

МІНІСТЕРСТВО ФІНАНСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ПОДАТКОВИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, СПОРТУ
ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ ОЗДОРОВЛЕННЯ ТА ФІЗКУЛЬТУРНО-
СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ

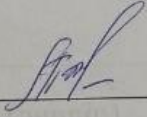
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Оцінка впливу фітоадаптогенів на швидкість проведення
нервового імпульсу при силових навантаженнях»

здобувача вищої освіти другого магістерського рівня, II курсу, ФКМ-22-1
групи, спеціальності 017 «Фізична культура і спорт»,
освітня програма «Фізична культура і спорт»

Здобувача вищої освіти другого магістерського рівня,
ФКМз – 22-1 групи,

Спеціальність 017 «Фізична культура і спорт»

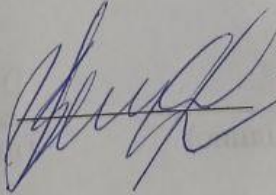
Освітня програма «Фізична культура і спорт»  Цимбарович Геннадій Петрович

Науковий керівник



Головащенко Р. В. к. н. з фізичного
виховання і спорту, доцент

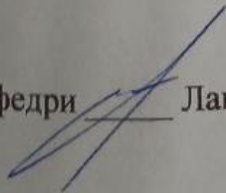
Керівник освітньої програми



Крупеня С. В. к. н. з фізичного
виховання і спорту, доцент

Допущено до захисту за рішенням кафедри фізичного виховання, спорту та здоров'я
Протокол від « 19 » 01 2023 № 10

Завідуючий кафедри



Лаврентьев О. М., к. н. з фізичного виховання і спорту, доцент

Ірпінь 2024

Реєстрація № 4 01.02.2024 [підпис]
(дата) (підпис відповідальної особи)

Результати перевірки 07.02.24 19.01.24
(до захисту, на доопрацювання) (дата) [підпис]

Результат захисту 82 (B) 4 07.02.24 [підпис]
(оцінка) (дата) (підпис)

Голова комісії: 8 Г.П. Гресак
(підпис) (ініціали, прізвище)

Члени комісії:

[підпис] М. Павресько
(підпис) (ініціали, прізвище)

[підпис] Ю.П. Сергієнко
(підпис) (ініціали, прізвище)

[підпис] Р.В. Гончарук
(підпис) (ініціали, прізвище)

Об'єкти контролю	Діапазон оцінки в балах	Фактична кількість балів	Примітки	Дата, П.І.П.: керівника, голови комісії, членів комісії, секретаря, (підписи)
ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ КЕРІВНИКОМ ТА РЕЦЕНЗЕНТОМ				
1. Зміст кваліфікаційної роботи (якість теоретичного матеріалу, його зв'язок з практичним, вміння представляти матеріал в логічній послідовності, наявність висновків та пропозицій)	від 0 до 30	21		
2. Дотримання вимог щодо оформлення	від 0 до 10	10		
3. Вчасне виконання роботи на всіх етапах у встановлені кафедрою терміни	від 0 до 5	5		
4. Рецензент	від 0 до 5	5		
РАЗОМ БАЛІВ*	від 0 до 50	41		
ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ КОМІСІЄЮ ПО ЗАХИСТУ				
1. Доповідь	від 0 до 10	9		
2. Роздатковий матеріал	від 0 до 5	—		
3. Знання теоретичного та практичного матеріалу, вміння відповідати на запитання	від 0 до 25	25		
5. Апробація (участь у конференціях)	від 0 до 10	7		
РАЗОМ БАЛІВ	від 0 до 50	41		
ЗАГАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ БАЛІВ	від 0 до 100	82		

ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ЗА 100-БАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Дата	П.І.П.: голови, членів комісії, секретаря, (підписи)
82	B	4	07.02.24	Григорук Г.П. Лавренюк О.П. Сергієнко Ю.П. Головащенко Р.В. Стегурса Т.М.

Правила переведення оцінок до національної шкали та шкали ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)
80-89	B	4 (добре)
70-79	C	3 (задовільно)
60-69	B	
50-59	E	
35-49	EX	2 (незадовільно)

Затверджую

Завідувач кафедри фізичного виховання,
спорту та здоров'я _____

М. Лаврентьєв

« 30 » 11 2022р.

Завдання на кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

Цимбарович Геннадій Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи: **"Оцінка впливу фітоадаптогенів на швидкість проведення нервового імпульсу при силових навантаженнях"**

Затверджена наказом ректора від « 30 » 11 2022 № 1246

1. Строк здачі закінченої роботи _____

2. Цільова установка

Мета дослідження – оцінка доцільності та обґрунтованості використання рослинних адаптогенів для прискорення проведення нервово-мязового імпульсу.

Об'єкт дослідження – нервовий імпульс під час силових навантажень.

Предмет дослідження – обумовлені застосуванням рослинних фітоадаптогенів метаболічні зміни, які впливають на швидкість нервового імпульсу при силових навантаженнях.

3. Вихідні дані до роботи

Головащенко Р. В., Цимбарович Г. П. Рослинні адаптогени: роль у зростанні фізичної працездатності представників силових видів спорту (на прикладі важкої атлетики). Матеріали науково-методичного семінару з міжнародною участю в рамках виконання ініціативної теми кафедри технологій оздоровлення та фізкультурно-спортивної реабілітації «СУЧАСНІ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ І СПОРТУ В УКРАЇНІ»[Електронне видання]: збірник матеріалів (м. Ірпінь, 24 листопада 2023 р.) Ірпінь: Державний податковий університет, 2023. – С. 259-267.

4. Перелік графічного: робота містить 7 таблиць та 2 рисунки

6. Календарний план виконання роботи

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	Фактично
1	2	3	4
1.	Вибір та закріплення теми для кваліфікаційної роботи	Листопад 2022	30.11.2022
2.	Аналіз літературних джерел, щодо написання кваліфікаційної роботи	Квітень 2023	03.04.2023
3.	Визначення актуальності теми, змісту, мети, задання, об'єкту та предмету дослідження. Написання першого розділу роботи	Травень 2023	Травень 2023
4.	Визначення методики для формування та проведення педагогічного експерименту. Написання другого розділу роботи	Серпень 2023	08.08.2023
5.	Впровадження розроблених методик за результатами педагогічного експерименту та написання третього розділу роботи	Жовтень-Листопад 2023	Жовтень-Листопад 2023
6.	Формування загальних висновків	Грудень 2023	Грудень 2023
7.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	Січень 2024	19.01.2024
8.	Отримання відгуків від зовнішніх рецензентів та наукового керівника	Січень 2023	18.01.2024
9.	Захист кваліфікаційної роботи	Лютий 2024	06-08.02.2024

8. Дата видачі завдання

«30» листопада 2022 р.

9. Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Р. В. Головащенко

10. Гарант освітньо-професійної програми

(підпис)

С. В. Крупеня

11. Завдання до виконання отримав
здобувач вищої освіти

(підпис)

Г. П. Цимбарович

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. РОСЛИННІ АДАПТОГЕНИ ЯК ЧИННИКИ СТИМУЛЯЦІЇ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРИ СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ (огляд літератури)	10
1.1 Методи оцінки фізичної працездатності у важкій атлетиці	10
1.2 Роль змін прооксидантно-антиоксидантного балансу в формуванні фізичної працездатності важкоатлетів	14
1.3 Сучасні уявлення стосовно ролі рослинних адаптогенів як ергогенних факторів під час силових навантажень	18
1.4 Доцільність застосування фітоадаптогенів для прискорення нервово-м'язового імпульсу при силових навантаженнях	23
Висновки до РОЗДІЛУ 1.	29
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
2.1 Методи досліджень	
2.1.1 Аналіз та узагальнення даних спеціальної науково- методичної літератури	32
2.1.2 Формування комплексного методологічного підходу	33
2.1.3 Методи контрольного тестування важкоатлетів для визначення рівня спеціальної працездатності	33
2.1.4 Лабораторні дослідження вираженості окисного стресу	35
2.1.5 Електрофізіологічна методика дослідження швидкості проведення нервово-м'язового імпульсу	36
2.1.6 Методи математичної статистики	38
2.2 Організація досліджень	38
РОЗДІЛ 3. КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ АДАПТОГЕННОЇ КОМПОЗИЦІЇ НА ШВИДКІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ НЕРВОВО- М'ЯЗОВОГО ІМПУЛЬСУ В КВАЛІФІКОВАНИХ ПРЕДСТАВНИКІВ СИЛОВИХ ВИДІВ СПОРТУ	41
3.1 Оцінка антиоксидантного впливу адаптогенної композиції у динаміці тренувального процесу важкоатлетів	42
3.2 Характеристика дії фітоадаптогенів на показник швидкості проведення нервово-м'язового імпульсу у представників силових видів спорту	46
3.3. Вплив курсового прийому запропонованої адаптогенної композиції на показники спеціальної працездатності важкоатлетів	51

Висновки до РОЗДІЛУ 3.	57
ВИСНОВКИ	59
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ	62

ВСТУП

Актуальність. Важка атлетика є олімпійським видом спорту, в якому спортсмени змагаються у двох змагальних вправах – ривку та поштовху. Під час тренувальних занять і змагань спортсмени постійно вдосконалюють свої швидко-силові якості, оскільки час виконання змагальної вправи складає декілька секунд, а потужність виконаної роботи водночас сягає дуже високого рівня, з чого випливає необхідності обґрунтованої підтримки за допомогою спеціальних засобів фармакологічного характеру.

На сьогодні існує узгоджене розуміння, що функціональною основою та підґрунтям змагального результату у важкій атлетиці є сила абсолютна, а фізіологічні фактори, що її зумовлюють – гіпертрофія м'язових волокон (міофібрилярна), міжм'язова та внутрішньом'язова координація (кількість включення моторних одиниць в момент роботи). Але вирішальною складовою є швидкість скорочення м'язів, і як фізіологічна детермінанта – швидкість проведення нервового імпульсу. Аналіз динаміки світових рекордів у важкій атлетиці протягом останніх трьох десятиріч свідчить про те, що, попри зміни вагових категорій (як у чоловіків, так й в жінок), рівень світових рекордів продовжує зростати [1]. Не зважаючи на посилення вимог з боку Всесвітнього антидопінгового агентства (WADA) щодо якості фармакологічного забезпечення процесу підготовки спортсменів і проведення допінг-контролю на змаганнях з важкої атлетики, кількість світових рекордів не зменшується. Тому пошук та апробація речовин, які б не належали до заборонених і водночас позитивно впливали на ефективність тренувального і змагального процесу представників силових видів спорту [2] через різні – фізіологічні, метаболічні, структурні, ментальні, тощо – ланки зростання загальної й спеціальної працездатності [3, 4], є дуже актуальними.

Аналіз досліджень та публікацій. Пошук нових або маловивчених методів ергогенної дії, з одного боку, і протекторної дії, з іншого, сконцентрував

нашу увагу на групі лікарських засобів під загальною назвою «адаптогени» [5]. До адаптогенів відносять ряд препаратів хімічного походження, які у спорті майже не використовуються через високу токсичність; тваринного й рослинного походження. Відомо, що адаптогенні речовини підвищують опір організму до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища, за рахунок тонізуючої дії мають позитивний вплив при перевтомі, гіпотонії, підвищують опір організму до інфекційних захворювань, мобілізують імунологічні властивості організму [5, 6, 7], прискорюють формування структурно-функціонального сліду [8, 9], який саме, згідно усталених на сьогодні поглядів академіка Ф.З. Меєрсона, й лежить в основі формування адаптаційних ресурсів організму [10]. У середині 50-х років у спортивну науку було введене поняття адаптогенів – фармакологічних засобів, дію яких було спрямовано на стимуляцію систем організму, що втримують його в стані здоров'я, або інакше, «в умовах незмінності внутрішнього середовища», тобто того, що зараз називають «гомеостатичною рівновагою» [11]. В той самий час було створено тверді принципи, яким повинні відповідати препарати адаптогенів, що здатні «розбудити» внутрішні резерви, закладені природою, але пригнічені в умовах сьогодення неправильним способом життя, нераціональним харчуванням, необґрунтованим застосуванням ліків, погіршенням екологічного середовища [12].

Як зазначає видатний дослідник в області теорії та методики спортивної підготовки професор В.М. Платонов «.....на заключних етапах багаторічної спортивної підготовки основою для подальшого росту або утримання спортивного результату є рівень здоров'я спортсмена» [13]. Можна, без сумніву, казати, що і на перших етапах становлення спортивної майстерності при збереженні рівня соматичного здоров'я відіграє першочергову роль. Тому сучасна спортивна фармакологія намагається застосовувати для покращення фізичних якостей спортсменів та зростання рівня спортивної майстерності на фоні підтримки якості життя наймені токсичні для організму речовини [2]. В цьому

аспекті роль рослинних адаптогенів, які володіють дуже широким спектром позитивної дії на організм за фізичних навантажень, здається вирішальною [14].

До адаптогенів відносять ряд препаратів хімічного (дибазол), тваринного (пантокрин) та рослинного походження (женьшень, екстракти елеутерококу колючого, аралії маньчжурської, родіоли рожевої, лимоннику китайського та ін.) [15]. Відомо, що речовини цієї групи підвищують опір організму до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища. За рахунок тонізуючої дії вони мають позитивний вплив при перевтомі, гіпотонії, підвищують опір організму до інфекційних захворювань, мобілізують імунологічні властивості організму [16, 17].

У середині 50-х років минулого сторіччя вченими Н.В. Лазаревим і І.І. Брехманом [18, 19] було введено поняття адаптогенів – засобів (препаратів і спеціальних харчових добавок), дію яких спрямовано на стимуляцію систем організму, що втримують його в стані здоров'я, або інакше, «в умовах незмінності внутрішнього середовища» [20]. Ними ж були вироблені тверді правила, яким повинні відповідати препарати, які здатні «розбудити» внутрішній резерв, закладений природою, але «загнаний у глибину» сучасним способом життя, неприродним харчуванням, безперервним застосуванням ліків, погіршенням екології тощо.

До основних принципів використання фітотерапії в спортивній медицині відносяться: цілісність і комплексність застосування лікарських рослин, багатосторонність дії, селективність, органотропність, індивідуальне урахування біологічних ритмів організму (фітохронотерапія). Рослини сприяють більш ефективну й м'яку дію в цільному стані. Це дозволяє проводити в багатьох випадках тривалу корекцію. Комплексність застосування означає використання зборів лікарських рослин з великої кількості компонентів для впливу на різні ланки патогенезу порушень в організмі [17, 21].

Мета дослідження – оцінка доцільності та обґрунтованості використання рослинних адаптогенів для прискорення проведення нервово-мязового імпульсу..

Завдання дослідження:

1. Визначити найбільш прийнятні (точні, недорогі, та ті, що нескладно виконуються) для практики підготовки атлетів методи оцінки спеціальної фізичної працездатності у представників силових видів спорту.
2. Оцінити зміни окислювального та антиоксидантного співвідношення як прояву окисного стресу, що формується у спортсменів під час тренувань і запропонувати корекційні заходи що змін окисного гомеостазу.
3. Оцінити можливість прискорення нервово-м'язового імпульсу шляхом використання адаптогенних субстанцій через регуляцію метаболічних путей при застосуванні референтної медико-вимірювальної апаратури і ровести контрольні динамічні вимірювання швидкості нервово-м'язового імпульсу в спортсменів в масштабе real-time при застосуванні рослинних адаптогенів.
4. Визначити зміни показників спеціальної працездатності під впливом запропонованої адаптогенної фармакологічної композиції.
5. Підтвердити припущення щодо позитивного впливу адаптогенної композиції на прискорення нервово-м'язової провідності й зростання показників вибухової сили як одного з сновних факторів спеціальної працездатності представників силових видів спорту.

Зв'язок з науковими темами, планами, програмами. Ця кваліфікаційна робота є науковим дослідженням, яке виконується згідно завдань НДР «Підвищення фізичної працездатності різних груп населення у процесі занять із фізичної культури і спорту» (державний реєстраційний номер 0121U113261) на 2021-2026 рр.

Об'єкт дослідження – нервово-м'язовий імпульс під час силових навантажень.

Предмет дослідження – обумовлені застосуванням рослинних фітоадаптогенів метаболічні зміни, які впливають на швидкість нервово-м'язового імпульсу при силових навантаженнях.

Методи досліджень: аналіз та узагальнення спеціальної науково-методичної літератури; методи функціональної діагностики; методи лабораторної діагностики; педагогічні методи оцінки спеціальної фізичної працездатності; методи математичної статистики.

Наукова новизна отриманих результатів досліджень:

– На основі аналізу джерел сучасної літератури узагальнено дані щодо можливості позитивного впливу на спеціальну фізичну працездатність шляхом застосування природних фітоадаптогенів.

– Вперше на основі комплексу параметрів, що відображають різні боки зростання показників фізичної працездатності важкоатлетів сформовано алгоритм оцінки взвємоповчязаних метаболічних, електрофізіологічних і педагогічних показників, які відображають ефективність тренувального проуесу кваліфікованих важкоатлетів.

– Вперше із застосуванням запропонованого нпми адаптогенного комплексу на основі екстракту плодів лимоннику китайського та олії амаранту доведений позитивний вплив на зростання активності не ферментативної ланки антиоксидантної системи організму спортсменів за силових навантажень.

– Вперше ефективність застосування запропонованого адаптогенного комплексу підтверджена у масштабі real-time шляхом проведення багатофакторного кореляційного аналізу у представників силових видів спорту.

Теоретична значущість дослідження полягає в обґрунтуванні ролі змін окисного гомеостазу, які спостерігаються під час силових навантажень, та корекції порушеного прооксидантно-антиоксидантного балансу з одночасним прискоренням нервово-м'язової провідності при застосуванні запропонованої нами фармакологічної композиції на основі лимонника китайського та олії амаранта.

Практична значущість результатів дослідження полягає в тому, що запропонований фармакокорекційний підхід через прискорення нервово-м'язової

передачі позитивно впливає на показники спеціальної фізичної працездатності важкоатлетів.

Апробація результатів дослідження. Опублікована стаття на тему: «Рослинні адаптогени: роль у зростанні фізичної працездатності представників силових видів спорту (на прикладі важкої атлетики)» у матеріалах науково-методичного семінару з міжнародною участю в рамках виконання ініціативної теми кафедри технологій оздоровлення та фізкультурно-спортивної реабілітації «Сучасні перспективи розвитку фізичної культури і спорту в Україні» (м. Ірпінь, 24 листопада 2023 р.).

Структура та обсяг роботи. Роботу побудовано за класичним типом. Вона складається зі вступу, трьох розділів – огляду літератури, описання методів і організації дослідження та результатів власних досліджень, висновків і переліку використаних джерел. Основний зміст дипломної роботи викладений на 75 сторінках друкованого тексту, містить 7 таблиць та ілюстрований двома рисунками. Список використаних джерел включає 110 посилань, переважно латиницею.

РОЗДІЛ 1.

РОСЛИННІ АДАПТОГЕНИ ЯК ЧИННИКИ СТИМУЛЯЦІЇ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРИ СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

1.1. Методи оцінки фізичної працездатності у важкій атлетиці

Оскільки тренувальний процес є інтегрованим та охоплює різні боки спортивної підготовки, у сучасній науці і практиці спорту використовують різні методи оцінки спеціальної працездатності спортсменів. З даних доступної літератури нами було вивчено та проаналізовано найбільш поширені та найбільш об'єктивні методи, що характеризують фізичну працездатність у важкоатлетів. Деякі з цих методів є рекомендованими, як критерії відбору спортсменів на різних етапах багаторічної спортивної підготовки [22]. Деякі складають теоретичну базу розуміння фізіологічних та біохімічних процесів, що змінюються під впливом тренувальних навантажень даного виду спорту, та безпосередньо впливають на показники тренуваності [23].

Першою групою методів, виділених на наш розсуд, є так звані морфофункціональні [24]. Основною ідеєю цього блоку методів є взаємозв'язок антропометричних особливостей опорно-рухового апарату (ОРА) за показниками спеціальної тренуваності. Багатьма спеціалістами спортивної науки в галузі важкої атлетики вивчалися повздовжні, поперечні та обхватні розміри тіла [25]. На основі аналізу було встановлено високі кореляційні зв'язки антропометрії деяких біологів тіла спортсменів з показниками тренувальної діяльності. Результатами цих досліджень стали розроблення певних масо-ростових індексів [26] та створення моделей тілобудови спортсменів для різних груп вагових категорій. Ці модельні характеристики мають практичне значення, як критерії відбору, як для початкового етапу відбору до спортивної секції, так і для відбору для збірних команд. Також досліджувався компонентний склад тіла,

вимірювалися підшкірножировий прошарок (каліперметрія) та загальний вміст жиру в організмі. В багатьох дослідженнях вираховувався індекс активної маси тіла (іАМТ). Цікаво, що показник іАМТ має тенденцію до підвищення із ростом спортивної тренуваності та майстерності [25].

Друга група методів оцінки спеціальної працездатності у важкій атлетиці має загальну назву педагогічні методи дослідження. Ці методи характеризуються пошуком зв'язків та взаємодії при виконанні спеціально підготовчих та тестових вправ із показниками підготовленості змагальної діяльності [27].

Так, наприклад, В.Г. Олешко встановив взаємозв'язок між результатами одинадцятьма загальноуживаними спеціально підготовчими вправами із показниками спеціальної працездатності (рівнем підготовленості у змагальних вправах) та дав практичні рекомендації з контрольних нормативів для виявлення готовності спортсменів для змагань [28]. На основі педагогічного тестування була гарно розвинута система початкового відбору в секцію важкої атлетики в Болгарії, коли у кандидатів досліджувався низка фізичних якостей:

- сила й витривалість: вимірювання за допомогою динамометра станової і ручної сили, віджимання в упорі, утримання у висі прямого кута ногами;
- швидкість: біг на 60 м з довільного старту;
- гнучкість: рухливість у хребті й тазостегнових суглобах (нахили із прямими ногами стоячи на гімнастичному ослоні), рухливість у плечових суглобах (прокручування ціпка назад – метод П. Добрева), рухливість у ліктьових суглобах, рухливість у гомілковостопних суглобах;
- стрибучість: стрибок нагору по В. Абалакову.

В ці нормативи входили такі вправи: віджимання в упорі лежачі (ноги на гімнастичній лавці), віджимання на упорі на брусах, вис на гімнастичній стінці (тримати кут), піднімання ніг за голову у висі на гімнастичній стінці, підтягування, стрибок в довжину з місця, стрибок в довжину з розбігу, потрійний стрибок з місця поштовхом двох ніг, стрибок вгору поштовхом двох ніг, стрибок

на «козла», біг на 60 м, біг на 500 м, кидання ядра за голову та техніка виконання ривка та поштовху [29].

З охоплених джерел літератури, в яких розглядається проблема педагогічного тестування у важкій атлетиці, було виявлено, що найбільш популярними, найбільш уживаними та найбільш інформативними є такі тестові вправи як стрибок вгору поштовхом обох ніг (стрибок по Абалакову) і висота підйому штанги в тягах.

Таким чином, педагогічне тестування як і морфо-функціональні показники не виявляє глибинних фізіологічних причин підвищення спортивної працездатності, а лише віддзеркалює ступінь розвитку рухових якостей та ріст спеціальної тренованості під впливом фізичних навантажень тренувальної діяльності. Разом з тим достовірність кореляційних зв'язків між показниками тестувальних вправ та показниками змагальної діяльності дає привід до використання педагогічного тестування для об'єктивної оцінки рівня розвитку спеціальної тренованості [30].

Найбільш об'єктивними, з точки зору відображення змін організму в цілому та стану окремих функціональних систем (нервово-м'язової, кардіореспіраторної) внаслідок адаптації до специфічних умов тренувальних навантажень, є фізіологічні методи дослідження фізичної працездатності спортсменів. Діапазон застосування цих методів в практиці спортивної науки та дослідженнях спортсменів, у важкій атлетиці включно, характеризується широким спектром досліджень – від ортостатичних проб до біопсії м'язів. Для зручності описання цього блоку тестування нами були розподілені вищезгадані методи на окремі групи, які умовно-незалежно характеризують певні функціональні системи та зміни в них:

1. Психофізіологічні методи дослідження, які досліджують складні процеси в центральній нервовій системі (ЦНС), що виявляються при адаптації нервової системи до рівнів тренованості спортсменів. Наприклад, було досліджено взаємозв'язок концентрації уваги та часу зосередження з

кваліфікацією спортсменів та вагою штанги на змаганнях. Він встановив, що чемпіони світу та досвідчені спортсмени концентруються та зосереджуються швидше, ніж спортсмени-розрядники [31]. Також доведено, що зі збільшенням ваги штанги на змаганнях, час зосередження та мобілізації психічних сил зростає. Досліджувались типологічні особливості прояву властивостей нервової системи у важкоатлетів залежно від рівня підготовленості. Вивчались: ритм психофізіологічної готовності (ПФГ) – інтервал, який використовується атлетом для відпочинку між підйомами штанги, та встановлено, що час ПФГ для ривка складає 2 хв, для поштовху – 3 хв [32]. Розглядали: діагностику та регуляцію емоційного стану спортсменів, складну та просту сенсомоторну реакцію [33].

2. Дослідження проведення нервового імпульсу та м'язового скорочення. Вивчення хроноксії та реобазис у висококваліфікованих важкоатлетів дало змогу підтвердити їх залежність від спеціального тренувального навантаження, а також виявляли швидкість м'язового скорочення та релаксації, статичну та динамічну працездатність [34].

3. Функціональні проби для визначення фізичної працездатності у важкоатлетів.

Видатним спортивним фізіологом і лікарем-кардіологом професором В.Л. Карпманом та співавторами було розроблено пробу визначення фізичної працездатності, яка з успіхом використовується і до теперішнього часу. Було запропоновано серію з двох тестових навантажень, після яких фіксували частоту серцевих скорочень (ЧСС) на електрокардіограмі (ЕКГ) у відведенні DS в інтервалі відпочинку між серіями. Дана проба визначає потужність механічної роботи, яку виконує спортсмен і безпосередньо характеризує фізичну працездатність важкоатлетів [35]

Існує метод для визначення рівня адаптації серцево-судинної системи (ССС) до спеціальних тренувальних навантажень – це пресорна проба Штанге. Завдяки фіксуванню перепадів артеріального тиску до навантаження, одразу

після виконання вправ та через 2 хвилини відновлення можна виявити підвищення функціонального стану ССС та рівня готовності спортсмена [36].

4. Гематологічні та гістологічні (біопсія) методи оцінки дозволяють визначити адаптативні зміни великої кількості показників гомеостазу та структурних компонентів, що відбуваються внаслідок активної тренувальної діяльності важкоатлетів [37].

5. Окремою позицією ми виділили динамометрію (кистьову та станову), яка може використовуватися самостійно для оцінки рівня розвитку сили, так й у складі функціональних проб [38].

Резюмуючи результати огляду літератури стосовно проблеми методів оцінки спеціальної тренуваності у важкоатлетів, було сформовано висновок про доцільність використання інтегральних показників тестів, що характеризують різні сторони спортивної підготовленості, для більш об'єктивного визначення рівня адаптативних змін під впливом специфічних тренувальних навантажень.

1.2. Роль змін прооксидантно-антиоксидантного балансу в формуванні фізичної працездатності важкоатлетів

Початок фундаментального вивчення перекісного окислювання ліпідів і біологічної ролі цього процесу в живій клітині нерозривно пов'язане з роботами видатних вчених Н.М. Емануеля, Б.Н. Тарусова, В. Chance, F.A. Cadegiani [39 – 41] та інших дослідників, а вивчення процесів окислення та антиоксидантного захисту в організмі спортсменів серед вітчизняних дослідників найбільш детально розроблено Л.М. Гуніною [42 – 45].

Установлено, що цей процес є типовою вільнорадикальною реакцією, тобто реакцію, що йде з утворенням атомів або хімічно зв'язаних груп атомів, які мають неспарені електрони [46, 47]. Наявність останніх обумовлює реакційну здатність вільних радикалів, що проявляється в одоелектронному окислюванні або відновленні молекул такими донорами або акцепторами електронів, як

наприклад, кисень або метали змінної валентності. Їхнє виникнення може відбуватися й безпосередньо під впливом іонізуючого й ультрафіолетового випромінювання.

Особливо важливе значення в біологічних процесах має супероксид (O_2^-) – стабільний радикал, здатний утворюватися в результаті ферментативного окислювання, у тому числі автоокислювання гідрохінону, катехоламінів, тіолів і тетрагідробіоптерину [48]. Утворення його відбувається в результаті діяльності ксантинальдегід оксидаз, дегідрогеназ, дегідрооротата й флавоферментів. Він є продуктом діяльності мітохондрій, мікросом, фагоцитів, еритроцитів [49].

Радикал O_2^- є головним реагентом в організмі, що визначає токсичність метаболітів, пов'язаних з реакціями кисню [50]. Так, при певній присутності в системі O_2^- і H_2O виникають винятково реакціоноспроможні ОН-радикали (ОН), які й визначають токсичність цієї комбінації. Однак вони виникають не тільки в умовах гіпероксії; в умовах гіпоксії, що, як відомо, супроводжує інтенсивній м'язовій діяльності, виникнення високореакційних активних форм кисню (аніон-радикалів супероксиду, H_2O_2 і гідроксильних радикалів) може відбуватися трьома шляхами [51]:

- за рахунок різкого збільшення кількості відновлених переносників електронів у дихальному ланцюзі, здатних генерувати аніон-радикали супероксиду;
- за рахунок накопичення відновників, здатних генерувати аніон-радикали супероксиду, H_2O_2 і гідроксильних радикалів при реоксигенації ;
- за рахунок вивільнення в результаті гіпоксії хемотоксичних продуктів, що приводять до активації гранулоцитів, внаслідок чого відбувається НАДФН-залежна генерація O_2^- і H_2O_2 .

У результаті описаних вище реакцій можуть утворюватися вільні радикали, більше складні по своїй структурі, ніж O_2^- або ОН, з яких найпоширенішу в живих клітинах групу становлять семіхінонні радикали, що постійно утворюються

в ході окислювально-відновних реакцій. Утворення вільних радикалів може відбуватися при розкладанні як екзогенних, так і ендогенних гідроперекисів, зокрема, перекисів, що утворюються при самому процесі окислювання ліпідів, який каталізується металами змінної валентності та їхніми комплексами [52].

Відповідно сучасним уявленням, перекісне окислювання ліпідів мембран може бути процесом ферментативним або неферментативним, які досить подібні між собою [53]. Загальним для цих двох механізмів є ланцюговий характер радикальної реакції, а також загальний основний каталізатор ПОЛ – іони двовалентного заліза, які у тваринних тканинах є одним з найпоширеніших металів, що перебуває в залізопорфіринових комплексах гемоглобіну, міоглобіну, цитохромов, каталази, пероксидази (гемінове залізо) та у формі вільного або пов'язаного з білками негемінового заліза [54]. Розходження ж убачається в донорах еквівалентів, що редукують: для неферментативного ПОЛ використовується відновлений глутатіону (GSH) і аскорбінова кислота, а для ферментативного – НАДФН⁺ і, можливо, ліпоєва кислота. Із цієї причини ферментативне ПОЛ ще називають НАДФН-залежною, а неферментативний – аскорбат-залежною реакцією [52].

Існують відомості про те, що лактат та ЛДГ можуть служити потенційним джерелом вільних радикалів за рахунок одноелектронного відновлення O_2 до O_2^- у мітохондріях [49].

Не виключено, що *in vivo* можливо й міжмембранну дифузію супероксиду мітохондрій, що приводить до ініціювання ПОЛ у саркоплазматичному ретикулумі [55]. У цьому зв'язку доречно помітити, що саме цим органелам належить надзвичайно важлива роль у забезпеченні м'язового скорочення й біохімічної адаптації міокарда й скелетних м'язів до напруженої м'язової діяльності [56].

Збільшення м'язової активності, як відомо, сполучено зі значним збільшенням доставки й споживання м'язами кисню, а також підвищенням інтенсивності функціонування редокс-ланцюгів мітохондрій і

саркоплазматичного ретикулуму волокон скелетних м'язів і міокарда. Тому цілком логічно очікувати, що фізичні навантаження можуть супроводжуватися значним посиленням генерації у тканинах вільних радикалів з усіма наслідками, що випливають звідси.

До теперішнього часу в літературі є відомості, що підтверджують таке припущення. Так, наприклад, показано, що після плавального навантаження, що виснажує, у видихуваному щурами повітрі вірогідно підвищене зміст пентану, що свідчить про посилення процесів ПОЛ. Установлено також, що розвиток кістяковим м'язом тетанічного скорочення супроводжується збільшенням змісту в ній вільних радикалів, причому, максимум їхньої концентрації відзначається одночасно з досягненням м'язом максимальної сили скорочення, і зі збільшенням вираженості ацидозу цей процес також підсилюється [57].

Напружена м'язова діяльність викликає ряд характерних змін і в системі крові, що свідчать про активацію процесів ПОЛ. Причому, виявилось, що визначення кінетики ПОЛ в крові в умовах спокою й фізичних навантажень дозволяє використовувати ці параметри для оцінки функціонального стану спортсменів і рівня їхньої тренуваності [58].

Викладені факти дозволяють припустити, що в основі значної кількості біохімічних, морфологічних і функціональних змін, що відбуваються в організмі при м'язовій діяльності, можуть лежати процеси, зв'язані з вільнорадикальними реакціями. Подальше обґрунтування висловленого припущення вимагає більш докладно зупинитися на біологічних ефектах ПОЛ в організмі й співставлення цих ефектів з рядом змін, що мають місце в клітинах, тканинах і органах в умовах виконання фізичних навантажень.

Одним з найважливіших біологічних ефектів ПОЛ є окислювання ненасичених жирних кислот ліпідів клітинних і субклітинних мембран [59]. Пошкодження мембран клітинних і субклітинних структур може бути обумовлено змінами як ліпідних, так і білкових (ферментних) компонентів

мембран, що проявляється в первісному їхньому окислюванні з наступним протеолітичним розпадом [60].

Значна активація процесів ПОЛ приводить до накопичення в клітині гідроперекисів, перекисів ліпідів, а також інших сполучень: спиртів, кетонів, альдегідів, діальдегідів, епоксидів, полімерів і інших сполучень, що активно реагують із різними клітинними включеннями, що для біологічних мембран і ферментативних систем може мати велике значення в зміні або порушенні їхнього функціонування.

Мембранні структури клітини й субклітинних утворень чутливі до впливу на організм різних екстремальних факторів, що дуже часто може виражатися в порушенні їхньої будови, зміні проникності й дезінтеграції. Такі зміни спостерігаються в мембранах субклітинних структур (мітохондрій, лізосом, саркоплазматичного ретикулуму), у результаті чого із клітини й субклітинних утворень звільняються вільні амінокислоти, ферменти лізосом і мітохондрій, мінеральні компоненти та ін., що призводить до порушення процесів життєдіяльності клітини, і зокрема, до порушення її енергообміну [61]. Наведені факти дають підставу думати, що в основі цілого ряду реакцій організму на адекватні й неадекватні фізичні навантаження може лежати активація процесів ПОЛ, що має місце при напруженій м'язовій діяльності.

1.3. Сучасні уявлення стосовно ролі рослинних адаптогенів як ергогенних факторів під час силових навантажень

На сьогодні рослинні адаптогени – це цілий значний за переліком назв фармакологічний клас речовин, що включає синтетичні сполуки (бромантан, левамизол, афобазол, беметил та ін.), речовини тваринного походження (мед і продукти бджільництва; пантокрин і цигапан у вигляді витяжок з річних відростків рогів благородного оленя) або рослинні екстракти, які мають здатність підвищувати стійкість організму до фізичних навантажень без збільшення

споживання кисню [62]. Екстракти *Panax ginseng*, *Eleutherococcus senticosus*, *Rhaponticum carthamoides*, *Rhodiola rosea* та *Schisandra chinensis* вважаються найпоширенішими природними адаптогенами взагалі і, зокрема, адаптогенами рослинного походження [63, 64].

Близько 50 років тому рослинні адаптогени вперше були використані в професійному спорті завдяки їх високому потенціалу для підвищення стійкості організму до стресу та підвищення фізичної витривалості. Хоча зараз багато людей приймають рослинні адаптогени, клінічні випробування на людях обмежені. Дані мета-аналізу показали, що рослинні адаптогени можуть забезпечити низку переваг у лікуванні хронічної втоми, когнітивних розладів та імунного захисту в спортсменів [65].

Серед речовин, здатних у такому плані захистити організм спортсменів та підтримати працездатність, значне місце посідають антиоксиданти. Це зумовлено тим, що вони є однією з первинних ланок запуску детоксикаційних процесів, нормалізують імунодефіцит та багатогранні порушення обміну речовин, і насамперед гальмують перекисне окислення ліпідів. До фармакологічних засобів з антиоксидантною дією належать і адаптогени. На жаль, використання синтетичних антиоксидантів має низку побічних ефектів та протипоказань [6]. Тому все частіше для підтримки фізичної працездатності, прискорення процесів відновлення у спортсменів застосовуються природні, зокрема рослинні субстанції, які виявляють значну ергогенну та адаптаційну активність і не мають побічної дії. Більшість плодово-ягідних рослин є потенційними джерелами комплексу біологічно активних речовин, які пригнічують накопичення вільних радикалів та токсичних продуктів метаболізму в організмі, сприяють підвищенню його адаптаційного потенціалу та неспецифічної резистентності, тобто мають широкий спектр фармакологічного впливу. Саме таку антиоксидантну (захисну) дію справляють Р-вітамінні сполуки флавоноїдної природи, каротиноїди, токофероли, пектини, вітаміни різних класів, тощо, які містяться у рослинах. Клітини рослин мають високий енергетичний потенціал,

легко рухаються і, завдяки біологічно-активним речовинам, які визначають спрямованість їхньої дії, в організмі людини легко вбудовуються у клітинні органели, зокрема мембрани, та проникають крізь плазмолему, стимулюючи роботу усіх органів і систем [66].

На сьогодні у спорті вищих досягнень в цілому та у важкій атлетиці зокрема не тільки широко застосовуються адаптогенні субстанції на основі женьшеня далекосхідного, аюги туркестанської, родіоли рожевої, лимоннику китайського, аспарагусу та ін. [7], але й апробуються нові адаптогенні рослини, наприклад, індійська роза [67].

З метаболічної точки зору, що становить основне підґрунтя реалізації впливу фітоадаптогенів на організм спортсменів, внаслідок понадінтенсивних навантажень та тривалого психоемоційного стресу, впливу несприятливих факторів навколишнього середовища, тощо, виникає ініціація вільно-радикальних процесів з накопиченням активних форм кисню та проявами тканинної гіпоксії [68]. Так у дослідженні [69] показано, що родіола рожева (РР) — це рослина, біологічно активні компоненти якої можуть функціонувати як адаптогени, тим самим підвищуючи стійкість до стресу та покращуючи загальну стійкість. Деякі з цих ефектів можуть впливати на виконання вправ і адаптацію. Виходячи з досліджень гризунів, потенційні механізми ергогенних ефектів РР включають модуляцію запасів та використання енергетичного субстрату, зменшення втоми та пошкодження м'язів, а також зміну антиоксидантної активності. Принаймні шістнадцять досліджень на людях досліджували потенційну ергогенність РР. Ці дослідження показують, що гостра добавка РР (~200 мг РР, що містить ~1 % салідрозиду та ~3 % розавіну, надані за 60 хв до тренування) може подовжити час до виснаження та покращити продуктивність у гонках на час у активних рекреаційних чоловіків і жінок, з обмеженою документальною інформацією. переваги хронічних добавок. Нещодавні випробування із застосуванням вищих доз (~1500–2400 мг РР в день протягом 4–30 днів) продемонстрували ергогенні ефекти під час спринтів на велоергометрах і

силових тренувань у тренуваних і нетренуваних дорослих. Вплив РР на пошкодження м'язів, запалення, модуляцію енергетичної системи, антиоксидантну активність і сприйняття навантаження наразі неоднозначний. У сукупності виявляється, що адекватне дозування РР покращує параметри виконання вправ і відповідні результати для окремих завдань. Однак сучасна література не показує однастайності, що РР є ергогенним. Варіабельність дози добавки та тривалості, концентрації біологічно активних сполук, характеристик учасників, тестів на фізичне навантаження та статистичних міркувань може допомогти пояснити ці розбіжності. Майбутні дослідження повинні спиратися на тривале використання РР і сучасні клінічні випробування, щоб встановити умови, за яких добавки сприяють виконанню вправ і адаптації [69].

Накопичення вільних радикалів сприяє утворенню токсичних продуктів метаболізму, які порушують структуру та функцію клітинних мембран, що призводить до погіршення біоенергетичних механізмів та, відповідно, зниження фізичної працездатності [70]. Водночас інтенсивні фізичні навантаження та притаманні їм різноманітні метаболічні зрушення супроводжуються негативними змінами антиоксидантного захисту, що ще більш погіршує ситуацію [71]. Тому застосування у спорті вищих досягнень під час силових навантажень рослинних адаптогенів з антиоксидантною спрямованістю дії є цілком виправданим. Наприклад, для силових тренувань (RT – від англ. *resistance training*) широко використовується фітоекдистероїд 20-гідроксиекдизон (20E), але про його потенційну ергогенну цінність і ефект детренованості після RT мало відомо. Проведене сучасне дослідження [72] мало на меті вивчити вплив природного адаптогену 20E, отриманого зі спаржі лікарської (*A. officinalis*), на м'язову силу та масу, а також на зміни вмісту анаболічних й катаболічних гормонів після силових навантажень та детренування. Двадцять чоловіків віком $20,1 \pm 1,1$ років були підібрані та випадковим чином рандомізовані у подвійному сліпому плацебо-контрольованому дослідженні, під час вживання активних субстанцій містять або плацебо (PLA), або 30 мг 20E у добовій дозі протягом 12 тижнів RT і

детренованості шляхом відмови від тренувальних навантажень. У динаміці навантажень і детренованості вимірювали м'язову силу та масу, а також вміст анаболічних і катаболічних гормонів. Це дослідження показало, що застосування рослинного адаптогену 20Е значно знизило рівень стресового гормону кортизолу ($p < 0,05$) порівняно із застосуванням плацебо («пустишки»), але не спостерігалось впливу на м'язову масу, силу або вміст анаболічних гормонів після силових навантажень. Після 6 тижнів звільнення від тренування (детренованості) 20Е продемонстрував меншу відсоткову зміну в жимі лежачи, ніж плацебо ($p < 0,05$). Порівняно з даними у групі плацебо-контролю, детренованість під прикриттям використаного фітоадаптогену протягом 12 тижнів призвела до меншої процентної зміни окружності стегон ($p < 0,05$) і грудей ($p < 0,01$), а також до зниження рівня кортизолу ($p < 0,01$). Ці результати довели, що добавки на основі 20Е є багатообіцяючими засобами підтримки м'язової маси і сили під час вимушеного детренування. Відповідно, 20Е може запобігти втраті м'язової маси та сили через детренованість шляхом зниження рівня катаболічного гормону кортизолу на фоні одночасного зростання концентрації основного анаболічного гормону тестостерону.

Таким чином, застосування рослинних адаптогенів у силових видах спорту, по-перше, має не тільки значне розповсюдження із значною кількістю досліджень, що проводяться в цьому аспекті пошуку й оцінки ефективності цих фармакологічних засобів для зростання фізичної працездатності, антропометричних характеристик спортсменів, але і з метою покращання стану найважливіших метаболічних ланок організму спортсмена – антиоксидантного, гормонального, анаболічного. По-друге, обґрунтоване використання цих біологічно активних субстанцій з вираженою ергогенною і проєктивною дією справляє позитивний ефект не тільки під час тренувань, але й попереджає піршення сформованих фізичних якостей під час вимушеного відсторонення від тренувального процесу (захворювання, травми). І, по-третє, фітоадаптогени не належать до заборонених речовини (фітоекдистероїди входять лише до

Програми моніторингу Забороненого списку WADA) [73] і тому на даний час цілком виправдано можуть бути впроваджені до тренувального процесу спортсменів як необхідні його складові для стимуляції фізичної – загальної та спеціальної – працездатності.

1.4. Доцільність застосування фітоадаптогенів для прискорення нервово-м'язового імпульсу у важкій атлетиці

Подальше зростання спортивних досягнень і світових рекордів буде здійснюватися, на наш погляд, не тільки шляхом вдосконалення системи відбору до збірних команд України, але й за рахунок пошуку нових систем підготовки спортсменів високого класу, спричинених розширенням досліджень у галузі спортивної фізіології. Особливо щільно вони пов'язані із активізацією діяльності нервово-м'язової системи спортсменів, енергозабезпечення м'язового скорочення, адаптацією функціональних систем організму до екстремальних умов тренувальної та змагальної діяльності.

Багато авторів розробляли модельні характеристики спеціальної фізичної підготовленості важкоатлетів, що використовувалися у процесі відбору до збірних команд. Найбільш детально, на наш погляд, розроблено модельні характеристики максимальних досягнень у спеціально-підготовчих вправах [74] залежно від спортивної кваліфікації та вагових категорій важкоатлетів. Аналогічні дослідження було проведено і в інших видах спорту: легкій атлетиці, плаванні, веслувальному спорті тощо.

Крім того, деякі фахівці було здійснено спроби розробити модельні показники стрибучості важкоатлетів різних вагових категорій за допомогою стрічки Абалакова. Інші дослідники працювали над розробкою додаткових модельних параметрів у контрольних вправах, що характеризують рівень розвитку фізичних якостей важкоатлетів.

Розроблені модельні характеристики тілобудови важкоатлетів були умовно поділені на три вагові групи (легкі, середньої ваги й важкі). Найчастіше вивчалися такі морфофункціональні показники важкоатлетів: зріст, маса тіла, окружність грудей. Окремо треба виділити напрям досліджень, в якому фахівці розробляли модельні показники складу тіла важкоатлетів, тому що вони характеризують спрямованість тренувального процесу спортсменів та вказують на необхідність переходу до чергової вагової категорії.

Таким чином, можна відзначити, що час виконання елементів фаз і періодів змагальних вправ коливається в межах однієї секунди. Є свідчення дослідників стосовно скорочення часу виконання окремих елементів руху у спортсменів високої кваліфікації (зокрема, у фазі підриву) на відміну від розрядників. Відповідно до вищезгаданого можна зробити висновок – чим менше час виконання елементів руху або вправи в цілому – тим вища спортивна майстерність, разом із цим і спортивний результат. Тобто, всі дії, методи та прийоми, направлені на розвиток вибухової сили та зменшення часу виконання вправи, забезпечують збільшення спортивного результату важкоатлета.

Для кращого розуміння терміну «сила» і, зокрема, «вибухова сила» необхідно чітко з'ясувати функціональні складові цього процесу. Важливий нервовий компонент пояснює, принаймні, деяке збільшення сили в результаті силових тренувань. R.M. Епока переконливо довів, що збільшення сили може бути досягнуте без структурних змін у м'язах, але не без нервових адаптацій [75]. Отже, сила не є винятково «власністю» м'яза, а скоріше, рухової системи у цілому. Важливу роль у збільшенні сили грає залучення моторних одиниць. Це пояснює більшість, якщо не усі, аспекти збільшення силових характеристик при відсутності м'язової гіпертрофії, а також епізодичні прояви надлюдських зусиль [76, 77].

Більшість учених вважають, що моторні одиниці, як правило, активуються на основі впорядкованого рекрутування, відповідно до якого моторні одиниці даного м'яза мають свій порядковий номер. Механізм, що хоча б частково

дозволяє пояснити це впорядковане рекрутування, заснований на принципі розміру, відповідно до якого залучення моторної одиниці безпосередньо пов'язане з розміром моторного нейрона [78]. Першими рекрутуються моторні одиниці, що мають невеликі моторні нейрони. Оскільки повільноскорочувальні моторні одиниці мають невеликі моторні нейрони, вони рекрутуються першими для виконання диференційованого руху (від низкою до дуже високої інтенсивності виробництва зусилля) [79]. Згодом, зі збільшенням сили, необхідної для виконання руху, рекрутуються швидкоскорочувальні моторні одиниці [80].

Для процесу залучення моторних одиниць характерна асинхроність, вони не залучаються в один і той же час. Вони контролюються цілим рядом різних нейронів, здатних передавати або збудливі, або гнітючі (інігбуючі) імпульси. Чи скорочуються м'язові волокна або залишаються розслабленими, залежить від сумації кількості імпульсів, які прийняла моторна одиниця в будь-який даний час [81].

Моторна одиниця активується, а її м'язові волокна скорочуються тільки тоді, коли імпульси, що надходять, перевищують гнітючі імпульси й досягається поріг збудливості [82].

Збільшення сили може відбуватися внаслідок залучення додаткових моторних одиниць, що діють синхронно, які полегшують процес скорочень і збільшують здатність м'яза спричиняти силу. Подібне поліпшення структури (паттернів) залучення може бути результатом блокування або скорочення (редукції) гнітючих імпульсів, що забезпечують одночасне активування великої кількості моторних одиниць.

Дослідниками групи професора Toshio Moritani з Університету Кіото (Японія) було запропоновано модель для пояснення збільшення сили внаслідок як гіпертрофії, так і нервової активації м'яза. Модель дозволяє визначити відносний вклад гіпертрофії й нервової активації в збільшення м'язової сили [83, 84].

Вимірюється утворення сили й інтегрованої електроміографічної (ІЕМГ) активації одночасно від мінімального до максимального рівня утворення сили. ІЕМГ являє собою інтеграцію електричних імпульсів, знятих з поверхні м'яза й, отже, рівень нервової активації м'яза. Якщо збільшення сили обумовлене винятково нервовими факторами, максимальна ІЕМГ-активація повинна зростати, щоб пояснити збільшення утворення сили або зусилля.

У цьому випадку максимальна ІЕМГ-активація підвищується й більше число моторних одиниць активується, однак величина сили, виробленої щодо окремого м'язового волокна або моторної одиниці, не змінюється. Якщо збільшення сили обумовлене винятково м'язовою гіпертрофією, підвищення здатності утворювати силу не супроводжується збільшенням ІЕМГ-активації.

Використовуючи цю модель, Т. Moritani та співавтори. показали, що 8-тижневі силові тренування (з поступовим збільшенням опору) призвели до різних адаптаційних реакцій у п'яти молодих (середній вік 22 роки) і у п'яти літніх чоловіків (середній вік 70 років). У літніх чоловіків збільшення сили внаслідок 8-тижневих тренувань в основному було обумовлено нервовою активацією. У молодих чоловіків у перші 4 тижні домінуючою була нервова активація, а в останні 4 тижні - гіпертрофія. Це свідчить про те, що здатність збільшувати розмір м'язів може знижуватися з віком [85]. Найбільш типова реакція на силові тренування, збільшення утворення зусилля або сили обумовлена підвищеною як нервовою активацією, так і м'язовою гіпертрофією [86].

Існує два типи гіпертрофії: короткочасна й довгострокова. Перша являє собою «накачування» м'яза під час одиничного фізичного навантаження. Це відбувається, головним чином, внаслідок накопичення рідини (набряку), що надходить із плазми крові, в інтерстиціальному і внутрішньоклітинному просторі м'яза. Короткочасна гіпертрофія, як видно з її назви, триває недовго, і рідина повертається в кровообіг протягом декількох годин після фізичного навантаження.

Довгострокова гіпертрофія являє собою збільшення м'язового розміру внаслідок тривалих силових тренувань. Вона відображає дійсні структурні зміни в м'язі внаслідок збільшення числа м'язових волокон (гіперплазія) або збільшення розміру окремих м'язових волокон (гіпертрофія).

Інтенсивні силові тренування можуть значно збільшити площу поперечника м'язових волокон. У цьому випадку гіпертрофія волокон, мабуть, обумовлена підвищеною кількістю міофібрил, а також актинових і міозинових філаментів, які забезпечують більше число поперечних містків, що утворюють зусилля при максимальних скороченнях. Подібне значне збільшення м'язових волокон не спостерігається у всіх випадках м'язової гіпертрофії.

Гіпертрофія окремого м'язового волокна внаслідок силових тренувань є, очевидно, результатом чистого збільшення білкового синтезу в м'язах. Білок у м'язах піддається постійним процесам синтезу й розщеплення. Інтенсивність їх змінюється залежно від потреб. При виконанні фізичних навантажень синтез зменшується, а розщеплення, збільшується (превалювання катаболічних реакцій над анаболічними). Для періоду відновлення після фізичних навантажень характерне активація процесу синтезу білка [87].

Поряд з вищевказаними даними, є відомості про те, що прояви різних режимів роботи м'язів і видів сили залежать від композиційного складу м'язових волокон. Результати перших досліджень у цьому напрямку дали привід зробити висновок, що ні анаеробні (швидкісні), ні аеробні (витривалість) тренувальні навантаження не можуть призвести до зміни основного типу волокна [88]. Разом з тим ці дослідження продемонстрували, що у м'язових волокон починають з'являтися певні якості протилежного типу, наприклад, БС-волокна можуть частково функціонально трансформуватися в бік аеробної спроможності.

Вивчення хронаксії у важкоатлетів показує її залежність від спеціального тренувального навантаження. Хронаксія чотириглавого м'яза у висококваліфікованих важкоатлетів, які тренуються, дорівнювала в середньому $(0,035 \pm 0,001)$ с. Протягом періоду дослідження всього тренувального циклу

відзначалися різні її зміни – від 0,1 до 0,05 с. На початку тренувального періоду хронаксія чотириглавого м'яза стегна у важкоатлетів дорівнювала в середньому $(0,047 \pm 0,006)$ с; в останні два дні перед змаганнями – $(0,028 \pm 0,0048)$ с, тобто зменшилася на 41 %. Реобазу у важкоатлетів становила в середньому $(11,4 \pm 3,5)$ ВА; причому в деяких спортсменів величина її коливалася від $(5,5 \pm 1,6)$ с до $(16,1 \pm 2,8)$ ВА.

Показники хронаксії й реобазу у висококваліфікованих важкоатлетів свідчать про високу збудливість їхнього нервово-м'язового апарату. Якщо порівняти показник реобазу у них на початку й наприкінці підготовки до змагань, то також можна спостерігати підвищення збудливості нервово-м'язового апарату перед змаганнями: реобаза з $(16,6 \pm 5,3)$ ВА знизилася до $(8,5 \pm 3,0)$ ВА, тобто зменшилася на 51 % [89].

Таким чином, можна резюмувати, що функціональною основою та підґрунтям змагального результату у важкій атлетиці є сила абсолютна, а фізіологічні фактори, що її зумовлюють – гіпертрофія м'язових волокон (міофібрилярна), міжм'язова та внутрішньом'язова координація (кількість включення моторних одиниць в момент роботи). Але вирішальною складовою є швидкість скорочення м'язів, і як фізіологічна детермінанта – швидкість проведення нервового імпульсу.

Для того, щоб покращити ефективність змагальної діяльності при силових навантаженнях, зберегти здоров'я та спортивне довголіття атлетів, застосування рослинних адаптогенів є найкращим шляхом із можливих поза тренувальних. Це пов'язано з наявністю у фітоадаптогенів антиоксидантних, нейротропних та білок-синтезуючих властивостей [90]. До того ж, адаптогени рослинного характеру належать до нетоксичних і незаборонених у спорті речовин, не несуть ятрогенного навантаження і «м'яко» працюють, закриваючи метаболічно вузькі місця в організмі спортсменів. Рослинні адаптогени також володіють імунотропними властивостями, мають здатність пом'якшувати прояви лактат-ацидозу [91], що є дуже важливою характеристикою для розвитку м'язової сили.

Крім того, рослинні адаптогени консолідують вміст кальцію іонізованого, прискорюючи, таким чином, нейронну передачу і покращуючи нервово-м'язову взаємодію [92, 93]. В теперішній час з такою метою у практиці підготовки спортсменів найчастіше застосовуються лимонник китайський та елеутерокок колючий, проте видове розмаїття рослинних адаптогенів вимушує шукати нові шляхи та нові субстанції [94, 95].

Таким чином, застосування рослинних адаптогенів у силових видах спорту, по-перше, має не тільки значне розповсюдження із значною кількістю досліджень, що проводяться в цьому аспекті пошуку й оцінки ефективності цих фармакологічних засобів для зростання фізичної працездатності, антропометричних характеристик спортсменів, але і з метою покращання стану найважливіших метаболічних ланок організму спортсмена – антиоксидантного, гормонального, анаболічного. По-друге, обґрунтоване використання цих біологічно активних субстанцій з вираженою ергогенною і протективною дією справляє позитивний ефект не тільки під час тренувань, але й попереджає погіршення сформованих фізичних якостей під час вимушеного відсторонення від тренувального процесу (захворювання, травми). І, по-третє, фітоадаптогени не належать до заборонених речовини (фітоекдистероїди входять лише до Програми моніторингу Забороненого списку WADA) і тому на даний час цілком виправдано можуть бути впроваджені до тренувального процесу спортсменів як необхідні його складові.

Висновки до РОЗДІЛУ 1.

Виходячи з даних аналізу та узагальнення науково-методичної літератури, може зробити висновки, що адаптогени рослинного походження – елеутерокок колючий, женьшень, родіола розова, лимонник китайський та інші – ефективні засоби поза тренувального характеру для підвищення ефективності тренувальної та змагальної діяльності атлетів. Ці лікарські рослини у зв'язку з наявністю в їхньому складі значної кількості різноманітних біологічно активних субстанцій,

крім того, мають і анаболічні властивості, однак, не належать до заборонених для практики спорту. Важливу роль прояви ефекту рослинних адаптогенів у спортсменів грає їх здатність брати участь в антиоксидантних та інших захисних реакціях у різних тканинах організму. У зв'язку з цим найбільш адекватною формою оцінки ефективності використання рослинних адаптогенів є їх перевірка в процесі практичної діяльності спортсменів з визначенням показників загальної та спеціальної працездатності, а розкриття механізмів опосередкованого впливу цих ергогенних фармакологічних засобів має базуватися насамперед на визначенні антиоксидантних властивостей. Проте тонкі механізми впливу рослинних адаптогенів на ефективність тренувальної та змагальної діяльності кваліфікованих важкоатлетів досі остаточно не вивчені, що й визначає актуальність даного дослідження. Постановка проблеми та зв'язок із важливими науковими програмами. Різноманітні метаболічні зрушення в організмі спортсменів при інтенсивних фізичних та психо-емоційних навантаженнях, суттєвий вплив токсичних факторів екологічного стану навколишнього середовища є причиною того, що проблема пошуку потенційних засобів захисту організму спортсменів стає дедалі актуальнішою. Для спортсменів, що спеціалізуються у важкій атлетиці, крім того, особливо важливим є забезпечення повною мірою адаптаційного та антиоксидантного потенціалу для прискорення проведення нервово-м'язового імпульсу. фізичної працездатності при силових навантаженнях практично не проводились.

Проведений аналіз інформації, що є у сучасній літературі, свідчить, що стимуляція фізичної працездатності атлетів у силових видах спорту може лежати у двох площинах – за рахунок гіпертрофії м'язового волокна, що не завжди є сприйнятним за необхідності збереження вагової категорії спортсмена, або у площині стимуляції метаболічних шляхів, що покращують міжм'язову та невову –м'язову координацію без збільшення маси тіла атлетів. І цей, другий, шлях є більш обґрунтованим з точки зору формування спеціальних здатностей представників силових видів спорту.

Зазвичай, у зв'язку з великою кількістю робіт стосовно застосування рослинних адаптогенів, найбільш поширених у спорті, нами для прискорення проведення нервово-м'язового імпульсу було обрано композицію з олії амаранту (*Amaranthum Oleum*), яка володіє вираженими антиоксидантними властивостями, та екстракту плодів лимоннику китайського (*Tinctura Seminum Schisandrae*), що позиціонується як яскраво виражений адаптоген з антиоксидантними характеристиками.

У зв'язку з цим найбільш адекватною формою оцінки ефективності використання рослинних адаптогенів є їх перевірка у процесі практичної діяльності спортсменів з визначенням показників загальної та спеціальної працездатності, а розкриття механізмів опосередкованого впливу цих ергогенних фармакологічних засобів має базуватися насамперед на визначенні антиоксидантних властивостей.

Таким чином, застосування рослинних адаптогенів у силових видах спорту, по-перше, має не тільки значне розповсюдження із значною кількістю досліджень, що проводяться в цьому аспекті пошуку й оцінки ефективності цих фармакологічних засобів для зростання фізичної працездатності, антропометричних характеристик спортсменів, але і з метою покращання стану найважливіших метаболічних ланок організму спортсмена – антиоксидантного, гормонального, анаболічного. По-друге, обґрунтоване використання цих біологічно активних субстанцій з вираженою ергогенною і протективною дією справляє позитивний ефект не тільки під час тренувань, але й попереджає погіршення сформованих фізичних якостей під час вимушеного відсторонення від тренувального процесу (захворювання, травми). І, по-третє, фітоадаптогени не належать до заборонених речовин (фітоекдистероїди входять лише до Програми моніторингу Забороненого списку WADA), і тому на даний час цілком виправдано можуть бути впроваджені до тренувального процесу спортсменів як необхідні його складові..

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методи досліджень

Для вирішення поставлених завдань було використано наступні групи методів дослідження:

- аналіз та узагальнення спеціальної науково-методичної літератури;
- педагогічний експеримент (констатуючий та формуючий);
- методи функціональної та лабораторної діагностики;
- методи математичної статистики.

2.1.1. Аналіз та узагальнення спеціальної науково-методичної літератури. Детальне вивчення сучасних публікацій та подальший аналіз й синтез даних спеціальної і науково-методичної літератури дали змогу сформулювати постановку проблеми, визначити мету й конкретні завдання дослідження для характеристики показників, які визначають особливості впливу рослинних адаптогенів на прискорення провідності нервово-м'язового проведення і, відповідно, покращання показників спеціальної фізичної працездатності представників силових видів спорту у динаміці тренувального процесу.

Формування методології здійснювалася шляхом аналізу та узагальнення даних вітчизняної та зарубіжної літератури, мета-аналізів і систематичних оглядів (Cochrane-огляди) щодо гомеостатичних особливостей, які відображають стан метаболічних порушень під час інтенсивних фізичних навантажень граничної інтенсивності й силової спрямованості.

Дані, які було отримано із застосуванням даного методу дослідження, дозволили сформувавши алгоритм одночасного визначення метаболічних змін, що призводять до погіршення нервово-м'язової провідності, та параметрів спеціальної фізичної працездатності важкоатлетів.

Під час аналізу та узагальнення даних спеціальної науково-методичної літератури переважно останніх 5 років нами було проаналізовано 95 наукових джерел, серед яких 68 джерел зарубіжної (англомовної) літератури та 27 посилань, що викладено кирилицею.

2.1.2. Формування комплексного методологічного підходу. У роботі використовували наступний комплексний алгоритм оцінки спеціальної фізичної працездатності представників силових видів спорту (на прикладі важкоатлетів), метаболічних змін й швидкості проведення нервово-м'язового імпульсу, який дозволив сформувавши цілісне уявлення про взаємозв'язок порушень гомеостазу, значень вибухової сили й параметрів фізичної підготовленості атлетів на вихідному етапі дослідження (констатуючий експеримент), а також під впливом композиції рослинних адаптогенів на основі олії амаранта і екстракту плодів лимоннику китайського:

- електрофізіологічний (електронеуроміографія для визначення швидкості нервово-м'язового імпульсу);
- лабораторний (для визначення змін окисного гомеостазу крові спортсменів у динаміці підготовки й на фоні застосування адаптогенної композиції);
- педагогічний (для оцінки змін показників вибухової сили спортсменів).

2.1.3. Методи контрольного тестування важкоатлетів для визначення рівня спеціальної працездатності. Дослідження показників спеціальної фізичної підготовленості та морфофункціонального стану важкоатлетів

здійснювалося за допомогою модифікованого пристрою В.М. Абалакова.

Визначення рівня вибухової сили м'язів нижніх кінцівок спортсменів здійснювалося за загальноновживаною методикою, що широко використовується на практиці [24, 96].

Удосконалений нами пристрій В.М. Абалакова дозволяв за планом досліджень перед тренувальними заняттями реєструвати висоту (см) та час (с) виконання контрольних стрибків спортсменів, після чого нами розраховувались такі показники: швидкість ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$), потужність стрибка (кВт), відношення висоти стрибка до зросту (%), відношення висоти стрибка до маси тіла (ум. од).

Дослідження розвитку вибухової сили основних м'язових груп нижніх кінцівок та спини важкоатлетів ми проводили за методикою, розробленою авторами, яка полягає в тому, що за середину грифу штанги прикріплюється кінець сантиметрової стрічки приладу Абалакова і фіксується висота підйому штанги в ривковій тязі. Таким чином, за допомогою удосконаленого нами пристрою ми змогли реєструвати не тільки висоту підйому в сантиметрах, а й час виконання кожної спроби. Опираючись на ці дані, ми відслідковували розвиток потужності, швидкості та висоти підйому штанги, що загалом дало нам змогу простежити динаміку росту спеціальної працездатності важкоатлетів під дією курсового прийому адаптогенів.

Вимірювання проводилися перед тренуванням без виконання розминки у стандартних умовах до початку курсового прийому адаптогенів і по його закінченні. Спортсмени виконували по три спроби стрибка з місця вгору, та по три спроби у ривковій тязі; всі спроби записувалися до протоколу з подальшим аналізом даних [97].

Педагогічні дослідження було проведено на базі навчальної лабораторії кафедри технологій оздоровлення та фізкультурно-спортивної реабілітації Державного податкового університету за допомоги магістра фізичного виховання і спорту, Заслуженого майстра спорту України з пауерліфтингу С.О. Конюшка.

2.1.4. Лабораторні дослідження вираженості окисного стресу. У спортсменів комплекс лабораторних досліджень включав оцінку вираженості окисного стресу на основі визначення вмісту малонового діальдегіду та відновленого глутатіону із вирахуванням прооксидантно-антиоксидантного коефіцієнту К_{па}, як системоутворюючого чинника подальших гомеостатичних перебудов в організмі [98].

Для біохімічних досліджень застосовували суспензію еритроцитів, яку отримували після триразової обробки зразка крові, стабілізованої 3,8 % розчином натрію цитрату, за допомогою ізотонічного розчину натрію хлориду з наступним центрифугуванням при 3000 хв⁻¹ протягом 10 хв. Осад еритроцитів відмивали від залишків плазми в 155 мМ розчині натрію хлориду та центрифугували ще раз в таких самих умовах.

Оцінку прооксидантно-антиоксидантної рівноваги (ПАР) безпосередньо у мембранах клітин проводили за змінами активності перекисного окислення ліпідів та ступеня антиоксидантного захисту. Для базової оцінки вираженості окисного стресу оцінювали ПАР на мембранному рівні (використовуючи «тіні» еритроцитів) зі подальшим спектрофотометричним дослідженням на фотометрі «Becton PU-65» (Becton Dickinson, США) вмісту малонового діальдегіду (МДА) [99] та відновленого глутатіону (GSH) [100]. Оцінку безпосередньо у мембрані еритроцитів активності ПОЛ проводили шляхом дослідження вмісту одного з ТБК-активних продуктів – МДА із спектрофотометричним визначенням різниці поглинання при довжинах хвиль 532 і 580 нм. Визначення вираженості антиоксидантного захисту проводили шляхом дослідження у мембрані еритроцитів вмісту GSH після інкубації еритроцитарної суспензії з реактивом Елмана при вимірюванні оптичної густини утвореного продукту реакції (тіонітрофенильні аніони) при довжині хвилі 412 нм.

Як результуючий показник ПАР розраховували прооксидантно-антиоксидантний коефіцієнт К_{па} за формулою 2.1:

$$K_{па} = \frac{\text{вміст МДА}}{\text{вміст GSH}}, \quad (2.1)$$

де: МДА – концентрація малонового діальдегіду, нмоль·10⁻⁶ ер.; GSH – концентрація відновленого глутатіону, 10¹² ммоль·ер.⁻¹.

Лабораторні дослідження показників, які підтверджують наявність формування окисного стресу, обумовленого понадінтенсивними силовими навантаженнями, було проведено на базі медичної клініки «Столиця» (м. Ірпінь). Матеріал для досліджень (сироватка крові та еритроцити) у спортсменів одержували зі зразків крові об'ємом 7 мл, взятої з периферичної (ліктьової) вени ранком у стані відносного м'язового спокою натщесерце без попереднього фізичного навантаження.

2.1.5. Електрофізіологічна методика дослідження швидкості проведення нервово-м'язового імпульсу. Визначення змін швидкості проведення нервово-м'язового імпульсу під впливом курсового прийому адаптогенів проводили за методикою визначення швидкості проведення імпульсу (Ш П І) по нервовому стовбуру, його моторним або сенсорним волокнам [101]. Вона базується на зіставленні тривалостей латентних періодів викликаних потенціалів (ВП) при електричному подразненні двох точок нерву, що знаходяться на деякій відстані одна від одної. Ш П І визначається діленням відстані між двома точками стимуляції нерву на тривалість проходження нервового імпульсу між цими точками, тобто на різницю латентних періодів потенціалів, викликаних стимуляцією нервового стовбуру у цих точках. Ш П І по моторним волокнам нерву обчислюється за формулою:

$$Ш П І_{ef.} = \frac{B}{L_{п} - L_{д}}, \quad (2.2)$$

де: $ШП I_{ef}$ – швидкість проведення імпульсу по моторним (еферентним) волокнам нерву ($\text{мм} \cdot \text{мс}^{-1}$); B – відстань між проксимальною та дистальною точками стимуляції нерву (мм); L_n – латентний період М-відповіді при стимуляції нерву в проксимальній точці (мс); L_d – латентний період М-відповіді при стимуляції нерву в дистальній точці (мс).

Принцип сучасної методики визначення $ШП I_{ef}$ по нервовому волокну було розроблено ще в 1948 р. R. Hodes зі співавт. Латентні періоди вимірюють від артефакту подразнення до початку м'язового ВП, при цьому сила подразнюючого току повинна бути ідентичною при стимуляції у дистальній та проксимальній точках. Краще проводити заміри латентних періодів при супрамаксимальній силі подразнюючого току, яка на 20 % більша за силу току, що викликає максимальну М-відповідь. Вимір латентності М-відповіді до першого відхилення від ізолінії відповідає проведенню по найбільш швидким моторним волокнам та визначає максимальний показник $ШП I$.

При дослідженні швидкості нервово-м'язового імпульсу спортсмен, який обстежувався, знаходиться в положенні лежачи. Для електроміографічного (ЕМГ) відведення М-відповіді (прямої відповіді м'язу на подразнення моторних волокон нерву) від м'язів короткого згинача пальців, що приводять великий палець та п'ятий палець нижньої кінцівки, використовували пару стандартних поверхневих міографічних електродів площею по $0,8 \text{ см}^2$, відстань між центрами яких становила 25 мм; зниження опору електродів досягалося шляхом використання токопровідної пасти. М-відповідь викликали монополярною черезшкірною стимуляцією великоберцового нерву в середині підколінної ямки (поодинокий імпульс току тривалістю 1,0 мс) та у точці позаду від медіальної щиколотки. Силу стимуляції підбирали супрамаксимальну, ЕМГ-сигнали підсилювали (ширина смуги пропускання підсилювача знаходиться у межах 10 Гц – 2 кГц) та оцифровували при частоті дискретизації 5 кГц.

Електрофізіологічні дослідження проводилося до початку ударного

передзмагального тритижневого мезоциклу та одразу по його закінченні при стандартних умовах з однорідною групою досліджуваних на базі медичної клініки «Столиця» (м. Ірпінь) у рамках Меморандуму про співробітництво між нею та Державним податковим університетом.

2.1.6. Методи математичної статистики

Під час обробки даних вираховували середнє арифметичне значення ($\bar{X}$), середнє квадратичне відхилення (S), коефіцієнт варіації (V), помилку репрезентативності (m) [102, 103]. Для оцінки достовірності розбіжностей використовували критерій Стюдента (t), коли розподіл вибірки відповідав нормальному закону, що перевіряли за χ^2 -критерієм Пірсона. Рівень надійності задавали $P=95\%$ (імовірність помилки 5% , тобто рівень значущості $p=0,05$). Відповідність (або невідповідність) закону нормального розподілу Гауса перевіряли за допомогою тестів Шапіро-Уїлка та Левеню, а порівняння вибірок проводили із застосуванням параметричного t -критерію Стюдента або непараметричного двовибіркового критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні. Опрацювання експериментального матеріалу виконували за допомогою комп'ютерних інтегрованих статистичних та графічних пакетів «Statgraphics Plus», «Microsoft Excel XP», а також ліцензійної комп'ютерної програми «GraphPadInStat» (США).

2.2. Організація досліджень

Дослідження проводили в чотири послідовних і взаємозалежних етапи, які забезпечили логічність й послідовність у плануванні, отриманні, обробці, інтерпретації і формуванні теоретичного й експериментального матеріалу.

Етапи досліджень:

На першому етапі (вересень 2022 р. – січень 2023 р.) проводили аналіз даних сучасної науково-методичної літератури з проблеми дослідження,

формували мету, завдання, об'єкт, предмет і програму дослідження та створено оглядову частину роботи.

На другому етапі (лютий – квітень 2023 р.) було визначено пошукові дослідження, які дали змогу сформувавши комплексний алгоритм обстеження спортсменів у динаміці підготовки та при застосуванні фармакологічної адаптогенної композиції, який включав педагогічні, лабораторні та електрофізіологічні методи. З групи обстежених 28 спортсменів (усі чоловіки, віком від 18 до 24 років, КМСУ та першорозрядники з важкої атлетики) було сформовано основну та контрольну групи. В обох групах було проведено констатуючий експеримент з метою оцінки наявних вихідних значень педагогічних, функціональних і лабораторних показників, які описано вище у п.п. 2.1.3 – 2.1.5, а згодом – формуючий експеримент із застосуванням аналогічної методології дослідження при застосуванні адаптогенної композиції.

На третьому етапі (травень – серпень 2023 р.) проведено формуючий педагогічний експеримент із застосуванням фармакологічного адаптогенного комплексу на основі олії амаранту та екстракту плодів лимоннику китайського, проведено попередню статистичну обробку одержаних даних і оформлено другий розділ роботи «Методи та організація досліджень».

На четвертому етапі (вересень – грудень 2023 р.) здійснено написання третього розділу магістерської роботи, сформульовано висновки й узагальнено отримані результати.

Розподіл спортсменів проведено методом випадкової вибірки на основну (О) і контрольну (К) групи – по 15 і 13 учасників відповідно.. Дослідження проводили у динаміці тренувального процесу, тривалість дослідження склала 21 день. Дослідження проводилося до початку ударного передзмагального тритижневого мезоциклу та одразу по його закінченні при стандартних умовах з однорідними групами досліджуваних.

Обраний лабораторний алгоритм дослідження вираженості окисного стресу при зрушенні прооксидантно-антиоксидантної рівноваги був однаковий в обох

групах, але члени контрольної групи отримували плацебо (дезодоровану соняшникову олію), а в основній групі обстежені спортсмени застосовували суміш, яку виготовляли *ex tempore* з 5 мл аптечного розчину екстракту плодів лимоннику китайського та 5 мл олії амаранта виробництва «Golden Pharm» (Україна). Дану суміш розподіляли на 2 порції, які спортсмени вживали ранком до першого тренувального заняття і ввечері після другого заняття.

Плацебо спортсмени отримували в ідентичному дозуванні, кратності та тривалості застосування. У процесі проведення дослідження його учасники не застосовували інші нейрометаболичні, ноотропні, адаптогенні, анаболічні та кардіопротекторні препарати.

Комплексне електрофізіологічне (функціональне), лабораторне та педагогічне обстеження було проведено як до початку дослідження (цей етап дослідження нами визначено як констатуючий експеримент) в обох рівноцінних групах, так й по його закінченні, коли тренувальний процес був сполучений із застосуванням або плацебо (група О) або препарату (група К), і ми визначили цей етап як формуючий експеримент. Таким чином, проведене нами дослідження, на результатах якого було побудовано кваліфікаційну роботу, носило комплексний характер й сполучало в собі ознаки як педагогічного, так й клініко-лабораторного напрямків.

РОЗДІЛ 3.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ АДАПТОГЕННОЇ КОМПОЗИЦІЇ НА ШВИДКІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОГО ІМПУЛЬСУ В КВАЛІФІКОВАНИХ ПРЕДСТАВНИКІВ СИЛОВИХ ВИДІВ СПОРТУ

Важка атлетика в Україні є дуже популярним видом спорту, і досягнення наших спортсменів на міжнародній арені є значними. Проте, адекватне фармакологічне забезпечення важкоатлетів із використанням недопінгових препаратів залишається питанням, до цього часу майже не розробленим. У цьому виді спорту внаслідок надінтенсивних навантажень та тривалого психоемоційного стресу, впливу несприятливих факторів навколишнього середовища, тощо, виникає ініціація вільно-радикальних процесів з накопиченням активних форм кисню та проявами тканинної гіпоксії. Інтенсивні фізичні навантаження та притаманні їм різноманітні метаболічні зрушення супроводжуються негативними змінами антиоксидантного захисту, функціонального стану симпато-адреналової системи. Це сприяє утворенню токсичних продуктів метаболізму, які порушують структуру та функцію клітинних мембран, що призводить до погіршення біоенергетичних механізмів та, відповідно, зниження фізичної працездатності.

Адаптогени рослинного походження здавна і до теперішнього часу використовуються для підвищення ефективності тренувальної та змагальної діяльності атлетів. Складові компоненти цих рослин, до того ж, мають анаболічні властивості, проте не належать до заборонених.

Обґрунтування доцільності використання важкоатлетами в період ударного тритижневого мезоциклу адаптогенів рослинного походження та характеристика їх ергогенної дії на показники прооксидантно–антиоксидантної рівноваги, швидкості проведення нервового імпульсу та, як наслідок, спеціальної фізичної

працездатності кваліфікованих важкоатлетів стало метою даного розділу дипломної роботи.

3.1. Оцінка антиоксидантного впливу адаптогенної композиції у динаміці тренувального процесу важкоатлетів

Відомо, що штангісту для підняття рекордної ваги недостатньо навіть дуже значного розвитку м'язової сили. Можна володіти великим потенціалом силових якостей, проте вони реалізуються лише за наявності необхідного рівня рухомості, точності, гнучкості, тобто без відповідного розвитку координаційних властивостей атлет не в змозі повністю реалізувати свої фізичні якості. Крім підвищення загальної фізичної працездатності, специфічних параметрів тренуваності (силові якості, такі як абсолютна сила, швидкісна сила, вибухова сила та силова витривалість), для важкоатлетів дуже суттєвим є вдосконалення нейрорегуляторних механізмів, тобто внутрішньо- та міжм'язової координації та оптимальний рівень взаємозв'язку між м'язовою та центральною нервовою системою, які здебільшого залежать від швидкості передачі нервово-м'язового імпульсу [104].

У наших попередніх модельних дослідженнях на мембранах еритроцитів з фітоадаптогенами було встановлено, що олія амаранту містить дуже високу кількість потужного природного антиоксиданту сквалену ($10,2 \text{ мг} \cdot \text{мл}^{-1}$ олії), а плоди лимонника характеризуються значним вмістом речовин класу флавоноїдів, а саме, від $3,6 \pm 0,3 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$ до $8,4 \pm 0,52 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$ флавонолів і від $2,2 \pm 0,10$ до $10,7 \pm 1,64 \%$ – дубильних речовин. Сировина цих рослин також відрізняється високим вмістом аскорбінової кислоти, що становить від $54,0 \pm 5,32 \text{ мг}\%$ у листі до $125,0 \pm 13,09 \text{ мг}\%$ у плодах. Вираженість антиоксидантного впливу екстрактів з фітоматеріалів залежить від вмісту в цілісній рослинній сировині біологічно активних речовин відповідної спрямованості дії. Тобто, *a priori* можна вважати,

що використання екстрактів цих рослин призводитиме до суттєвого збільшення антиоксидантного впливу в організмі і послужить основою для подальшого визначення ергогенних (стимулюючих працездатність) властивостей.

Результати досліджень у модельній системі показали, що до початку досліджень активність процесів ПОЛ та антиоксидантного захисту збалансована – їх похідна $K_{\text{Па}}$ становить 1,8 (табл. 3.1), що відповідає значенням у здорових осіб. Інкубація крові з фітоекстрактом №1 – з олії амаранту – супроводжується впливом як на вміст МДА, так і на рівень ВГЛ, причому більш виражену дію біологічно активні компоненти амаранту мають саме на антиоксидантну ланку.

Таблиця 3.1

Зміни показників ПАР у модельній системі мембран еритроцитів спортсменів під впливом екстрактів рослинних адаптогенів

Групи досліджень	Показники ПАР у мембранах еритроцитів спортсменів, ($\bar{X} \pm S$)		
	МДА, нмоль·10 ⁶ ер.	GSH, 10 ⁻¹² ммоль·ер. ⁻¹	$K_{\text{Па}}$
Контрольная (n=5) + фізіологічний розчин	3,52±0,09	1,77±0,10	1,8
<i>Основные:</i>			
№1 (n=7) + олія амаранту	3,06±0,07 [#]	4,53±0,09 [#]	0,67
№2 (n=7) +екстракт плодів лимоннику китайського	2,87±0,13 [#]	4,94±0,10 [#]	0,58

Примітка [#] – зміни достовірні ($p < 0,01$) порівняно з даними контрольної групи

В результаті наступних проведених досліджень *in vivo* було встановлено, що тривалі інтенсивні фізичні навантаження призводять до зсуву ПАР у клітинних мембранах еритроцитів, які вважаються достатньо адекватною моделлю загального пулу клітинних мембран організму, у бік накопичення продуктів ПОЛ, на що вказує накопичення вмісту малонового діальдегіду та зниження вмісту GSH (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Зміни показників ПАР у мембранах еритроцитів важкоатлетів під окремим впливом адаптогенів на основі екстракту плодів лимонника китайського та олії амаранту

Показник	Здорові нетреновані особи – донори (n=10)	Групи важкоатлетів і термін дослідження		
		до початку мезоциклу (n=28)	контрольна по закінченні мезоциклу (n=13)	основна по закінченні мезоциклу (n=15)
	значення показників ($\bar{X} \pm S$)			
застосування екстракту плодів лимоннику китайського				
МДА, нмоль·10 ⁶ ер.	3,67±0,10	5,46±0,17*	5,92±0,18*	4,23±0,11* [#]
GSH, 10 ⁻¹² ммоль·ер. ⁻¹	1,83±0,11	2,28±0,14*	2,19±0,14	3,19±0,24* [#]
K _{па} , ум.од.	2,00±0,02	2,42±0,03*	2,70±0,04**	1,32±0,06* [#]
застосування олії плодів амаранту				
МДА, нмоль·10 ⁶ ер.	3,67±0,10	5,92±0,18*	4,08±0,10**	5,38±0,15* [#]
GSH, 10 ⁻¹² ммоль·ер. ⁻¹	1,83±0,11	2,19±0,14	3,01±0,21**	2,31±0,14* [#]
K _{па} , ум.од.	2,00±0,02	2,46±0,03*	2,74±0,05**	1,56±0,07* [#]

Примітки: 1.* – зміни статистично значущі порівняно з даними у донорів (p < 0,05); 2.** – зміни статистично значущі проти даних до початку мезоциклу (p < 0,05); 3.[#] – зміни статистично значущі порівняно з даними у контрольній групі (p < 0,05)

Про зміни у стані ПАР у важкоатлетів під впливом лимонника свідчить також зростання K_{па}. Якщо у здорових нетренованих осіб (донори) цей показник дорівнює 2,00 ум. од., то за інтенсивних фізичних навантажень він зростає до 2,42 ум. од., що вказує на переважання окисних процесів у клітинних мембранах. У контрольній групі під впливом навантажень зростаючої інтенсивності продовжується накопичення продуктів ПОЛ і зменшується ступінь антиоксидантного захисту. K_{па} у спортсменів, які не застосовували адаптогени,

наприкінці 21-денного мезоциклу зростає до 2,70, а при прийомі лимонника знижується до 1,32. Застосування олії амаранту так само, як у попередньому випадку, гальмує активність ліпоперекислення (див. табл. 3.2). При курсовому прийомі цього адаптогену величина $K_{па}$ у спортсменів знижується до 1,56 (проти 2,70 у контрольній групі). Нормалізація стану ПАР у мембранах еритроцитів під впливом прийому рослинних адаптогенів послідовно зумовлює покращення кисень-транспортної функції крові та її реологічних властивостей [105] та сприяє покращенню процесів енергозабезпечення м'язів.

Оскільки спочатку нами було оцінено вплив кожного обраного фітоадаптогену окремо, то логічним наступним кроком стало визначення сполученої дії одразу двох обраних адаптогенів, тобто усієї запропонованої адаптогенної композиції у цілому (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Зміни показників ПАР у мембранах еритроцитів важкоатлетів під впливом адаптогенної композиції на основі екстракту плодів лимонника китайського та олії амаранту

Показник	Групи важкоатлетів і термін дослідження			
	контрольна (плацебо)		основна (адаптогенна композиція)	
	до початку мезоциклу (n=13)	по закінченні мезоциклу (n=13)	до початку мезоциклу (n=15)	по закінченні мезоциклу (n=15)
	значення показників ($\bar{X} \pm S$)			
МДА, нмоль $\cdot 10^6$ ер.	3,78 $\pm$ 0,11	5,88 $\pm$ 0,17*	3,81 $\pm$ 0,12	4,23 $\pm$ 0,11* [#]
GSH, 10^{-12} ммоль $\cdot$ ер. ⁻¹	1,92 $\pm$ 0,10	3,21 $\pm$ 0,11*	2,01 $\pm$ 0,09	6,44 $\pm$ 0,20* [#]
$K_{па}$, ум.од.	2,32 $\pm$ 0,03	3,11 $\pm$ 0,04*	2,40 $\pm$ 0,06	1,52 $\pm$ 0,07* [#]

Примітки: 1.* – зміни статистично значущі порівняно з даними до початку мезоциклу в контрольній групі ($p < 0,05$); 2.** – зміни статистично значущі порівняно з даними до початку мезоциклу в основній групі ($p < 0,05$)

Одержані дані дозволяють резюмувати, що позитивний ефект застосування запропонованої нами адаптогенної композиції на основі плодів лимоннику

китайського та олії амарнту у важкоатлетів справляє більш виражений вплив на основні показники окисного гомеостазу безпосередньо у клітинних мембранах, що значною мірою базується не стільки на гальмуванні процесів ПОЛ, скільки на зростанні ступеня власного антиоксидантного захисту у неферментативній ланці. Тобто, покращання ПАР у свою чергу, приводить до поліпшення структурно-функціонального стану клітинної поверхні та сприяє кращому перебігу мембранозв'язаних біохімічних реакцій [106].

Нормалізація стану мембран еритроцитів зі зниженням їх сорбційної здатності під впливом прийому фітоадаптогенів неодмінно зумовлює покращення кисень-транспортної функції крові та її реологічних властивостей і сприяє поліпшенню енергозабезпечення м'язів, що працюють в аеробному режимі.

Таким чином, отримані дані дають змогу резюмувати, що позитивний ефект від застосування спиртового екстракту плодів лимоннику китайського або елеутерококу колючого у важкоатлетів значною мірою базується на гальмуванні процесів перекисного окислення ліпідів та зростанні антиоксидантного захисту в клітинних мембранах, тобто на нормалізації ПАР, що призводить до покращання структурно-функціонального стану клітинної поверхні та сприяє кращому перебігові біохімічних процесів, які базуються на мембранних реакціях.

3.2. Характеристика дії фітоадаптогенів на показник швидкості проведення нервово-м'язового імпульсу у представників силових видів спорту

Значною мірою ергогенні властивості лікарських рослинних адаптогенних засобів пов'язані з їхньою участю у метаболізмі не лише суто м'язових волокон, але й центральної і периферичної нервової системи [107 – 109]. Функціональна здатність збудливих систем організму характеризується поточним ритмом імпульсів, що перетворюються точно в такий же, як і ритм збудливості, або в

трансформований, більш низький. Функціональна рухливість, тобто лабільність, є основним чинником, що поєднує окремі збудливі утворення в єдину, цілісну систему, що визначає долю поточних робочих актів складних фізіологічних приладів.

Кількісною мірою лабільності є число елементарних реакцій, які здатна відтворити збуджена тканина синхронно з ритмом подразнення в одиницю часу. Згідно з його даними, нервово-м'язовий апарат по-різному реагує на різні за частотою і силою подразнення – від збудження типу оптимуму до повного пригнічення, тобто стійкого гальмування. Збудливі утворення не в змозі довгостроково відповідати в максимальному ритмі на подразнення. При такому подразненні в максимальному ритмі відбувається прогресивне зрідшення відповідних біопотенціалів [110].

У фізіології існує поняття «оптимальний ритм активності збудливих одиниць». Він характеризується стійкістю амплітуд високовольтних потенціалів. Нервово-м'язовий апарат здатний відповідати синхронно з ритмом подразнення досить довгостроково. Витрачені робочі потенціали в період активності відновлюються до чергового циклу. Нервово-м'язова система перебуває в деякій динамічній рівновазі.

Відомо, що до факторів, які об'єктивно впливають на величину швидкості проведення нервового імпульсу, належать діаметр нервового волокна та ступінь його мієлінізації; температура в зоні нервового стовбуру та температура кінцівки в цілому; кислотно-лужний стан та електролітний обмін в тканинах, що оточують нерв. Крім того, цей параметр визначається також станом периферичного кровообігу в кінцівці, віком обстежуваного та часом доби, коли проводилося дослідження, а також впливом інших біологічних, хімічних та фізичних агентів. Деяке значення мають також аномалії розташування нервових стовбурів, міжневральних колатералей, аномалії зон іннервації, тобто незалежні генетично обумовлені чинники.

Дослідження швидкості проведення нервового імпульсу (Ш П І) були проведені на базі медичної клініки «Столиця» за допомоги кандидата біологічних наук, старшого наукового співробітника Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України О.В. Колосової за загальновідомими методиками визначення функціональної дієздатності нервово-м'язової системи на апараті для електронейроміографії «M-Nest Neuro ((2/4 каналний) виробництва «ООО DX-Systems, Україна).

Результати досліджень довели, що швидкість проведення нервового імпульсу в контрольній та основній групі до початку мезоциклу не розрізняються (табл. 3.4, рис. 3.1).

Таблиця 3.4

Зміни швидкості проведення нервово-м'язового імпульсу під впливом адаптогенної композиції на основі екстракту лимоннику китайського та олії амаранту у представників силових видів спорту

Швидкість проведення імпульсу ($\bar{X} \pm S$), мм·мс ⁻¹			
контрольна група (n= 8)		основна група (n=10)	
до початку мезоциклу	по закінченні мезоциклу	до початку мезоциклу	по закінченні мезоциклу
27,6±2,3	28,9±2,4	28,2±1,4	33,5±2,0* [#]

Примітки: 1. * – зміни значущі (p < 0,05) порівняно з даними у контрольній групі; 2. # – зміни значущі (p < 0,05) порівняно з даними до початку мезоциклу в основній групі.

У спортсменів основної групи наприкінці мезоциклу – після закінчення прийому екстракту плодів лимоннику китайського в композиції з олією амаранту – спостерігається достовірне збільшення Ш П І. В той же час величини Ш П І по моторним волокнам великогомілкового нерву у спортсменів контрольної групи

в середньому не мають достовірних змін до початку та по закінченні мезоциклу на рівні $p > 0,05$ (тобто достовірні зміни відсутні).

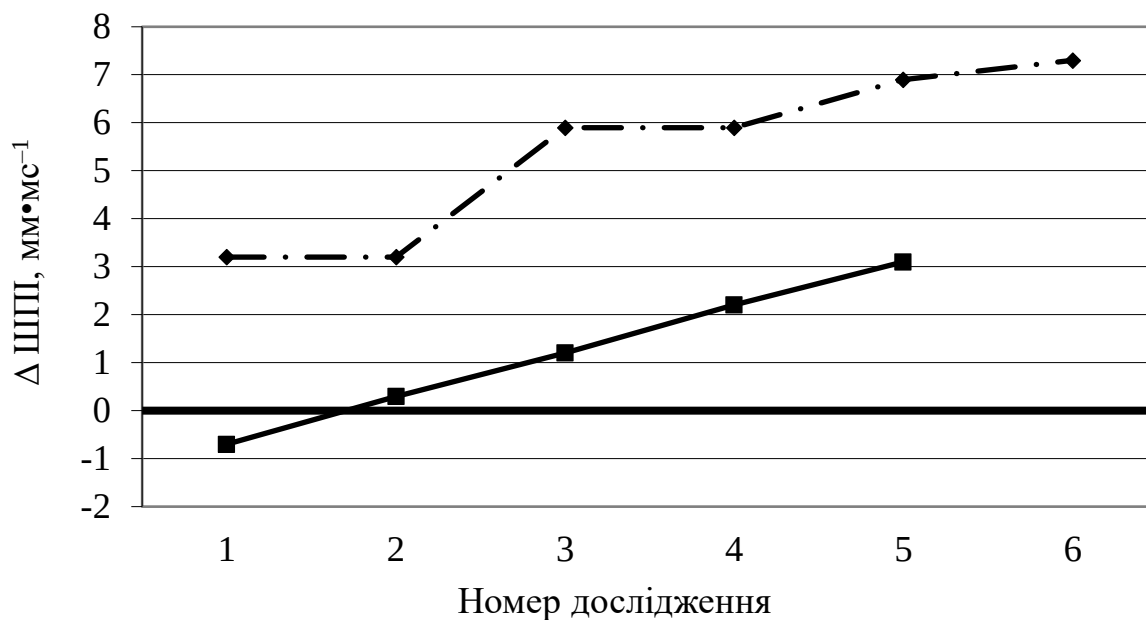


Рис. 3.1. Індивідуальні значення змін швидкості проведення нервового імпульсу ($\Delta \text{ШПІ}$, мм·мс⁻¹) між початком та закінченням мезоциклу в основній та контрольній групах важкоатлетів

У спортсменів основної групи наприкінці мезоциклу – після закінчення прийому екстракту плодів лимоннику китайського в композиції з олією амарнту – спостерігається достовірне збільшення ШПІ. В той же час величини ШПІ по моторним волокнам великогомілкового нерву у спортсменів контрольної групи в середньому не мають достовірних змін до початку та по закінченні мезоциклу на рівні $p > 0,05$ (тобто достовірні зміни відсутні).

Враховуючи невелику вибірку досліджуваних груп, що можна віднести до ненормального закону розподілення, доцільно було перевірити оцінку розбіжностей по центральній тенденції з використанням U-критерію Манна-Уїтні. Для цього було ранжирувано в порядку зростання показники кожного індивідуального відхилення величини швидкості проведення нервового

імпульсу ($\Delta \text{ШПІ}$) до початку та по закінченні мезоциклу в обох групах (табл. 3.5).

Критерій Манна-Уїтні: $U = \max (U_{e1}, U_k) = 30$. Граничне значення для критерію Манна-Уїтні (U_{qb}) при двосторонньому рівні значимості $q=0,1$, $n_{e1}=6$, $n_k=5$ дорівнює 25. Оскільки $U = \max (U_{e1}, U_k) \geq U_{qb}$ ($30 > 25$), приймається статистичний висновок, що свідчить про наявність суттєвої різниці сукупностей, з яких взяті вибірки по центральній тенденції.

Таблиця 3.5

Значення $\Delta \text{ШПІ}$ вибірок і рангів в загальному ряду

Вибірка і ранг	Значення $\Delta \text{ШПІ}$ вибірок в об'єднаному ранжируемому ряду, $\text{мм} \cdot \text{мс}^{-1}$					
Вибірка основної групи	3,2	3,2	5,9	5,9	6,9	7,3
Вибірка контрольної групи	-0,7	0,3	1,2	2,2	3,1	
Ранг для основної групи	6,5	6,5	8,5	8,5	10	11
Ранг для контрольної групи	1	2	3	4	5	

Тобто, зміни швидкості проведення нервового імпульсу, що відбулись у спортсменів основної та контрольної груп впродовж тритижневого мезоциклу, мають достовірні розбіжності (як за t -критерієм Стьюдента, так і за непараметричним критерієм Манна-Уїтні) в бік збільшення значення показника $\Delta \text{ШПІ}$ у важкоатлетів, які застосовували запропоновану нами адаптогенну композицію.

Слід зазначити, що у дослідженні прийняли участь спортсмени важкоатлети спортивної кваліфікації «1-й спортивний розряд» і «КМСУ». Це відображає значний розвиток показників спеціальної працездатності, техніко–

тактичної майстерності, що загалом характеризує їхню розвинену функціональну дієздатність нервово-м'язової системи порівняно з спортсменами–розрядниками. Це дає підставу твердити, що розвиток процесів нервово-м'язової, внутрішньом'язової та міжм'язової координації та лабільності нервового імпульсу знаходиться на високому рівні працездатності і підвищення цих параметрів при експериментальному застосуванні курсового прийому настоянки лимоннику китайського або елеутерококу колючого доводить їх адресну дію.

Таким чином, згідно отриманим даним, і лимонник китайський, і елеутерокок колючий спричиняють досить–таки виразний вплив на такий важливий параметр, значною мірою пов'язаний зі зростанням вибухової сили у важкоатлетів, як швидкість проведення нервового імпульсу, що обґрунтовує доцільність застосування цих адаптогенів для підвищення показників спеціальної працездатності важкоатлетів.

3.3. Вплив курсового прийому запропонованої адаптогенної композиції на показники спеціальної працездатності важкоатлетів

Як відомо, важка атлетика є швидкісно-силовим видом спорту, в якому основне значення для змагального результату відіграє якість – вибухова сила. Тому, тестування спортсменів-важкоатлетів на динаміку показників вибухової сили видається доцільним як в педагогічному процесі спортивної підготовки для оцінки розвитку вищезгаданих якостей, так і в даному дослідженні для відстеження позитивної дії курсового прийому адаптогенної композиції на основі екстракту плодів лимоннику китайського у сполученні з олією амарану на показники спеціальної працездатності важкоатлетів.

Для вирішення задач даного дослідження були обрані наступні методики: стрибок вгору за методикою Абалакова та висота підйому штанги в ривковій тязі. Ці методи визначення показників вибухової сили як показника спеціальної

працездатності є широко відомими і загальноновживаними. Крім того, вони мають високу інформативність рівня спеціальної підготовленості спортсмена, й разом з тим за своєю структурою виконання є малоенергозатратними і широкодоступними. Тому, вищезазначені методи використовуються в практиці важкої атлетики як тести розвитку рухових якостей.

Як видно з даних, наведених у таблиці 3.6, застосування адаптогенної композиції супроводжується покращанням параметрів спеціальної працездатності.

Таблиця 3.6

Вплив запропонованої адаптогенної композиції на основі екстракту лимоннику китайського та олії амаранту на показники спеціальної працездатності представників силових видів спорту

Групи спортсменів і термін досліджень	Показники, що вимірювали ($\bar{X} \pm S$)			
	Стрибок вгору з місця		Ривкова тяга	
	висота стрибка, см	час виконання вправи, мс	висота підйому штанги, см	час виконання вправи, мс
До початку мезоциклу (n=28)	63,13±3,89	0,48±0,06	80,1±4,85	0,65±0,03
Контрольна по закінченні мезоциклу (n=13)	60,24±4,67	0,5±0,07	73,68±4,73	0,70±0,04
Основна по закінченні мезоциклу (n=15)	72,08±2,12*	0,44±0,02	82,41±4,12	0,51±0,05*

Примітка. * – різниця статистично значуща порівняно з даними до початку мезоциклу ($p < 0,05$)

Якщо у важкоатлетів контрольної групи по закінченні мезоциклу показники спеціальної працездатності погіршуються – знижується висота стрибка на 4,6 % і на 8,3 % зростає час його виконання, то під впливом адаптогенної композиції, навіть після змагань, висота стрибка, порівняно з

даними до початку прийому лимоннику, зростає на 14,3 %, а час виконання стрибка зменшується в середньому на 12,5 %.

У більшості атлетів спрямованість змін показників спеціальної працездатності відповідає загальній тенденції – висота підйому у ривковій тязі відносно вихідних даних до початку курсового прийому збільшується на 5,6 %, а час виконання вправи зменшується на 21,5 %, на відміну від показників у контрольній групі, де висота підйому штанги у ривкової тязі, навпаки, знижується на 8,1 %, а час виконання вправи збільшується на 7,7 % (рис. 3.3).

Тобто, під впливом екстракту плодів лимоннику китайського висота стрибка з місця та ривкової тяги зростають, а час виконання вправ – зменшується. Це вказує на покращання адаптаційних можливостей, що можна пояснити зростанням швидкості передачі нервового імпульсу. Одним з шляхів впливу лимоннику китайського на пристосування до великого обсягу фізичних навантажень з відповідним зростанням параметрів спеціальної тренуваності в експериментальній групі важкоатлетів, за нашою думкою, є саме антиоксидантна (на субклітинному рівні) дія складових плодів лимоннику китайського та його мембранопротекторні (на прикладі еритроцитів) властивості. Це узгоджується з сучасними даними інших дослідників, які також показали позитивний вплив лимоннику на гепатоцити, що відповідають за своєчасне знешкодження токсичних речовин, які накопичуються в організмі спортсменів під час тренувань та змагань.

Як видно з наведених на рисунку 3.2 даних, результати тестових величин у спортсменів контрольної групи при повторному дослідженні порівняно мають тенденцію до погіршення з початком мезоциклу. З огляду на те, що контингент досліджуваних спортсменів і групи контролю є однорідним за показниками спортивної майстерності та ваговою категорією, а також те, що всі атлети виконували одну й ту ж саму тренувальну роботу під керівництвом одного тренера, отримані результати дають підстави вважати, що наприкінці ударного тритижневого мезоциклу у спортсменів контрольної групи починають

виснажуватися енергетичні резерви, що проявляється в тенденції погіршення виконання тестуючих вправ.

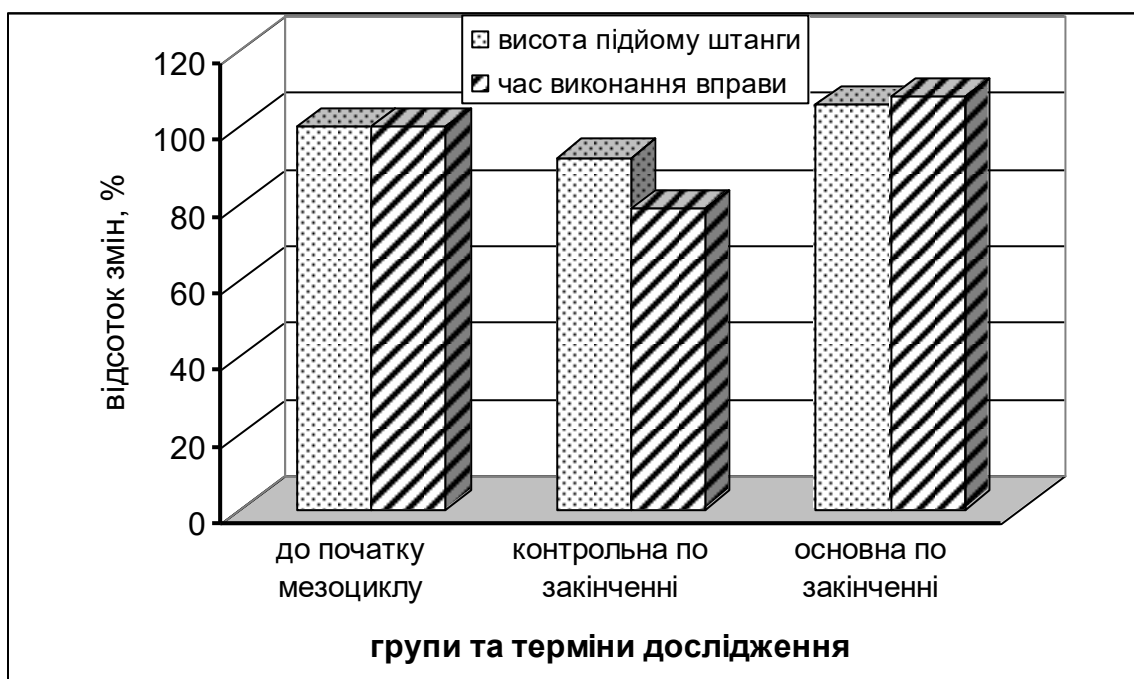


Рис. 3.2. Динаміка показників спеціальної тренованості важкоатлетів протягом мезоциклу під впливом адаптогенної композиції на основі екстракту лимоннику китайського та олії амаранту

Тому для попередження перетренованості методично грамотно зробити наступний тижневий мікроцикл відновним. Але, в обставинах браку часу на спортивну підготовку в зв'язку зі щільним графіком тренувань і змагань дуже часто не вистачає рівномірно розподілених за чергою ударних та відновлювальних мезоциклів, і тому часто спостерігається тенденція до виникнення перетренованості важкоатлетів в на спеціально-підготовчому етапі підготовчого періоду. Результати наших досліджень демонструють, як за допомогою курсового прийому адаптогенів можна запобігти появи перетренованості наприкінці ударного мезоциклу.

Наприкінці комплексних досліджень відносно впливу курсового прийому екстрактів лимоннику китайського та олії амаранту на параметри спеціальної працездатності, прооксидантно-антиоксидантної рівноваги та швидкості проведення нервового імпульсу нами були проаналізовані взаємозв'язки, які виявлені в результаті проведення багатофакторного кореляційного аналізу. Встановлено, що показники педагогічного тестування стрибок вгору поштовхом обох ніг за методикою Абалакова та висоти підйому штанги у ривковій тязі мають позитивний коефіцієнт кореляції із збільшенням швидкості проведення нервового імпульсу з однієї сторони і зі збільшенням GSH з іншої та зворотний зв'язок із збільшенням вмісту МДА (табл. 3.7). Тобто час виконання цих вправ зростає при зниженні концентрації МДА та збільшується – при збільшенні величини показників концентрації GSH та Ш П І. Таким чином, нами було експериментально доведено, що ріст показників спеціальної працездатності внаслідок курсового прийому запропонованої нами адаптогенної композиції обумовлений її антиоксидантною дією, що забезпечує цілісність клітинних мембран організму, забезпечуючи стабільність протікання біохімічних процесів в клітині та протекцію від зсуву гомеостазу в бік накопичення продуктів ПОЛ. Результатом цього є зростання швидкості проведення нервового імпульсу як в центральній, так і периферичній ланках нервової системи.

Встановлені нами дані у важкоатлетів щодо змін під впливом досліджуваних адаптогенів прооксидантно-антиоксидантного балансу в клітинних мембранах свідчать про покращання їхнього функціонального стану і, таким чином, опосередковано вказують на нормалізацію роботи мембранозв'язаних ферментів, відповідальних за транспорт електролітів та інших речовин у середину клітини та назовні.

Встановлені нами дані у важкоатлетів щодо змін під впливом досліджуваних адаптогенів прооксидантно-антиоксидантного балансу в клітинних мембранах свідчать про покращання їхнього функціонального стану і, таким чином, опосередковано вказують на нормалізацію роботи

мембранозв'язаних ферментів, відповідальних за транспорт електролітів та інших речовин у середину клітини та назовні.

Таблиця 3.7

Результати багатфакторного кореляційного аналізу зв'язків показників кисного гомео стазу, швидкості проведення нервово-м'язового імпульсу та параметрів спеціальної фізичної працездатності важкоатлетів

Показник	МДА	Δ ШПІ	GSH
Висота стрибка, см	-0,889, $p < 0,05$	+0,883, $p < 0,05$	+0,567, $p < 0,07$
Час стрибка, мс	+0,873, $p < 0,05$	-0,961, $p < 0,05$	-0,443, $p < 0,08$
Висота підйому штанги, см	-0,768, $p < 0,05$	+0,856, $p < 0,05$	+0,639, $p < 0,06$
Час ривкової тяги, мс	+0,746, $p < 0,05$	-0,932, $p < 0,05$	-0,537, $p < 0,07$

Це є однією з причин поліпшення кислотно-лужного балансу як у самих клітинах, так й в екстрацелюлярному матриксі. Крім того, загально відомі дані відносно стимулюючого впливу екстракту плодів лимоннику та олії амранту на збільшення транспорту кисню до працюючих м'язів, а також на активізацію метаболізму та регенераторних процесів. Це, цілком вірогідно, також позитивно впливає й на кислотно-лужний стан та електролітний обмін в тканинах, які оточують нерв, та на стан периферичного кровообігу в кінцівці, результуючої чого і виступає зростання швидкості проведення імпульсу по моторним волокнам нерву в спортсменів-важкоатлетів.

Висновки до Розділу 3.

В ході досліджень впливу курсового прийому запропонованої нами адаптогенної композиції на основі екстрактів плодів лимоннику китайського та олії амарнту на параметри прооксидантно–антиоксидантної рівноваги, швидкість проведення нервового імпульсу встановлено:

1. Проведені в модельній системі на основі «тіней» еритроцитів людини експериментальні дослідження свідчать про наявність антиоксидантних обох використаних нами у подальших дослідженнях рослинних адаптогенів. Показано, що екстракти з досліджуваних рослин одночасно сприяють гальмуванню процесів перекисного окислення ліпідів та активують антиоксидантну ланку не ферментативного характеру.

2. Інтенсивні фізичні навантаження, спрямовані на розвиток сили, призводять до зрушення параметрів прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у клітинних мембранах, з переважанням окислювальних процесів і накопиченням продуктів ліпопереокиснення, що свідчить про зниження ступеня природного антиоксидантного захисту клітинних мембран.

3. Застосування запропонованої адаптогенної композиції приводить до нормалізації параметрів прооксидантно–антиоксидантної рівноваги (зниження рівня малонового діальдегіду та підвищення вмісту відновленого глутатіону), що суттєво знижує прояви окисного стресу, який формується у динаміці понадінтенсивних тривалих фізичних навантажень силового характеру.

4. Адаптогенна композиція на основі плодів лимоннику китайського та олії амаранту спричиняють виражений вплив на такий важливий електрофізіологічний параметр, значною мірою пов'язаний зі зростанням вибухової сили у важкоатлетів, як швидкість проведення нервового імпульсу, що пояснює високу ефективність адаптогенів при їх застосуванні у представників цього виду спорту.

5. Застосування композиції фітоадаптогенів приводить до значного покращення показників спеціальної тренуваності, що відображають зростання вибухової сили, а саме висоти під'ому штанги та часу виконання вправ.

6. Проведення кореляційного багатофакторного аналізу вказує на наявність достовірних зв'язків між усіма досліджуваними показниками, що характеризують ізні боки покращення ефективності тренувальної діяльності і, таким чином, обґрунтовують доцільність використання адаптогенів у процесі підготовки представників силових видів спорту.

ВИСНОВКИ

1. Результати аналізу та узагальнення даних науково-методичної літератури свідчать про те, що адаптогени рослинного походження – елеутерокок колючий, женьшень, родіола розова, лимонник китайський та інші є ефективними засобами позатренувального характеру для підвищення ефективності тренувальної та змагальної діяльності атлетів, що спеціалізуються у силових видах спорту.

2. Важливу роль прояви ефекту рослинних адаптогенів у спортсменів грає їх здатність брати участь в антиоксидантних та інших захисних реакціях у різних тканинах організму. У зв'язку з цим найбільш адекватною формою оцінки ефективності використання рослинних адаптогенів є їх перевірка в процесі практичної діяльності спортсменів з визначенням показників загальної та спеціальної працездатності, а розкриття механізмів опосередкованого впливу цих ергогенних фармакологічних засобів має базуватися насамперед на визначенні антиоксидантних властивостей. Проте тонкі механізми впливу рослинних адаптогенів на ефективність тренувальної та змагальної діяльності кваліфікованих важкоатлетів досі остаточно не вивчені, що й визначає актуальність даного дослідження.

3. Проведений аналіз інформації, що є у сучасній літературі, свідчить, що стимуляція фізичної працездатності атлетів у силових видах спорту може лежати у двох площинах – за рахунок гіпертрофії м'язового волокна, що не завжди є сприятливим за необхідності збереження вагової категорії спортсмена, або у площині стимуляції метаболічних шляхів, що покращують міжм'язову та невову –м'язову координацію без збільшення маси тіла атлетів. Саме другий, шлях є більш обґрунтованим з точки зору формування спеціальних здатностей представників силових видів спорту.

4. На основі аналізу даних науково-методичної літератури нами для прискорення проведення нервово-м'язового імпульсу було обрано композицію з

олії амаранту (*Amaranthum Oleum*), яка володіє вираженими антиоксидантними властивостями, та екстракту плодів лимоннику китайського (*Tinctura Seminum Schisandrae*), що позиціонується як яскраво виражений адаптоген з антоксидатними характеристиками.

5. Проведені в модельній системі на основі «тіней» еритроцитів людини експериментальні дослідження свідчать про наявність антиоксидантних обох використаних нами у подальших дослідженнях рослинних адаптогенів. Показано, що екстракти з досліджуваних рослин одночасно сприяють гальмуванню процесів перекисного окислення ліпідів та активують антиоксидантну ланку не ферментативного характеру.

6. Інтенсивні фізичні навантаження, спрямовані на розвиток сили, призводять до зрушення параметрів прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у клітинних мембранах, з переважанням окислювальних процесів і накопиченням продуктів ліпопереокиснення, що свідчить про зниження ступеня природного антиоксидантного захисту клітинних мембран.

7. Застосування запропонованої адаптогенної композиції приводить до нормалізації параметрів прооксидантно–антиоксидантної рівноваги (зниження рівня малонового діальдегіду та підвищення вмісту відновленого глутатіону), що суттєво знижує прояви окисного стресу, який формується у динаміці понадінтенсивних тривалих фізичних навантажень силового характеру.

8. Адаптогенна композиція на основі плодів лимоннику китайського та олії амаранту спричиняють виражений вплив на такий важливий електрофізіологічний параметр, значною мірою пов'язаний зі зростанням вибухової сили у важкоатлетів, як швидкість проведення нервового імпульсу, що пояснює високу ефективність адаптогенів при їх застосуванні у представників цього виду спорту.

9. Застосування композиції фітоадаптогенів приводить до значного покращення показників спеціальної тренуваності, що відображають зростання вибухової сили, а саме висоти під'ому штанги та часу виконання вправ.

10. Проведення кореляційного багатофакторного аналізу вказує на наявність достовірних зв'язків між усіма досліджуваними показниками, що характеризують історичні аспекти покращання ефективності тренувальної діяльності і, таким чином, обґрунтовують доцільність використання адаптогенів у процесі підготовки представників силових видів спорту.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://www.garagegymreviews.com/olympic-weightlifting-records>
2. Wax B, Kerksick CM, Jagim AR, Mayo JJ, Lyons BC, Kreider RB. Creatine for Exercise and Sports Performance, with Recovery Considerations for Healthy Populations. *Nutrients*. 2021;13(6):1915. doi: 10.3390/nu1306.
3. Marino C. 1899–1996: 100 years of Olympic Weightlifting / Casadei Marino and Alam Lunzenfichter. Budapest: IWF. 1996. 280 p.
4. Neil-Sztramko SE, Caldwell H, Dobbins M. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;9(9):CD007651. doi: 10.1002/14651858.CD007651.pub3.
5. Panossian AG, Efferth T, Shikov AN, Pozharitskaya ON, Kuchta K, Mukherjee PK, Banerjee S, Heinrich M, Wu W, Guo DA, Wagner H. Evolution of the adaptogenic concept from traditional use to medical systems: Pharmacology of stress- and aging-related diseases. *Med Res Rev*. 2021;41(1):630–703. doi: 10.1002/med.21743.
6. Гунина Л. М. Пищевые добавки в спорте: профилактический, лечебный и эргогенный характер. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Теоретичні і практичні аспекти у фізичній терапії та ерготерапії». Івано-Франківськ, 25-26 травня 2023 р. Івано-Франківськ, Вид-во Херсонського університету, 2023; с. 88–90.
7. Гуніна ЛМ, Атаман ЮО, Беленічев ІФ, Войтенко ВЛ, Носач ОВ. Лабораторний моніторинг і нутритивно-метаболична підтримка процесу підготовки спортсменів (монографія); за заг. ред. Л.М. Гуніної, Ю.О. Атамана. Суми, Вид-во СумДУ, 2023. 549 с.
8. Rozova E.V. The relationship between the morphofunctional state of biological barriers and mitochondria in the lungs and heart and the main parameters of

external respiration, gas exchange, blood circulation during hypoxia and stress. *Tauride Medical and Biological Bulletin*. 2012;15(3):290–294. (in Russian).

9. Khatri M, Naughton RJ, Clifford T, Harper LD, Corr L. The effects of collagen peptide supplementation on body composition, collagen synthesis, and recovery from joint injury and exercise: a systematic review. *Amino Acids*. 2021;53(10):1493–1506. doi: 10.1007/s00726-021-03072-x.

10. Meerson FZ, Pshennikova MG. Stress-limiting systems of the body and new principles of prevention in cardiology. *Problems of cardiology*. 1989;(3):1–55. (in Russian).

11. Esmaealzadeh N, Iranpanah A, Sarris J, Rahimi R. A literature review of the studies concerning selected plant-derived adaptogens and their general function in body with a focus on animal studies. *Phytomedicine*. 2022;105:154354. doi: 10.1016/j.phymed.2022.154354.

12. Todorova V, Ivanov K, Delattre C, Nalbantova V, Karcheva-Bahchevanska D, Ivanova S. Plant Adaptogens-History and Future Perspectives. *Nutrients*. 2021;13(8):2861. doi: 10.3390/nu13082861.

13. Платонов В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. Киев: Олимпийская литература, 2017; с. 516–563.

14. Megna M, Amico AP, Cristella G, Saggini R, Jirillo E, Ranieri M. Effects of herbal supplements on the immune system in relation to exercise. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2012;25(1 Suppl):43S–49S. doi: 10.1177/03946320120250s107.

15. Liu XX, Chen CY, Li L, Guo MM, He YF, [et al.]. Bibliometric Study of Adaptogens in Dermatology: Pharmacophylogeny, Phytochemistry, and Pharmacological Mechanisms. *Drug Des Devel Ther*. 2023;17:341–361. doi: 10.2147/DDDT.S395256.

16. Конюшок С.О., Гуніна ЛМ, Олійник СА. Експериментальне обґрунтування доцільності застосування препаратів з лікарських рослин у пауерліфтингу. Матеріали наук.-практ. конф. «Молода спортивна наука

України». Науковий вісник Львівського державного ун-ту фіз. культури. 2007;(11):211–212.

17. Huyke C, Engel K, Simon-Haarhaus B, Quirin KW, Schempp CM. Composition and biological activity of different extracts from *Schisandra sphenanthera* and *Schisandra chinensis*. *Planta Med.* 2007;73(10):1116–1126. doi: 10.1055/s-2007-981559.

18. Turishchev S.N. Modern herbal medicine: textbook. aid for students honey. Moscow: GEOTAR-Media, 2007. 525 p. (in Russian).

19. Yaremenko K.V. Teachings of N.V. Lazarev about SNPS and adaptogens as a basic 12. theory of preventive medicine. *Psychopharmacology and biological narcology.* 2005;5(4):1086–1092 (in Russian).

20. Konyk UV, Hzhhehots'kyi MP, Kovalchuk SM. Metabolic effect of amarant oil and impulse hypoxic training under chronic fluoride intoxication and small doses of ionizing radiation. *Fiziol. Zn.* 2002;48(2):80–85.

21. Seifulla RD, Ordzhonikidze ZG. Medicines and dietary supplements in sports. A practical guide for sports doctors, coaches and athletes. Moscow: Litterra, 2003. 320 p. (in Russian).

22. Драницин ОВ, Дрюков СВ, Майданюк ОВ, Більда АА. Контроль та корекція функціонального стану кваліфікованих спортсменів у процесі спортивної підготовки. Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. 2008;(14):38–44.

23. Gunina Larisa, Rybina Irina, Voitenko Valentina. Laboratory diagnostics of overtraining in elite sports. *Science in Olympic sports.* 2021;(3):16–25. doi:10.32652/olympic2021.3_3. (in Russian).

24. Олешко ВГ. Моделирование процесса подготовки та відбір спортсменів у силових видах спорту. Київ: ДМП «Полімед», 2005. 251 с.

25. Putsov AI, Tkachenko KV. Aspect of medical and pedagogical control of training of weightlifters. *Science in Olympic sports.* 2000;(2):57–59. (in Russian).

26. Dvorkin L.S. Weightlifting: a textbook for universities. Moscow: Sport, 2005. 600 p. (in Russian).
27. Довгіч АА. Формування структури підготовленості важкоатлетів високої кваліфікації в процесі довготривалої адаптації до фізичних навантажень: дис. ... канд. наук з фіз. вих. і спорту; 24.00.01. Київ, НУФВСУ, 2005. 237 с.
28. Oleshko V.G. On the issue of determining control standards in special auxiliary exercises for qualified weightlifters. *Weightlifting Yearbook*. 1989;(4):51–53.
29. Dobrev P, Kolev K. Correlation between results in the snatch and in training exercises. *Weightlifting Yearbook*. 1999(3):40–42.
30. Орлов ОІ. Методичні основи вивчення характеристик молодшого віку: початково-методичний посібник. Переяслав-Хмельницький: «Видавництво КСВ», 2014. 92 с.
31. Височіна НЛ, Макуц ТБ. Індивідуалізація психологічної підготовки та її значущість на різних етапах багаторічного вдосконалення. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2015;(8):17–24. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PPMB_2015_8_5.
32. Polyakov VA. Individual characteristics of weightlifters and their manifestation in competitions. *Yearbook of weightlifting*. 1999(1):31–34.
33. Подковка ОІ, Макарьчук МЮ, Філімонова НБ, Книр ОС, Пампуха ІВ, Горбунов ОА. Нейрональні кореляти простої сенсомоторної реакції як маркери швидкості обробки інформації у ветеранів АТО/ООС. *Фізіол. журн*. 2021;67(6):3–12.
34. Holsheimer J, Dijkstra E A, Demeulemeester H, Nuttin B. Chronaxie calculated from current-duration and voltage-duration data. *J Neurosci Methods*. 2000;97(1):45–50. doi: 10.1016/s0165-0270(00)00163-1.
35. Karpman VL, Belotserkovsky ZB, Gudkov IA. Study of physical performance in athletes. Moscow: «Physical Culture and Sports», 1974. 95 p. (in Russian).

36. Hayashi Naoyuki, Yamaoka-Endo Masako, Someya Nami, Fukuba Yoshiyuki. Blood flow in non-muscle tissues and organs during exercise: Nature of splanchnic and ocular circulation. Review. *J Phys Fitness Sports Med.* 2012;1(2):281–286.

37. Gunina Larisa, Rybina Irina, Kotlyarenko Lidiya. Using indicators of hematological homeostasis to assess the functional state of athletes and monitor training. *Science in Olympic sports.* 2020;(3):65–75. doi: 10.32652/olympic20203_3. (in Russian).

38. Staron RS, Malicky ES, Leonardi MJ. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *Eur J Appl Physiol.* 2010;60(1):71–79. doi: 10.1007/BF00572189.

39. Emanuel NM. The role of free radicals in the radiobiological process and some new opportunities in the development of drugs against radiation damage. Primary mechanisms of biological action of ionizing radiation. Moscow: USSR Academy of Sciences, 1963; p. 73–84. (in Russian).

40. Cadegiani FA, Kater CE. Basal Hormones and Biochemical Markers as Predictors of Overtraining Syndrome in Male Athletes: The EROS-BASAL Study. *J Athl Train.* 2019;54(8):906–914. doi: 10.4085/1062-6050-148-18.

41. Deminice R, Rosa FT, Franco GS, Jordao AA, de Freitas EC. Effects of creatine supplementation on oxidative stress and inflammatory markers after repeated-sprint exercise in humans. *Nutrition.* 2013;29(9):1127–1132. doi: 10.1016/j.nut.2013.03.003.

42. Gunina LM. Oxidative stress and adaptation: metabolic aspects of the effects of physical activity. *Science in Olympic sports.* 2013;(4):19–25. (in Russian).

43. Gunina L, Voitenko V, Milashius K. Informative markers of heart strain in professional sports. *Science in Olympic sports.* 2022;(1):43–55. . (in Russian).

44. Gunina L. Implementation of the ergogenic action of antioxidative agents. *Sporto Mokslas (Sport Science).* 2015;3(81):2–10. doi: 10.15823/sm.2015.12.

45. Gunina LM, Rybina IL, Ataman YuA, Voitenko VL. Oxidative stress as a factor in the deterioration of oxygen transfer during exercise (review) *Physiol. J.* 2021;67(5):54–63. doi: <https://doi.org/10.15407/fz67.05.054>.
46. Jones DP. Radical-free biology of oxidative stress. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2008;295(4):C849–868. doi: 10.1152/ajpcell.00283.2008.
47. Radi R. Oxygen radicals, nitric oxide, and peroxynitrite: Redox pathways in molecular medicine. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2018;115(23):5839–5848. doi: 10.1073/pnas.1804932115.
48. Cheng D, Wang G, Wang X, Tang J, Li C. Chlorogenic acid improves lipid membrane peroxidation and morphological changes in nitrite-induced erythrocyte model of methemoglobinemia. *J Food Biochem.* 2020;44(5):e13172. doi: 10.1111/jfbc.13172.
49. Гуніна ЛМ, Беленічев ІФ, Атаман ЮО, Войтенко ВЛ, Безугла ВВ. Енергозабезпечення серця та скелетних м'язів за фізичних навантажень: мітохондріальний вектор (огляд літератури). *Фізіологічний журнал.* 2022;68(5):67–78.
50. Ellinsworth DC. Arsenic, reactive oxygen, and endothelial dysfunction. *J Pharmacol Exp Ther.* 2015;353(3):458–464. doi: 10.1124/jpet.115.223289.
51. Zheng X, Liang Y, Zhang C. Ferroptosis Regulated by Hypoxia in Cells. *Cells.* 2023;12(7):1050. doi: 10.3390/cells12071050.
52. Gaschler MM, Stockwell BR. Lipid peroxidation in cell death. *Biochem Biophys Res Commun.* 2017;482(3):419–425. doi: 10.1016/j.bbrc.2016.10.086.
53. Praticò D. Lipid peroxidation and the aging process. *Sci Aging Knowledge Environ.* 2022;2022(50):re5. doi: 10.1126/sageke.2002.50.re5.
54. Dai Z, Zhang W, Zhou L, Huang J. Probing Lipid Peroxidation in Ferroptosis: Emphasizing the Utilization of C11-BODIPY-Based Protocols. *Methods Mol Biol.* 2023;2712:61–72. doi: 10.1007/978-1-0716-3433-2_6.

55. Mao C, Lei G, Horbath A, Gan B. Assessment of lipid peroxidation in irradiated cells. *Methods Cell Biol.* 2022;172:37–50. doi: 10.1016/bs.mcb.2022.05.003.
56. McDougall RM, Tripp TR, Frankish BP, Doyle-Baker PK, Lun V, [et al.]. The influence of skeletal muscle mitochondria and sex on critical torque and performance fatiguability in humans. *J Physiol.* 2023;601(23):5295–5316. doi: 10.1113/JP284958.
57. Terrazas SIBM, Galan BSM, De Carvalho FG, Venancio VP, Antunes LMG, [et al.]. Açaí pulp supplementation as a nutritional strategy to prevent oxidative damage, improve oxidative status, and modulate blood lactate of male cyclists. *Eur J Nutr.* 2020;59(7):2985–2995. doi: 10.1007/s00394-019-02138-7.
58. Flockhart M, Nilsson LC, Tais S, Ekblom B, Apró W, Larsen FJ. Excessive exercise training causes mitochondrial functional impairment and decreases glucose tolerance in healthy volunteers. *Cell Metab.* 2021;33(5):957–970. doi: 10.1016/j.cmet.2021.02.017.
59. Möller MN, Cuevasanta E, Orrico F, Lopez AC, Thomson L, Denicola A. Diffusion and Transport of Reactive Species Across Cell Membranes. *Adv Exp Med Biol.* 2019;1127:3–19. doi: 10.1007/978-3-030-11488-6_1.
60. Zhang KR, Jankowski CSR, Marshall R, Nair R, Más Gómez N, [et al.]. Oxidative stress induces lysosomal membrane permeabilization and ceramide accumulation in retinal pigment epithelial cells. *Dis Model Mech.* 2023;16(7):dmm050066. doi: 10.1242/dmm.050066.
61. Ding Z, Wei Q, Zhang C, Zhang H, Huang F. Influence of oxidation on heat shock protein 27 translocation, caspase-3 and calpain activities and myofibrils degradation in postmortem beef muscles. *Food Chem.* 2021 Mar 15;340:127914. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127914.
62. Panossian A, Wagner H. Stimulating effect of adaptogens: an overview with particular reference to their efficacy following single dose administration. *Phytother Res.* 2005;19(10):819–838. doi:–10.1002/ptr.1751.

63. Konda MR, Alluri KV, Janardhanan PK, Trimurtulu G, Sengupta K. Combined extracts of *Garcinia mangostana* fruit rind and *Cinnamomum tamala* leaf supplementation enhances muscle strength and endurance in resistance trained males. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):50. doi: 10.1186/s12970-018-0257-4.

64. Rokkam MP, Gora O, Konda MR, Koushik A. A proprietary blend of *Sphaeranthus indicus* flower head and *Mangifera indica* bark extracts increases muscle strength and enhances endurance in young male volunteers: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Food Nutr Res.* 2023;67:11–23. doi: 10.29219/fnr.v67.8972.

65. Bonilla DA, Moreno Y, Gho C, Petro JL, Odriozola-Martínez A, Kreider RB. Effects of Ashwagandha (*Withania somnifera*) on Physical Performance: Systematic Review and Bayesian Meta-Analysis. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2021;6(1):20. doi: 10.3390/jfmk6010020.

66. Luna LA Jr, Bachi ALL, Novaes e Brito RR, Eid RG, Suguri V M, [et al.]. Immune responses induced by *Pelargonium sidoides* extract in serum and nasal mucosa of athletes after exhaustive exercise: modulation of secretory IgA, IL-6 and IL-15. *Phytomedicine.* 2011;18(4):303–308. doi: 10.1016/j.phymed.2010.08.003.

67. Wankhede S, Langade D, Joshi K, Sinha SR, Bhattacharyya S. Examining the effect of *Withania somnifera* supplementation on muscle strength and recovery: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12:43. doi: 10.1186/s12970-015-0104-9.

68. Гуніна Л.М., Олійник С.А., Іванов С.В. Зміни показників крові та прооксидантно-антиоксидантного балансу в мембранах еритроцитів при інтенсивному фізичному навантаженні. *Медична хімія.* 2007;9(1):95–99.

69. Tinsley GM, Jagim AR, Potter GDM, Garner D, Galpin AJ. *Rhodiola rosea* as an adaptogen to enhance exercise performance: a review of the literature. *Br J Nutr.* 2023;Aug 29:1-13. doi: 10.1017/S0007114523001988.

70. Panossian A, Wikman G, Kaur P, Asea A. Adaptogens exert a stress-protective effect by modulation of expression of molecular chaperones. *Phytomedicine*. 2009;16(6-7):617–622. doi: 10.1016/j.phymed.2008.12.003.
71. Zhigacheva Iryna, Krikunova Natalya, Binyukov Vladimir, Mil Elena, Rusina Irina, Goloshchapov Alexander. Ethoxidol as a Broad-spectrum Adaptogen. *Curr Mol Pharmacol*. 2023;16(1):109–115. doi: 10.2174/1874467215666220308115514.
72. Denben B, Sripinyowanich S, Ruangthai R, Phoemsapthawee J. Beneficial Effects of *Asparagus officinalis* Extract Supplementation on Muscle Mass and Strength following Resistance Training and Detraining in Healthy Males. *Sports (Basel)*. 2023;11(9):175. doi: 10.3390/sports11090175.
73. World Anti-Doping Code. International Standard Prohibited List-2024. 23 p.
74. Ivanov A.T. Dependence of the result in the clean and jerk on the strength of the leg muscles. *Weightlifting: Yearbook 2004*. Moscow: Physical Culture and Sport, 2004(1):28–29.
75. Enoka RM. Muscle strength and its development: New perspectives. *Sports Medicine*. 2008;(6):146–168.].
76. Gollnick PO, Timson BF, Moore RL, Riedy M. Muscular enlargement and number of fibers in skeletal muscles of rats. *J Appl Physiol*. 2001;50:936–943.
77. Schiaffino S, Dyar KA, Ciciliot S, Blaauw B, Sandri M. Mechanisms regulating skeletal muscle growth and atrophy. *FEBS J*. 2013;280(17):4294–4314. doi: 10.1111/febs.12253.
78. Folland JP, Williams AG. The adaptations to strength training : morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med*. 2007;37(2):145-68. doi: 10.2165/00007256-200737020-00004.
79. Fitze DP, Franchi MV, Fröhlich S, Frey WO, Spörri J. Biceps femoris long head morphology in youth competitive alpine skiers is associated with age,

biological maturation and traumatic lower extremity injuries. *Front Physiol.* 2022;13:947419. doi: 10.3389/fphys.2022.947419.

80. Gielen CCAM, Denier van der Gon JJ. The activation of motor units in coordinated arm movements in humans. *News in Physiological Sciences.* 2022;5:159–163.

81. Mezzarane RA, Klimstra M, Lewis A, Hundza SR, Zehr EP. Interlimb coupling from the arms to legs is differentially specified for populations of motor units comprising the compound H-reflex during "reduced" human locomotion. *Exp Brain Res.* 2011;208(2):157–168. doi: 10.1007/s00221-010-2467-0.

82. Toigo M, Boutellier U. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *Eur J Appl Physiol.* 2006;97(6):643-63. doi: 10.1007/s00421-006-0238-1.

83. Moritani T, de Vries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Physical Med.* 1979;58:115–130.

84. deVries HA, Moritani T, Nagata A, Magnussen K. The relation between critical power and neuromuscular fatigue as estimated from electromyographic data. *Ergonomics.* 1982;25(9):783–91. doi: 10.1080/00140138208925034.

85. Moritani T, Nagata A, deVries HA, Muro M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics.* 1981;24(5):339–350. doi: 10.1080/00140138108924856.

86. Moritani T, deVries HA. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *J Gerontol.* 1980 Sep;35(5):672–682. doi: 10.1093/geronj/35.5.672.].

87. Pinckaers PJM, Hendriks FK, Hermans WJH, Goessens JPB, Senden JM, [et al.]. Potato Protein Ingestion Increases Muscle Protein Synthesis Rates at Rest and during Recovery from Exercise in Humans. *Med Sci Sports Exerc.* 2022 Sep 1;54(9):1572-1581. doi: 10.1249/MSS.0000000000002937.

88. Gollnick PO, Armstrong RB, Saltin B. Effect of training on enzyme activity and fiber composition of human skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 1993;(34):107– 111.

89. Vorobiev AN. Weightlifting sport. Essays on physiology and sports training. Moscow: FiS, 1977; Ed. 2. 254 p. (in Russian).
90. Khatri M, Naughton RJ, Clifford T, Harper LD, Corr L. The effects of collagen peptide supplementation on body composition, collagen synthesis, and recovery from joint injury and exercise: a systematic review. *Amino Acids*. 2021;53(10):1493–1506. doi: 10.1007/s00726-021-03072-x.
91. Moritani T, Tanaka H, Yoshida T, Ishii C, Yoshida T, Shindo M. Relationship between myoelectric signals and blood lactate during incremental forearm exercise. *Am J Phys Med*. 1984;63(3):122–132.
92. Muro M, Nagata A, Murakami K, Moritani T. Surface EMG power spectral analysis of neuromuscular disorders during isometric and isotonic contractions. *Am J Phys Med*. 1982;61(5):244-54.
93. Beck TW, Stock MS, Defreitas JM. Shifts in EMG spectral power during fatiguing dynamic contractions. *Muscle Nerve*. 2014;50(1):95–102. doi: 10.1002/mus.24098.
94. Malík M, Tlustoš P. Nootropic Herbs, Shrubs, and Trees as Potential Cognitive Enhancers. *Plants (Basel)*. 2023;12(6):1364. doi: 10.3390/plants12061364.
95. Ptaszyńska AA, Załuski D. Extracts from *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim. Roots: A New Hope Against Honeybee Death Caused by Nosemosis. *Molecules*. 2020;25(19):4452. doi: 10.3390/molecules25194452.
96. Олешко ВГ, Мироненко ПМ. Аспекти управління тренерованністю тяжелоатлетов. *Теория и практика физ. культуры*. 1981;(2):7–9.
97. Капко ІО. Критерії відбору спортсменів високої кваліфікації, які спеціалізуються у пауерліфтингу на етапах максимальної реалізації індивідуальних можливостей та збереження досягнень: дис. ... канд. наук з фіз. вих. і спорту: 24.00.01. Київ, 2004. 213 с.
98. Гуніна ЛМ. Вплив сукцинату натрію на еритроцити за окисного стресу при інтенсивних фізичних навантаженнях. *Фізіол. журнал*. 2011;56(6):71–79.

99. Bankova VV, Prischepova NF, Avratinskiy OI. [A method for assessing the pathological changes in the plasma membrane in children with various diseases]. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimentalnaya terapiya*; 1987;(3):78–81. (in Russian).

100. Solodkov A.S. [Physical fitness athletes and general principles of its correction]. *Uchenyie zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*. 2014;3(109):148–157. (in Russian).

101. Badalyan LO, Skvortsov IA. *Clinical electromyography*. Moscow: Medicine, 1986. 368 p. (in Russian).

102. Moskalenko VF, Gulchiy OP, Golubchikov MV, Ledoshchuk BO. [Biostatistics]. Kyiv, Book Plus, 2009. 184 p. (in Ukrainian).

103. Osipov VP, Lukyanova EM, Antipkin YUG, Bruslova EM, Marushko RV. [Methodology for statistical processing of medical information in scientific research]. Kyiv, Planet of People, 2002. 200 p. (in Ukrainian).

104. Олешко ВГ. Силкові види спорту. Київ: Олімпійська література, 1999. 287 с.

105. Uydu H.A, Yıldırım S., Orem C, [Calapoglu M](#), [Alver A](#). The Effects of Atorvastatin Therapy on Rheological Characteristics of Erythrocyte Membrane, Serum Lipid Profile and Oxidative Status in Sportsmen with Dyslipidemia. *J Membr Biol*. 2012;45(11):697–705. doi: 10.1007/s00232-012-9441-7.

106. Gu L, Wei T, Zhou M, Yang H, Zhou Y. Impact of Lipid Peroxidation on the Response of Cell Membranes to High-Speed Equibiaxial Stretching: A Computational Study. *J Phys Chem B*. 2021;125(38):10736–10747. doi: 10.1021/acs.jpcb.1c05544.

107. Carlini EA. Plants and the central nervous system. *Pharmacol Biochem Behav*. 2003;75(3):501–512. doi: 10.1016/s0091-3057(03)00112-6.

108. Ivanova Stojcheva E, Quintela JC. The Effectiveness of Preparations in Alleviating Various Aspects of Life-Stress Symptoms and Stress-Induced Conditions-

Encouraging Clinical Evidence. *Rhodiola rosea* L. *Molecules*. 2022;27(12):3902. doi: 10.3390/molecules27123902.

109. Rybníkář M, Šmejkal K, Žemlička M. *Schisandra chinensis* and its phytotherapeutical applications. *Ceska Slov Farm*. 2019;68(3):95–118.

110. Vvedensky NE. On the relationship between the strength of stimulation and the height of the tetanus during indirect stimulation of the muscle. Full composition of writings. Leningrad, 1953, T. IV. 347 p. (in Russian).