомів, так і їх інтенсивності, що дозволяє контролювати тренувальне навантаження і оптимізувати адаптаційні процеси спортсменів.

Для оцінки ефективності та доцільності використання біохімічного контролю з метою корекції та управління тренувальним процесом пауерліфтерів на різних етапах підготовки було проведено педагогічний експеримент. Під час нього оцінювали рівень загальної фізичної підготовленості, спеціальної підготовленості спортсменів, а також їхню здатність адаптуватися до тренувальних навантажень. Визначення цих показників здійснювалося на основі даних оперативного контролю функціонального стану організму, що дозволяло отримувати актуальну інформацію про реакцію спортсменів на навантаження та своєчасно коригувати тренувальні параметри.

Педагогічний експеримент тривав упродовж 6 місяців і був структурований на 2 послідовні етапи тривалістю по 3 місяці кожен. Після завершення кожного етапу здійснювалися контрольні біохімічні

дослідження, спрямовані на оцінку впливу застосованих тренувальних навантажень на функціональний стан організму спортсменів.

Кожен етап включав два тренувальні цикли: підготовчий, тривалістю 2 місяці, та змагальний, що тривав 1 місяць. Така побудова експерименту дозволяла простежити як процес формування адаптаційних змін під впливом систематичних тренувань, так і особливості реалізації набутих функціональних можливостей у змагальний період.

Передбачалося, що зміст, обсяг та інтенсивність тренувальних навантажень можуть варіюватися від етапу до етапу залежно від результатів педагогічного контролю, контрольних тестувань рівня фізичної та спеціальної підготовленості, а також даних біохімічного моніторингу, які відображали величину та спрямованість термінового тренувального ефекту. Такий підхід забезпечував можливість своєчасної корекції тренувального процесу відповідно до індивідуальних адаптаційних реакцій спортсменів і підвищував наукову обґрунтованість управління їх підготовкою.

Другий мезоцикл першого етапу експерименту відповідав змагальному періоду і, як і попередній, складався з чотирьох мікроциклів. Його принциповою відмінністю від підготовчого мезоциклу стали зміни у структурі тренувального навантаження, які були запроваджені насамперед для спортсменів експериментальної групи. Зокрема, у вправах присідання зі штангою частка навантаження була збільшена до 20 % порівняно з 15 % у попередньому періоді, а у жимі лежачи – до 35 % замість 30 %. Така корекція була спрямована на більш цілеспрямовану підготовку до реалізації максимальних силових можливостей у змагальних умовах.

Водночас розподіл кількості підйомів штанги за зонами інтенсивності залишався незмінним. Це рішення було прийнято попри те, що спортсмени контрольної групи в підготовчому періоді не змогли повною мірою адаптуватися до запропонованого обсягу та інтенсивності навантажень. Таким чином, акцент робився не на зміні інтенсивної структури, а на

раціональному перерозподілі обсягу силової роботи в межах змагального мезоциклу.

У цілому протягом усього експериментального періоду планування тренувальних навантажень здійснювалося на основі сумарних тренувальних параметрів, що дозволяло забезпечити цілісність і послідовність підготовки. При розробці чотиритижневого тренувального циклу використовувалася спеціальна розрахункова методика, яка давала змогу точно визначати обсяг, інтенсивність і структуру навантаження відповідно до завдань конкретного етапу підготовки.

Оцінювання ефективності застосування біохімічного контролю та планування тренувальних навантажень на основі отриманих біохімічних даних здійснювалося за показниками спортивних досягнень. З огляду на те, що в експерименті брали участь пауерліфтери різного рівня підготовленості, для коректного порівняльного аналізу були сформовані так звані спряжені пари. До кожної пари підбиралися спортсмени з максимально близькими показниками фізичного розвитку, маси тіла та спортивної кваліфікації, що дозволяло об'єктивно оцінити вплив запропонованої методики регулювання тренувальних навантажень.

Отримані результати тестування показників загальної фізичної підготовленості (табл. 3.4) та спеціальної підготовленості спортсменів після завершення першого етапу педагогічного експерименту дали змогу охарактеризувати зміни функціонального стану та рівня підготовки пауерліфтерів, що відбулися під впливом запланованих тренувальних навантажень. Аналіз отриманих даних дозволяє оцінити ефективність застосованої методики підготовки та визначити особливості адаптаційних реакцій організму спортсменів на різних рівнях фізичної і спеціальної працездатності.

Таблиця 3.4

**Результати тестування загальнофізичної підготовленості досліджуваних в кінці першого етапу дослідження (n=19,  $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )**

Показники	Група	До навантаження	Після навантаження	P
Час пробігання 30 м, с	ЕГ	4,16±0,10	4,48±0,06	p≤0,05
	КГ	4,30±0,1	4,56±0,15	p≤0,05
Стрибок з місця у довжину, см	ЕГ	243±4,2	234±5,8	p≤0,05
	КГ	236±7,5	231±10	p≤0,05
Стрибок з місця у висоту, см	ЕГ	112±4	102±8	p≤0,05
	КГ	105±5	97±5,3	p≤0,05
Потрійний стрибок з місця, см	ЕГ	658±25	646±26	p≤0,05
	КГ	639±19,3	624±22	p≤0,05

Після аналізу фактично виконаного обсягу тренувального навантаження за перший етап експерименту було встановлено, що спортсмени контрольної групи знову не змогли повністю реалізувати заплановану програму підготовки. Зокрема, у п'ятій зоні інтенсивності було виконано лише 16,8 % підйомів штанги замість передбачених 20 %, а у четвертій зоні – 26,2 % замість запланованих 40 %. Натомість у зонах з меншою інтенсивністю кількість виконаних підйомів перевищувала розрахункові значення, що свідчить про вимушене зміщення навантаження у бік помірних і відносно легших ваг через недостатню готовність спортсменів до роботи з максимальною та субмаксимальною інтенсивністю.

Разом із тим, навіть за таких відхилень від початкового плану, застосоване тренувальне навантаження сприяло покращенню спортивних результатів у спортсменів контрольної групи в усіх трьох змагальних вправах. Це вказує на загальну ефективність тренувального процесу, хоча й не в оптимальному режимі інтенсивності.

У другому (змагальному) циклі першого етапу було внесено корективи до середньої кількості підйомів штанги за один підхід у кожній зоні

інтенсивності. Так, у першій зоні середня кількість повторень зменшилася до 4,5 замість запланованих 7, у другій – до 3,8 замість 5, у третій – до 2,5 замість 3, у четвертій – до 1,7 замість 2, а у п'ятій зоні – до 2 замість 3 повторень. Такі зміни були спрямовані на зниження надмірного навантаження та забезпечення більш адекватного відновлення спортсменів у змагальний період.

Після завершення першого етапу педагогічного експерименту результати тестування спеціальної фізичної підготовленості виявили статистично значущі відмінності між контрольною та експериментальною групами. Зокрема, у спортсменів експериментальної групи спостерігалось достовірне покращення результатів у виконанні змагальних вправ – присіданнях, жимі лежачи та становій тязі ( $p \leq 0,05$ ). Отримані дані свідчать про те, що запропонована система тренування, яка базувалася на використанні біохімічного контролю, забезпечувала більш виражений тренувальний ефект порівняно з традиційним підходом.

Спортсмени експериментальної групи змогли повністю реалізувати запланований обсяг тренувального навантаження із заданою інтенсивністю. Наприкінці кожного мікроциклу у них проводився біохімічний контроль для оцінки термінового ефекту тренувальних навантажень і своєчасної корекції тренувального процесу.

Фактичний розподіл підйомів штанги за зонами інтенсивності в експериментальній групі лише незначною мірою відрізнявся від запланованого. Основне відхилення полягало у деякому збільшенні кількості підйомів із середніми обтяженнями у третій зоні інтенсивності (70–80 %), тоді як парціальні навантаження в окремих вправах виконувалися відповідно до плану. Загальна кількість виконаних підйомів штанги склала 890 при запланованих 900, що свідчить про високий рівень відповідності фактичного тренувального навантаження розрахунковим параметрам.

Отримані результати дослідження дали підстави для подальшого коригування структури та змісту тренувального процесу. Порівняльний

аналіз приросту спортивних досягнень у контрольній та експериментальній групах показав, що у спортсменів контрольної групи темпи зростання результатів, особливо у швидко-силових (темпових) вправах, були помітно нижчими.

Другий етап дослідження розпочався з внесення цілеспрямованих змін до програми підготовки. Оскільки приріст результатів у змагальних вправах залишався недостатнім, було прийнято рішення зменшити частку жимових вправ. У підготовчому мезоциклі їх обсяг у контрольній групі скоротили до 15 % (зменшення на 10 %), а в експериментальній групі – до 10 % (також на 10 %). У змагальному мезоциклі частка жимових вправ в експериментальній групі була знижена до 15 % (на 5 %). За рахунок цього збільшили питому вагу присідань і тягових вправ, які мають вирішальне значення для підвищення результатів у пауерліфтингу.

Після внесених змін співвідношення вправ у тренувальному процесі набуло такого вигляду. У контрольній групі: присідання становили 25 %, жимові вправи – 20 %, тягові – 35 %, допоміжні вправи – 20 %. В експериментальній групі в підготовчому періоді частка вправ розподілялася так: присідання – 25 %, жимові – 30 %, тягові – 20 %, допоміжні – 25 %. У змагальному періоді експериментальної групи структура навантаження змінювалася відповідно до специфіки етапу підготовки: присідання – 20 %, жимові вправи – 20 %, тягові – 30 %, допоміжні вправи – 30 %.

На цьому етапі також було проведено уточнювальну перевірку максимально можливої кількості підйомів штанги за один підхід безпосередньо в умовах тренувального процесу, а також виконано біохімічний аналіз під час одного окремого тренувального заняття. Застосування результатів поточного біохімічного контролю для оцінки термінового тренувального ефекту в межах одного заняття вимагало чіткої, завчасно продуманої організації та використання найбільш оперативних методів біохімічних досліджень.

З урахуванням отриманих даних середню кількість повторень за підхід у кожній зоні інтенсивності, за винятком п'ятої, було збільшено на одне повторення. У результаті середня кількість підйомів штанги в першій зоні склала 8, у другій – 6, у третій – 4, а в четвертій зоні – 3 повторення. При цьому загальний розподіл кількості підйомів штанги за зонами інтенсивності залишався без змін.

Беручи до уваги те, що спортсмени контрольної групи не змогли ефективно виконувати вправи в умовах субмаксимальної та максимальної інтенсивності, було додатково переглянуто кількість вправ, що виконувалися саме в цих зонах навантаження, з метою зниження перевантаження та підвищення ефективності тренувального процесу.

Результати підсумкового тестування рівня загальної фізичної підготовленості наприкінці педагогічного експерименту (табл. 3.5) свідчать про те, що тренувальні навантаження у спортсменів контрольної групи мали недостатньо оптимальний характер і не забезпечували максимального розвитку фізичних якостей. Це підтверджується наявністю статистично значущих відмінностей між показниками контрольної та експериментальної груп.

Таблиця 3.5

**Результати тестування загальнофізичної підготовленості досліджуваних в кінці дослідження (n=19,  $\bar{X} \pm Sx$ )**

Показники	Група	До навантаження	Після навантаження	P
Час пробігання 30 м, с	ЕГ	4,16±0,10	4,02±0,09	p≤0,01
	КГ	4,30±0,11	4,25±0,08	p≤0,05
Стрибок з місця у довжину, см	ЕГ	243±4,2	248±3,4	p≤0,01
	КГ	236±7,5	237±6,8	p≥0,05
Стрибок з місця у висоту, см	ЕГ	112±4	119±3,6	p≤0,01
	КГ	105±4,9	108±4,3	p≤0,01
Потрійний стрибок з місця, см	ЕГ	658±25	676±21	p≤0,01
	КГ	639±19,3	645±16,6	p≤0,05

Зокрема, достовірні розбіжності були зафіксовані у низці контрольних вправ. У бігу на 30 м спортсмени експериментальної групи показали кращі результати порівняно з контрольною групою ( $p \leq 0,01$ ), що відображає вищий рівень швидкісних можливостей. Аналогічна тенденція спостерігалася і в стрибкових тестах: у стрибку в довжину з місця, стрибку у висоту з місця та у потрійному стрибку з місця показники експериментальної групи також були статистично вищими ( $p \leq 0,01$ ), що свідчить про кращий розвиток вибухової сили та швидкісно-силових якостей.

Отримані дані вказують на те, що застосована в експериментальній групі система планування тренувального процесу, з урахуванням корекції навантажень, була більш ефективною для розвитку загальної фізичної підготовленості. Натомість у контрольній групі характер і структура навантажень не повною мірою відповідали функціональним можливостям спортсменів, що й зумовило нижчі результати у тестових вправах.

Аналіз динаміки приросту показників загальної фізичної підготовленості свідчить про те, що тренувальний процес в експериментальній групі протягом чотирьох місяців забезпечив статистично достовірне покращення результатів у порівнянні з контрольною групою. У спортсменів експериментальної групи, де побудова тренувальних навантажень здійснювалася з урахуванням даних біохімічного контролю та регулярно коригувалася відповідно до функціонального стану організму, спостерігалася більш виражене зростання рівня фізичної підготовленості.

У процесі експерименту спортсмени експериментальної групи поступово почали випереджати представників контрольної групи за більшістю тестових показників, що свідчить про кращу адаптацію до тренувальних навантажень та ефективніше використання резервів організму. На відміну від цього, у контрольній групі, де корекція навантажень здійснювалася без систематичного біохімічного аналізу, темпи зростання результатів були менш вираженими.

Отримані результати переконливо підтверджують доцільність і ефективність застосування біохімічного контролю як інструменту оцінки адекватності тренувальних навантажень та оперативного управління тренувальним процесом пауерліфтерів. Використання цього підходу дозволяє своєчасно вносити необхідні зміни у структуру і обсяг навантажень, що сприяє підвищенню спортивних результатів та оптимізації підготовки спортсменів.

### **Висновки до третього розділу**

Результати проведених досліджень свідчать про те, що використання методики визначення оптимальних тренувальних навантажень із залученням поточного біохімічного контролю дає змогу об'єктивно оцінювати ступінь впливу фізичних навантажень на організм спортсменів як у різні фази відновлення, так і безпосередньо в процесі навчально-тренувальних занять. Такий підхід створює умови для індивідуалізації та диференціації тренувальних впливів, а також дозволяє аналізувати глибину біохімічних зрушень залежно від обсягу виконаної роботи та рівня підготовленості.

У межах виконаної роботи основним завданням було визначення раціональних параметрів тренувальних навантажень на основі оперативного біохімічного контролю, встановлення середнього робочого вагового діапазону штанги в окремих вправах і з'ясування частки навантаження, що припадає на різні рівні обтяжень. Запропонована система біохімічного моніторингу виявилася особливо ефективною для швидкого коригування тренувального процесу у змагальному періоді.

Аналіз двох мезоциклів підготовки спортсменів дозволив визначити оптимальний розподіл навантажень між групами вправ, а також встановити відносну величину ваги штанги, за якої тренувальний вплив був найбільш результативним. Це було зроблено на основі даних поточного аналізу біохімічних показників, що відображали терміновий тренувальний ефект.

Отримані результати свідчать, що у підготовчому місяці ефективний обсяг навантаження коливався в межах 800–920 підйомів штанги, тоді як у змагальному періоді – від 650 до 745 підйомів. Окремо аналізувалися ситуації, коли за результатами експрес-контролю біохімічних показників вдавалося досягти приросту спортивного результату на 2,5 кг і більше.

Упродовж чотирьох етапів експерименту спортсмени тренувалися за двома різними підходами. У контрольній групі планування тренувань здійснювалося на основі традиційних зовнішніх критеріїв, тоді як в експериментальній групі побудова навантажень ґрунтувалася на результатах біохімічного аналізу термінового впливу силових навантажень на організм. Перед кожним тренуванням тренер отримував об'єктивну інформацію про реакцію спортсмена на попереднє навантаження, що дозволяло своєчасно вносити індивідуальні корективи в тренувальний процес.

У ході експерименту було визначено не лише мінімальні та максимальні межі навантажень, за яких спостерігався приріст результатів, а й встановлено найбільш ефективні поєднання тренувальних методик у часовому аспекті, що забезпечували максимальний прогрес. Аналіз часової структури тренувального процесу показав, що спортсмени експериментальної групи, підготовка яких здійснювалася з урахуванням біохімічних показників сечі та слини, збільшили сумарний результат у триборстві в середньому приблизно на 13 кг.

Водночас у контрольній групі приріст результатів із кожним етапом експерименту поступово зменшувався. Так, на першому етапі середнє зростання становило близько 8 кг, на другому – 7 кг, на третьому – лише 2 кг, а на четвертому етапі прогрес практично був відсутній.

Таким чином, застосована методика сприяла суттєвому зростанню спортивних досягнень і дозволила спортсменам за 6 місяців підвищити рівень своєї спортивної кваліфікації. Було встановлено, що зі зростанням майстерності збільшується частка навантажень у присіданнях і тягових вправах, що, ймовірно, пов'язано з акцентом на розвиток максимальної сили

м'язів. Отримані дані підтверджують, що саме робота з великими обтяженнями має вирішальне значення для приросту силових показників, а відносна інтенсивність у цих вправах є вищою, ніж в інших групах.

Аналіз біохімічних показників показав, що силові тренування, як правило, не викликають зниження рівня глюкози в сечі та слині. Випадки зниження концентрації глюкози у слині є поодинокими і можуть змінюватися підвищенням наприкінці заняття. Це свідчить про відносну рівновагу між процесами використання та мобілізації вуглеводів під час занять атлетизмом, яка легко зміщується в той чи інший бік залежно від умов виконання роботи.

Також було встановлено, що реакція лактатного обміну на однакові тренувальні заняття може суттєво відрізнятися у різних спортсменів. Безперервне зростання концентрації молочної кислоти частіше спостерігалось у менш підготовлених атлетів. Поряд із цим силові навантаження супроводжувалися вираженою активацією білкового обміну, що підтверджувалося значним підвищенням рівня загального білка в слині.

Результати біохімічного контролю разом із динамікою спортивних досягнень показали, що спортсмени експериментальної групи виконували більші за обсягом навантаження, ніж у контрольній групі, але завдяки постійному аналізу та корекції тренувального процесу це не призводило до перевтоми чи перетренованості. Це дозволяє зробити висновок, що в контрольній групі потенційно було можливе підвищення величини тренувальних навантажень.

Проблема оптимального обсягу та інтенсивності тренувальних навантажень є однією з ключових у теорії та практиці спорту, оскільки рівень функціональної перебудови організму безпосередньо залежить від величини навантаження. Водночас надмірне виснаження може гальмувати процеси відновлення та знижувати функціональні можливості спортсмена. З підвищенням тренуваності стандартні навантаження викликають усе менші зміни в організмі, що вимагає поступового збільшення тренувальних впливів для забезпечення подальшого прогресу.

Разом із тим, у силових видах спорту обмежувальним фактором часто виступає не енергетичний обмін, а напруження центральної нервової системи. Тому подальше зростання навантажень доцільно реалізовувати не лише за рахунок класичних вправ, а й через використання тренажерів, що також сприяє підвищенню рівня загальної фізичної підготовленості.

Отримані результати підтверджують співіснування анаеробних і аеробних механізмів ресинтезу АТФ у процесі силових тренувань, що обумовлює необхідність розвитку обох енергетичних систем. Характер біохімічних змін у сечі та слині спортсменів підкреслює важливість індивідуального підходу до планування навантажень з урахуванням особливостей реакції організму на тренувальний вплив.

Загалом експериментально обґрунтовані параметри оптимальних тренувальних навантажень для пауерліфтерів, раціональна побудова місячних і тижневих циклів, а також використання результатів поточного біохімічного контролю для корекції термінового тренувального ефекту відіграли важливу роль у досягненні високої ефективності тренувального процесу.

## РОЗДІЛ 4

### УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою проведеного дослідження було визначення ефективності використання поточного біохімічного контролю для оцінки та корекції тренувальних навантажень у пауерліфтерів на різних етапах підготовки. Дослідження включало педагогічний експеримент, що тривав шість місяців і був поділений на чотири етапи по три місяці, кожен з яких складався з двох мезоциклів: підготовчого (два місяці) та змагального (один місяць). Основною метою експерименту було визначення оптимальної величини навантажень для забезпечення максимального приросту спортивних результатів з урахуванням індивідуальних особливостей спортсменів.

Використання біохімічного контролю (аналіз сечі та слини) дозволяло оцінювати терміновий ефект тренувального впливу на організм атлетів. Було визначено ряд ключових біохімічних показників, таких як глюкоза, сечовина, лактат, креатинін, загальний білок, дихаючий коефіцієнт і SH-групи, що відображають енергетичний обмін, анаеробну активність, білковий обмін, стан антиоксидантної системи та реакцію організму на фізичне навантаження.

Результати дослідження показали, що:

1. Глюкоза у сечі та слині значно підвищувалася після тренування, що свідчить про активацію глюконеогенезу та мобілізацію енергетичних ресурсів. На початку підготовчого періоду до тренування рівні були низькими, а після навантаження – суттєво підвищувалися. На кінець періоду відзначалося аналогічне підвищення, що підтверджує стабільність метаболічної відповіді на фізичне навантаження.
2. Сечовина демонструвала суттєве підвищення після тренування, що відображало активний білковий обмін і накопичення продуктів метаболізму. На кінець підготовчого періоду концентрація сечовини до

тренування дещо знизилася, однак після навантаження залишалася високою, що свідчить про адаптацію організму до силових вправ.

3. Лактат, як маркер анаеробної активності, зростав після кожного тренування. Показники свідчили про ефективну адаптацію м'язової системи та активну анаеробну роботу під час виконання силових вправ.
4. Протеїни у сечі та слині значно підвищувалися після навантаження, що демонструвало активізацію білкового обміну та мобілізацію ресурсів організму під час тренування.
5. Креатинін, маркер енергетичного метаболізму та функції нирок, також показував зростання після тренувального впливу, підтверджуючи підтримку активності енергетичних процесів у спортсменів.
6. Дихаючий коефіцієнт демонстрував менш різке, але стабільне підвищення після тренувань, що відображало активацію окислювальних процесів і мобілізацію енергетичних ресурсів.
7. SH-групи демонстрували менш виражені зміни, але їх підвищення після тренування відображало реакцію організму на окислювальний стрес та стан антиоксидантної системи.

Проведений біохімічний контроль дозволяв отримати оперативну інформацію про стан метаболізму та функціональної активності організму спортсменів, що створювало підґрунтя для індивідуальної корекції тренувального процесу.

На підставі отриманих даних було розроблено методику диференційованого планування тренувального процесу. Кількість підйомів штанги, розподіл навантажень за групами вправ та інтенсивністю були скориговані залежно від біохімічного контролю.

1. У контрольній групі первинний план тренувань передбачав розподіл вправ на змагальні, спеціально-підготовчі та загально-підготовчі у співвідношенні 30/30/40%, тоді як у експериментальній групі з більшим обсягом підйомів штанги цей розподіл був 25/40/35 %.

2. Місячний обсяг підйомів штанги розподілявся по тижнях у відповідності до зони інтенсивності, а парціальні навантаження у конкретних вправах визначалися з урахуванням максимальної ефективності та поточного біохімічного стану спортсменів.
3. Інтенсивність підйомів у кожній зоні (від 55 до 100 % від максимальної ваги штанги) підбиралася таким чином, щоб забезпечити оптимальний баланс між навантаженням і відновленням, а кількість повторень за підхід визначалася експериментально залежно від ваги штанги.

Завдяки такому підходу у експериментальній групі фактичне виконання навантажень майже повністю відповідало плану, а сумарний обсяг підйомів становив 890 із запланованих 900, тоді як у контрольній групі деякі зони інтенсивності були виконані нижче запланованого рівня, що відображало недостатню адаптацію спортсменів до навантажень.

Результати педагогічного експерименту показали:

1. Приріст спортивних результатів у спортсменів експериментальної групи був достовірно вищим, ніж у контрольній. У трьох основних вправах – присідання, жим лежачи та станову тягу – результати експериментальної групи після першого етапу зросли статистично значимо ( $p \leq 0,05$ ).
2. Використання поточного біохімічного контролю дозволяло уникнути перетренованості, навіть при більш високих обсягах навантажень у експериментальній групі.
3. Контрольна група продемонструвала менший приріст результатів та поступове зменшення прогресу з кожним етапом, що свідчить про недостатню ефективність планування навантажень без урахування індивідуальної реакції організму.

Також наші дослідження показали, що:

1. Силові тренування не викликали зниження концентрації глюкози в сечі та слині, що свідчить про підтримку енергетичної рівноваги під час занять.

2. Зростання лактату у менш підготовлених спортсменів відображало високу інтенсивність анаеробної роботи та потребу у подальшій адаптації.
3. Активізація білкового обміну підтверджувалася підвищенням рівня загального білка у слині в 3,3–5,2 рази.

Ці дані підкреслюють, що силові тренування у пауерліфтерів супроводжуються значним мобілізаційним та анаеробним ефектом, що обумовлює необхідність індивідуальної корекції тренувального процесу.

Стосуються удосконалення та оптимізації тренувального процесу, підвищення його ефективності та раціонального розподілу навантажень, то:

1. Біохімічний контроль дозволяє оперативно оцінювати вплив навантажень на організм спортсмена та коригувати тренування з урахуванням індивідуальної реакції.
2. Методика розподілу навантажень за групами вправ, зонами інтенсивності та вагою штанги сприяє оптимізації прогресу та запобігає перевтомі.
3. Підвищення тренованості спортсменів потребує збільшення частки навантажень у присіданнях та тягових вправах з відносно великими вагами штанги, що забезпечує максимальний приріст силових показників.
4. Експериментальні дані свідчать про необхідність одночасного розвитку анаеробних і окислювальних механізмів ресинтезу АТФ для забезпечення підвищення робочих можливостей організму.
5. Індивідуалізація тренувального процесу є ключовим фактором для досягнення високих спортивних результатів і включає як корекцію обсягу та інтенсивності навантажень, так і врахування особливостей біохімічної відповіді організму.

У цілому, результати дослідження підтвердили високу ефективність застосування поточного біохімічного контролю для планування та корекції тренувальних навантажень у пауерліфтерів. Спортсмени експериментальної групи продемонстрували суттєво вищі прирости спортивних результатів, більш ефективну адаптацію до тренувальних навантажень та стабільність

біохімічних показників порівняно з контрольною групою. Методика дозволяє індивідуалізувати тренування, зменшувати ризик перевтоми та перетренованості, а також забезпечує системний розвиток силових та метаболічних можливостей організму.

Отримані дані можуть стати основою для розробки практичних рекомендацій щодо планування тренувальних циклів у пауерліфтерів, підбору обсягу та інтенсивності навантажень, а також для впровадження регулярного біохімічного контролю в процес підготовки спортсменів високого рівня.

## ВИСНОВКИ

На основі проведеного дослідження щодо оптимізації тренувального процесу у спортсменів, що займаються пауерліфтингом, можна зробити комплексні висновки про ефективність використання біохімічного контролю для планування та корекції тренувальних навантажень. Дослідження показали, що для досягнення високої ефективності підготовки спортсменів необхідно поєднувати етапний контроль кумулятивного та відставленого тренувального ефекту з постійним моніторингом короточасних змін у біохімічних показниках організму, що виникають у результаті конкретного тренувального заняття. Такий підхід дозволяє більш точно регулювати інтенсивність, обсяг та структуру навантажень протягом річного циклу підготовки спортсменів, що забезпечує оптимальне управління тренувальним процесом і дозволяє уникати перевантажень та перетренованості.

Застосування експрес-методики біохімічного контролю слини та сечі дало можливість отримувати об'єктивну інформацію про ступінь впливу фізичного навантаження на організм спортсмена. Це дозволяло тренеру своєчасно коригувати інтенсивність та обсяг навантажень, індивідуалізувати тренування і адаптувати їх під конкретний стан спортсмена у межах одного заняття. Такі корекції особливо важливі в період підготовки до змагань, коли точність планування навантажень безпосередньо впливає на спортивні результати. Дослідження показали, що навантаження із середньою інтенсивністю близько 73 % у змагальний період викликає більш виражені короточасні біохімічні зміни у слині та сечі після тренування порівняно з підготовчим періодом, коли інтенсивність була вищою – 84 %. Це свідчить про те, що помірні навантаження більш ефективно стимулюють адаптаційні процеси організму, забезпечують стабільне відновлення і сприяють довготривалому прогресу.

Встановлено, що відставлені тренувальні ефекти у розвитку сили та силової витривалості досягаються більш стабільно і за коротший проміжок

часу при використанні помірних навантажень, ніж при максимальних і субмаксимальних навантаженнях. Це дозволяє уникнути перевантажень і забезпечує стійкий прогрес спортсменів, а також підвищує безпеку тренувального процесу. У підготовчому періоді надмірне використання великих ваг не лише не покращує результати, а й може знижувати спортивну працездатність через одночасне зменшення обсягу та інтенсивності тренувань.

Тренування, орієнтоване на розвиток сили, забезпечує комплексну біохімічну адаптацію організму: воно підготовлює спортсменів до виконання швидкісних навантажень, високої інтенсивності та обсягу роботи, а також до тривалих навантажень. Це свідчить про мультифункціональний вплив силових тренувань на організм спортсменів. Результати біохімічного контролю показали, що тренування силової направленості супроводжуються значним підвищенням рівня білка, лактату, креатиніну та інших метаболітів у слинні і сечі, що відображає активну мобілізацію енергетичних ресурсів та інтенсивний білковий обмін. Такі процеси характерні для спортсменів пауерліфтингу та свідчать про специфічні адаптаційні механізми організму під впливом силових навантажень.

Педагогічний експеримент показав, що планування тренувальних і змагальних навантажень має здійснюватися на основі об'єктивних показників комплексного біохімічного контролю, а не лише виходячи з кількісних і часових характеристик підготовки, що часто використовується у сучасному спорті. Учасники експериментальної групи, які тренувалися з урахуванням результатів біохімічного моніторингу, показали значно кращі результати в розвитку силових показників і спеціальної підготовленості, ніж спортсмени контрольної групи. Вони стабільно виконували запланований обсяг тренувальних навантажень із заданою інтенсивністю, що свідчить про ефективність систематичного моніторингу та диференційованого підходу до побудови тренувального процесу.

Аналіз спортивних результатів показав, що у експериментальній групі приріст сумарного результату у триборстві складав близько 13 кг за весь річний цикл, тоді як у контрольній групі цей показник зменшувався на кожному етапі: від 8 кг за перший етап до відсутності приросту на четвертому. Це свідчить про те, що застосування біохімічного контролю дозволяє не лише контролювати стан організму спортсмена, а й максимально ефективно розподіляти навантаження для досягнення прогресу без ризику перевтоми.

Згідно з результатами дослідження, із зростанням спортивної майстерності збільшується частка навантажень у присіданнях та тягових вправах, що пов'язано з тим, що розвиток м'язової сили прямо залежить від роботи з великими вагами. При цьому спостерігається баланс між анаеробними та окислювальними механізмами ресинтезу АТФ, що забезпечує ефективну підготовку організму спортсмена до високих фізичних навантажень різного типу.

Важливо відзначити, що індивідуальні особливості спортсменів впливають на характер протікання обміну речовин під час тренувань. Деякі спортсмени демонструють підвищення молочної кислоти або білкового обміну більш виражено, інші – менш. Це підтверджує необхідність персоналізації тренувального процесу, підбору інтенсивності та обсягу навантажень відповідно до реакцій організму спортсмена, що забезпечує максимально ефективне збільшення фізичних можливостей та уникнення перевантажень.

Таким чином, результати проведеного дослідження доводять, що застосування біохімічного контролю у плануванні та корекції тренувального процесу пауерліфтерів дозволяє досягати високих спортивних результатів, забезпечує оптимізацію обсягу та інтенсивності навантажень, адаптує організм спортсмена до різних видів фізичних навантажень та сприяє підвищенню силових показників і витривалості без ризику перетренованості. Ці результати відкривають нові перспективи для індивідуалізації

тренувального процесу та розвитку сучасних методик підготовки спортсменів високого класу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антипенко Л. В. Біохімічний моніторинг фізіологічних змін у спортсменів. Львів: ЛНУ, 2021. 96 с.
2. Антонов М. В., Коробейников Г. П., Хмельницька І. В. Біохімічні показники адаптації спортсменів до силових навантажень. Київ: Олімпійська література, 2021. 112 с.
3. Бойко В. М. Біохімічний моніторинг фізичних навантажень у циклічних та силових видах спорту. Київ: НУФВСУ, 2021. 96 с.
4. Бурячок Є. С. Контроль та регулювання тренувального процесу пауерліфтерів за біохімічними показниками: магістерська робота. Миколаїв: ЧНУ ім. Петра Могили, 2023. 77 с.
5. Виноградов В. Є. Планування тренувального процесу у видах витривалості. Київ: НУФВСУ, 2018. 260 с.
6. Голубєв В. О., Пархоменко Н. В. Біохімічний контроль у циклічних та силових видах спорту / Фізична культура, здоров'я та спорт, 2022. № 2(34). С. 45–53.
7. Гребеник О. В. Біомеханічні критерії ефективності спортивної техніки / Спортивна наука України. 2022. № 1. С. 22–27.
8. Гришко І. В. Методи оцінювання функціонального стану організму спортсменів. Київ: НУФВСУ, 2023. 102 с.
9. Дутчак М. В. Теоретичні основи управління підготовкою спортсменів. Київ: НУФВСУ, 2014. 336 с.
10. Дьяків О. С., Тимченко Л. П. Методика оцінки ферментативної активності крові спортсменів під впливом силових навантажень / Спортивна наука України, 2021. № 1. С. 21–28.
11. Дяченко А. Ю., Бін Вей. Методи математичної обробки та моделювання фізіологічних показників спортсменів. К.: Олімпійська література, 2021. 88 с.

12. Іваненко С. М. Контроль та корекція тренувального процесу у пауерліфтингу / Спортивна медицина України, 2023. № 1. С. 12–21.
13. Іваненко С. М. Контроль тренувального процесу в силових видах спорту / Спортивна наука України, 2022.
14. Кафедра біохімії та гігієни. Біохімічний контроль у спорті: розділ 13. ЛДУФК, 2018. С. 1–25.
15. Кириченко Т. Г. Загальна фізична підготовленість спортсменів-пауерліфтерів як основа ефективного розвитку сили / Науковий часопис Українського державного університету імені М. Драгоманова. Серія 15. 2023. № 12(172). С. 58–66.
16. Козак В. М., Роженко П. В. Адаптаційні зміни біохімічних показників у спортсменів при силовому тренуванні. Львів: ЛНУ, 2020. 98 с.
17. Коробейніков Г. В., Лисенко О. М. Психофізіологічні критерії ефективності спортивної діяльності. Київ: Наукова думка, 2019. 284 с.
18. Костенко В. П., Дмитренко І. С. Біохімічні показники функціонального стану спортсменів силового профілю. Київ: Олімпійська література, 2021. 115 с.
19. Костюкевич В. М., Врублевський Є. П. Теоретичні аспекти управління тренувальною діяльністю спортсменів. Вінниця: ТВОРИ, 2017. 268 с.
20. Костюкевич В. М., Щепотіна Н. Ю. Контроль і корекція тренувальних навантажень спортсменів. Вінниця: ТВОРИ, 2018. 312 с.
21. Кравець Л. М. Біохімічні маркери тренуваності пауерліфтерів / Спортивна наука України, 2022. № 2. С. 21–29.
22. Кравченко П. О. Біохімічні маркери тренуваності спортсменів / Фізична культура, здоров'я і спорт, 2021. № 4. С. 15–22.
23. Кравченко П. О., Гнатенко А. В. Використання біохімічного контролю для оцінки адаптації спортсменів. Львів: ЛНУ, 2021. 102 с.
24. Круцевич Т. Ю. Наукові засади організації спортивної підготовки. Київ: НУФВСУ, 2019. 312 с.

25. Круцевич Т. Ю. Теорія і методика фізичного виховання. Київ: Олімпійська література, 2017. Т. 2. 448 с.
26. Круцевич Т. Ю. Управління руховою активністю спортсменів. Київ: Олімпійська література, 2016. 352 с.
27. Кузьменко А. В. Кардіореспіраторні зміни у спортсменів силового профілю / Фізична культура та спорт, 2023. №3. С. 55–63.
28. Курільчик Г., Кучер А., Кучер О. Вплив фізичних навантажень на біохімічні процеси в організмі людини / Проблеми і перспективи розвитку спортивних ігор та єдиноборств у ЗВО, 2025. Т. 1. С. 112–120.
29. Левченко Т. Б. Адаптація організму до тренувальних навантажень. Харків: ХНУ, 2024. 130 с.
30. Левченко Т. Б., Романенко Ю. С. Моніторинг фізіологічних показників у силових видах спорту / Фізична культура і спорт, 2023. № 2. С. 50–58.
31. Лисенко Т. В. Використання біохімічних маркерів у тренувальному процесі силових спортсменів / Спорт і здоров'я, 2023. № 4. С. 15–22.
32. Малишева Т. О., Петрів Ю. М. Фізіологічні аспекти силової підготовки спортсменів / Фізична культура і спорт, 2023. № 3. С. 67–75.
33. Малютова О. М., Козловська О. Г. Вплив фізичних навантажень на водний баланс організму / Фізична культура в університетській освіті, 2023. С. 188.
34. Марченко О. І. Біохімічний контроль у тренувальному процесі атлетів / Наукові праці університету, 2023.
35. Марчук І. С., Гнатенко А. В. Адаптація серцево-судинної системи спортсменів до силових навантажень / Спортивна медицина України, 2022. № 2. С. 15–24.
36. Мельник С. В. Оцінка ферментативної активності при силових навантаженнях / Фізична культура і спорт, 2023. №3. С. 58–66.
37. Міністерство молоді та спорту України. Матеріали конференції з біохімічного контролю та фізіологічної діагностики в спорті. Київ, 2025. С. 10–51.

38. Міністерство освіти і науки України. Матеріали конференції: біохімічні процеси та фізична підготовка спортсменів. Запоріжжя, 2024.
39. Нікітюк Р. М. Біохімічні аспекти спортивної фізіології. Львів: ЛНУ, 2022.
40. Нікітюк Р. М. Фізіологічні показники тренуваності спортсменів силового профілю. Львів: ЛНУ, 2021. 134 с.
41. Олійник М. Г. Функціональна діагностика спортсменів. К.: НУФВСУ, 2023.
42. Омельченко І. В., Козак В. М. Методика оцінки біохімічних показників спортсменів пауерліфтингу. Харків: ХНУ, 2022. 104 с.
43. Павленко О. В., Тимошенко С. М. Вплив силових навантажень на гормональний статус спортсменів / Фізичне виховання та спорт, 2023. № 4. С. 44–51.
44. Пастухова В. А. Медико-біологічні аспекти навчання спортсменів / Матеріали конференції «Актуальні проблеми спортивної медицини», Київ, 2018.
45. Пастухова В. А., Сидоренко І. П. Практичне застосування біохімічного моніторингу у тренувальному процесі пауерліфтерів. Київ: НУФВСУ, 2022. 120 с.
46. Петренко Ю. С., Гнатюк І. В. Вплив силових тренувань на рівень гормонів та ферментів у крові спортсменів. Львів: ЛНУ, 2020. 104 с.
47. Полатайко Ю. О. Вплив силових навантажень на реактивність кардіореспіраторної системи спортсменів / Physical education, sport and health culture in modern society, 2012. № 3(19). С. 367–372.
48. Пуздимір М. Біохімічний контроль у циклічних видах спорту : проблеми і перспективи / Молода спортивна наука України, Львів, 2007. Вип. 11, т. 4. С. 227–231.
49. Редько А. І. Біохімічний контроль як складова сучасної підготовки пауерліфтерів високої кваліфікації: магістерська робота. Луганськ: Луганський нац. ун-т імені Т. Шевченка, 2023.

50. Рибак О. П. Біохімічний контроль та аналіз лактату у спортсменів силового профілю / Фізична культура та спорт, 2022. № 2. С. 72–79.
51. Ровний А. С., Ільїн В. М., Лізогуб В. С., Ровна О. О. Фізіологія спортивної діяльності. Харків: ХНАДУ, 2015. 556 с.
52. Романчук В. П. Фізіологія пауерліфтингу: адаптаційні механізми організму. Київ: НУФВСУ, 2022. 167 с.
53. Романчук Ю. В. Фізіологія силових навантажень у пауерліфтерів. Одеса: ОДППО, 2021. 120 с.
54. Романюк Ю. В. Фізіологія силових навантажень. Одеса: ОДППО, 2021.
55. Савченко О. І. Біохімічний контроль адаптації спортсменів до тренувальних навантажень. Харків: ХНУ, 2021. 128 с.
56. Саєнко В., Дубовой О., Дубовой В. Біохімічний аналіз сечі пауерліфтерів високої кваліфікації на тренувальних заняттях та змаганнях / Олімпійський і професійний спорт, 2025. С. 5–12.
57. Сидоренко І. П. Методи оцінки адаптації спортсменів до силових навантажень / Фізична культура та спорт, 2025. № 1. С. 33–42.
58. Тарасенко О. М., Козловська Л. В. Методика контролю тренувального процесу пауерліфтерів. Харків: ХНУ, 2023. 110 с.
59. Титаренко Л. І., Григоренко О. С. Біохімічний контроль в адаптаційних процесах спортсменів. Одеса: ОДППО, 2022. 112 с.
60. Тищенко В., Соколова О., П'ятничук Д., П'ятничук Г. Сучасні технології у біомеханічному контролі у фізичному вихованні і спорті / *Physical Culture and Sport: Scientific Perspective*, 2025. Т. 2, № 1. С. 233–241.
61. Ткаченко Н. М., Левченко О. С. Біохімічні показники адаптації організму до силових навантажень. Київ: НУФВСУ, 2023. 99 с.
62. Федоренко П. А., Лещенко М. В. Планування силових тренувань у пауерліфтингу з використанням біохімічного контролю / Спортивна наука України, 2022. № 2. С. 54–61.
63. Фролова Т. В. Методи біохімічного моніторингу у спортивній підготовці / Фізична культура та спорт, 2022. № 1. С. 33–40.

64. Харченко І. С., Бойко В. М. Методичні підходи до оцінки ефективності тренувальних циклів силових спортсменів. Київ: Олімпійська література, 2021. 95 с.
65. Цвях О. О., Лелека В. М. Біохімія фізичних вправ: навчально-методичний посібник. Миколаїв: Іліон, 2025. 147 с.
66. Чернуха І. С., Горощенко В. Є. Гормональні зміни під впливом силових навантажень / Фізична культура і спорт, 2022. № 1. С. 43–50.
67. Шавель Х. Є., Решетило С. Г., Тимочко-Волошин Р. І. Біохімічний моніторинг функціонального стану спортсменів 16–20-річних у річному циклі підготовки / Physical Culture as a Tool for Personal Development: International scientific conference. Riga, 2025. С. 45–49.
68. Шевченко Л. В. Регулювання силових навантажень у пауерліфтері на основі показників лактату та креатинкінази / Фізична культура, здоров'я і спорт, 2023. № 3. С. 77–84.
69. Ярошенко О. В., Кривенко С. М. Біохімічні маркери тренуваності спортсменів силового профілю. Одеса: ОДППО, 2022. 88 с.
70. Bishop D. An applied research model for the sport sciences / Sports Med. 2008. Т. 38. С. 253–263.
71. Blood Biomarker Analysis for the High-Performance Athlete / Sports Science Exchange. 2020. № 3. С. 1–10.
72. Byrne C., Twist C., Eston R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications / Sports Med. 2004. Т. 34, № 1. С. 49–69.
73. Clarkson P. M., Hubal M. J. Muscle damage, repair, and adaptation following exercise / J. Appl. Physiol. 2002. Т. 91. С. 998–1007.
74. Foster C., et al. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome / Med. Sci. Sports Exerc. 1996. Т. 28. С. 585–590.
75. Haff G. G., Triplett N. T. Essentials of Strength Training and Conditioning – Champaign, IL: Human Kinetics, 2015. 784 с.

76. Heled Y., Bloom M. S., Wu T., El-Sayed M., Green D. J., Benowitz N. L. Interleukin-6, growth hormone, and insulin-like growth factor responses to exercise / *J. Sports Sci.* 2004. T. 22, № 4. C. 307–315.
77. Impellizzeri F. M., Marcora S. M. Monitoring Training Load: Methodological Considerations for Coaches and Practitioners / *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2017. C. S2–S161.
78. Jung-Kyu Kim, Sunghwun Kang, Kyu-Min Park. Effect of Resistance Training and Detraining on Metabolic and Inflammatory Markers / *J. Men's Health.* 2019. T. 15, №2. C. 36–46.
79. Kavouras S. A., et al. Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes / *J Strength Cond Res.* 2017;31(10):2920–2937.
80. Lee E. C., Fragala M. S., Kavouras S. A., et al. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes / *J. Strength Cond. Res.* 2017. T. 31, № 10. C. 2920–2937.
81. Meeusen R., Duclos M., Foster C., et al. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome / *Eur. J. Sport Sci.* 2013. T. 13. C. 1–24.
82. Mujika I., Padilla S. Scientific bases for precompetition tapering strategies / *Med. Sci. Sports Exerc.* 2003. T. 35, № 7. C. 1182–1187.
83. Pedlar C. R., et al. Blood-Based Biomarkers for Managing Workload in Athletes / *Sports Med.* 2023. T. 53. C. 123–138.
84. Saw A. E., Main L. C., Gatin P. B. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures / *Br. J. Sports Med.* 2016. T. 50, № 5. C. 281–291.
85. Soler-López A., Moreno-Villanueva A., Gómez-Carmona C. D., Pino-Ortega J. The Role of Biomarkers in Monitoring Chronic Fatigue Among Male Professional Team Athletes: A Systematic Review / *Sensors.* 2024. T. 24, № 21. C. 1–24.
86. Townsend J. R., et al. Blood-Based Biomarkers for Managing Workload in Athletes / *Sports Med.* 2023. T. 53. C. 123–138.