

Національний університет фізичного виховання і спорту України  
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**ЧЖАО ЦЗЕ**

УДК: 796.015.52:796.894(043.3)

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**УДОСКОНАЛЕННЯ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В**  
**БОДІБЛДИНГУ МОДЕЛЮВАННЯМ ЗАНЯТЬ З РІЗНОЮ**  
**ВАРІАТИВНІСТЮ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ ТА ЗАСОБІВ**

017 Фізична культура і спорт

01 Освіта / Педагогіка

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ Чжао Цзе

Науковий керівник: Олешко Валентин Григорович, доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор

Київ – 2024

## АНОТАЦІЯ

*Чжао Цзе.* Удосконалення тренувального процесу в бодібілдингу моделюванням занять з різною варіативністю режимів навантаження та засобів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 017 Фізична культура і спорт. – Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, 2024.

Бодібілдинг є неолімпійським видом спорту, який заснований на використанні спортсменами під час тренувальних занять комплексів силових вправ із різними обтяженнями (штанга, гирі, гантелі, тренажери, тощо) з подальшою демонстрацією напрацьованої м'язової маси під час змагальної діяльності. У класичному бодібілдингу спортсмени згідно правил змагань демонструють довільну композицію та обов'язкові пози. Для ефективного нарощування м'язової маси бодібілдері під час тренувальних занять використовують різні режими силових навантажень, як із вільними обтяженнями (штанга, гирі, гантелі, амортизатори), так і на тренажерах. Але переваг у тренуванні тих або інших обтяжень фахівці та тренери не встановили. Тому пошук ефективних комплексів силових вправ та моделей програм занять бодібілдерів із різними режимами м'язової діяльності та вправами є актуальною проблемою для розв'язання серед провідних фахівців спорту.

Мета дослідження – удосконалення тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу шляхом розробки варіативних моделей занять з використанням різних режимів навантаження у поєднанні з комплексами вправ із вільними обтяженнями та на тренажерах.

Дисертаційна робота передбачає виконання низки завдань дослідження: 1) вивчити сучасні шляхи вдосконалення тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки; 2) розробити моделі тренувальних занять для бодібілдерів з відповідною варіативністю поєднання різних за інтенсивністю режимів навантажень з комплексами

силових вправ із вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях; 3) виявити ефективність впливу розроблених моделей тренувальних занять на рівень спеціалізованої фізичної підготовки та динаміку морфофункціональних показників організму обстежених спортсменів; 4) визначити особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій організму бодібілдерів (на основі результатів біохімічного аналізу показників крові учасників дослідження) відповідно до рівня фізичної підготовки в умовах використання розроблених моделей тренувальних занять.

Об'єктом дослідження обрано тренувальний процес фізичної підготовки спортсменів у бодібілдингу. Предметом дослідження є ефективність використання розроблених моделей тренувальних занять бодібілдерів із різною варіативністю режимів силових навантажень середньої та високої інтенсивності з комплексами вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях у бодібілдингу.

Для досягнення мети дослідження та виконання завдань дисертації роботи було використано такий комплекс методів: аналіз та узагальнення науково-методичної літератури; метод кількісної оцінки рівня фізичного навантаження у силових видах спорту; морфофункціональні методи (антропометрія, біоімпедансометрія, контрольне тестування розвитку максимальної м'язової сили спортсменів); біохімічний аналіз крові (контроль за змінами концентрації стероїдних гормонів кортизолу та тестостерону, концентрації кретиніну та активності ферменту лактатдегідрогенази в сироватці крові протягом дослідження); педагогічний експеримент (констатувальний); методи математичної статистики (описова статистика, програма G-Power 3.1.96, критерій Колмогорова-Смірнова, розраховувалися медіани (Me) та міжквартильний діапазон (IQR), критерій Н-Краскела-Уолліса, критерій Вілкоксона, ANOVA Фрідмана, W-Кендалла).

Наукова новизна дисертації полягає в тому, що:

– уперше розроблено моделі тренувальних занять на основі варіативного поєднання режимів навантаження високої чи середньої інтенсивності з

різними за структурою комплексами силових вправ з вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях для підвищення адаптаційних резервів організму спортсменів та прискореного зростання їх м'язової маси за умови підвищення рівня їх фізичної підготовки;

– уперше виявлено найбільш виражене збільшення базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів протягом досліджень, що свідчить про прискорене зростання їх м'язової маси, що спостерігалось саме в умовах використання режиму роботи високої інтенсивності незалежно від різновиду запропонованих бодібілдерам комплексів силових вправ;

– уперше обґрунтовано основні чинники виникнення проблеми, пов'язаної з прискореним зменшенням рівня жирової маси тіла у бодібілдерів та одночасно дуже повільними темпами зростання обвідних розмірів тіла в умовах тривалого періоду використання навантажень середньої та низької інтенсивності під час використання великого обсягу роботи;

– уперше встановлено найбільш прискорене зростання показників максимальної сили основних груп м'язів та їх обвідних розмірів тіла, що відбувається в умовах використання моделей тренувальних занять, що складаються з комплексу тренувальних вправ на тренажерних пристроях у поєднанні з режимом роботи високої інтенсивності. При цьому, рівень резистентності організму бодібілдерів до стресового подразника в умовах використання режиму роботи високої інтенсивності у поєднанні з комплексом силових вправ, підвищується в 2–3 рази повільніше, порівняно з м'язовою діяльністю під час застосування роботи середньої інтенсивності, що сприяє більш тривалому та вираженому процесу довготривалої адаптації;

*розширено* наукові дані щодо особливостей зміни величини показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті залежно від особливостей режиму навантажень спортсменів у бодібілдингу, який використовується в процесі розробки моделей тренувальних занять;

*набули подальшого розвитку* механізми розв'язання проблеми ефективного використання біохімічних маркерів крові (тестостерону,

кортизолу, креатиніну, лактатдегідрогенази) у бодібілдерів, як одних із інформативних маркерів контролю за фізіологічними процесами короткочасної та довготривалої адаптації в умовах пошуку найбільш оптимальних шляхів удосконалення тренувальної діяльності в бодібілдингу на різних етапах підготовки.

*Практичне значення.* Отримані результати розкривають нові механізми вдосконалення тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу. Розробка експериментальних моделей тренувальних занять є одним із фундаментальних напрямів удосконалення системи підготовки та пошуку ефективних механізмів корекції навантажень, спрямованих на підвищення результативності спортсменів у найкоротший термін часу за мінімальному обсязі тренувальних навантажень. Виявлені закономірності адаптаційно-компенсаторних змін в організмі бодібілдерів залежно від варіативності поєднання режимів навантажень високої та середньої інтенсивності з комплексами силових вправ з вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях, дозволяють чітко спрогнозувати характер процесів довготривалої адаптації та особливостей зміни рівня резистентності систем організму спортсменів до величини зовнішнього подразника. Інтегральний підхід до системи контролю за перебігом адаптаційних змін та показників тренувальних навантажень функціональним можливостям організму спортсменів дозволяє фахівцям даного напрямку чітко визначити основний спектр біохімічних маркерів крові, морфофункціональних зрушень та розробити нові шляхи управління тренувальним процесом атлетів у бодібілдингу.

Результати наукових досліджень впроваджено у практику тренувального процесу спортсменів-бодібілдерів Спортивного комплексу «Олімпійський стиль» Національного університету фізичного виховання та спорту України (м. Київ); громадської організації «Спортивний клуб Гіперіон» (м. Київ) та у навчальний процес студентів кафедри Спортивних єдиноборств та силових видів спорту під час вивчення навчальної дисципліни «Теорія та методика тренерської діяльності в обраному виді спорту (силові види спорту)».

Проведений аналіз та узагальнення спеціальної науково-методичної літератури свідчить про те, що проблема пошуку оптимальних шляхів удосконалення тренувальної діяльності спортсменів у бодібілдингу на різних етапах багаторічної підготовки з мінімальним рівнем травматизму викликає низку додаткових спірних питань серед науковців щодо пошуку ефективних практичних механізмів навантаження м'язової сили атлетів під час тренувальної діяльності. При цьому, обґрунтованості та одностайної думки на основі фізіологічних процесів довготривалої адаптації до стресового подразника щодо доцільності розробки моделей тренувальних занять з використанням варіативного поєднання режимів роботи високої та середньої інтенсивності з комплексами силових вправ, не виявлено.

Перетворювальний педагогічний експеримент передбачав визначення ефективності впливу розроблених моделей тренувальних занять з різною варіативністю поєднання режимів навантаження високої та середньої інтенсивності з комплексами вправ з вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях на процеси довготривалої адаптації організму спортсменів. У дослідження брали участь 64 спортсмена віком 18-20 років на етапі спеціалізованої базової підготовки у бодібілдингу. Стаж занять бодібілдингом учасників (чоловіки) дослідження становить  $4,2 \pm 0,4$  роки. Серія досліджень проводилась протягом 12 тижнів у 2021-2022 роках на базі фітнес-центрів Gold Gym, Fight House, Septem Fitness, Gym Style (Україна).

Нами було сформовано 4 дослідні групи по 16 спортсменів у кожній. Спортсмени 1 та 3 груп під час досліджень використовували комплекси силових вправ із вільними обтяженнями, а учасники 2 та 4 груп – комплекси силових вправ на тренажерних пристроях. Бодібілдери 1 та 2 груп проводили тренування в умовах режиму навантажень середньої інтенсивності та використовували анаеробно-гліколітичний вид енергозабезпечення м'язової діяльності в даних умовах. У свою чергу, спортсмени 3 та 4 груп використовували режим тренувального навантаження високої інтенсивності в умовах анаеробно-алактатного виду енергозабезпечення.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що темпи зростання максимальної м'язової сили бодібілдерів на етапі спеціалізованої базової підготовки є найбільш вираженими саме в умовах використання моделей тренувальних занять розроблених на основі варіативності поєднання комплексів вправ на тренажерних пристроях з режимом навантажень високої інтенсивності. Подібна комбінація основних компонентів розробленої нами моделі тренувальних занять дозволила задіяти під час навантажень максимальну кількість швидко-скорочувальних рухових одиниць та одночасно знизити енерговитрати на активність більшої кількості м'язів, що позитивно вплинуло на підвищення адаптаційних резервів організму, процесу економізації енергоресурсів та позитивну динаміку зростання силових можливостей.

Встановлено, що показники робочої маси снаряду та обсягу тренувальних навантажень в окремому сеті, які чітко демонструють величину впливу на м'язи бодібілдерів, повною мірою залежать від особливостей режимів навантаження, що використовуються під час занять, а не від комплексів силових вправ з вільними обтяженнями чи на тренажерах. У процесі дослідження були встановлено закономірності, що в умовах використання режиму навантажень високої інтенсивності показники робочої маси снаряду мають найбільші значення, а параметри обсягу тренувального навантаження в окремому сеті – є найнижчими.

У процесі досліджень виявлено, що найбільш позитивні зміни обвідних розмірів та показників активної клітинної, безжирової та сухої клітинної маси тіла бодібілдерів тіла відбувається в умовах використання моделей тренувальних занять з комплексом тренувальних вправ на тренажерних пристроях у поєднанні з режимом навантажень високої інтенсивності. Відповідні адаптаційні зміни можливо пов'язані з прискореною гіпертрофією переважно швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «Б» та підвищення резервів креатинфосфату в м'язах, а також оптимізацією креатинфосфокіназного механізму ресинтезу АТФ. Поєднанні в моделі тренувальних

занять режими навантажень середньої інтенсивності та комплекси вправ з вільними обтяженнями, призвели до суттєвого зменшення показників жирової маси тіла спортсменів та мінімального зростання обвідних розмірів, що сприяло можливим проявам у підвищенні активації компенсаторних механізмів в їхньому організмі внаслідок великого обсягу навантаження.

Вивчення особливостей зміни досліджуваних біохімічних показників крові спортсменів в умовах використання розроблених нами моделей тренувальних занять дозволило чітко визначити перебіг адаптаційно-компенсаторних реакцій організму на стресовий подразник. Встановлено, що підвищення активності ферменту лактатдегідрогенази та зниження концентрації стероїдного гормону кортизолу у відповідь на величину навантаження середньої інтенсивності під час виконання вправ з вільною вагою обтяження, свідчить про значні енерговитрати в умовах анаеробно-гліколітичного режиму енергозабезпечення м'язової діяльності спортсменів. При цьому, найбільш виражене збільшення базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові протягом всього періоду досліджень, в умовах використання моделей занять з режимом навантажень високої інтенсивності, свідчить про прискорене зростання м'язової маси спортсменів, що і спостерігалось нами під час контролю за морфометричними показниками ланок тіла. Виявлені в заданих умовах м'язової діяльності процеси довготривалої адаптації, підтверджуються зниженням базального рівня концентрації тестостерону в крові спортсменів та свідчить про стабілізацію роботи їхньої ендокринної системи.

**Ключові слова:** спеціалізована фізична підготовка, моделі занять, процеси адаптації, бодібідери, тренажери, вільні обтяження, режими тренувань, засоби.



## SUMMARY

*Zhao Jie.* Improving the training process in bodybuilding by simulating classes with different variability of load modes and means. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the degree of Doctor of Philosophy in specialty 017 Physical culture and sport. – National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, 2024 .

**Topicality.** Bodybuilding is a non-Olympic sport, which is based on the use by athletes during training sessions of complexes of strength exercises with various weights (barbells, weights, simulators, etc.) with the subsequent demonstration of the developed muscle mass during competitive activities. In classical bodybuilding, according to the competition rules, athletes demonstrate an arbitrary composition and mandatory poses. To effectively build muscle mass, bodybuilders use various modes of strength loads during training sessions, both with free weights (barbell, weights, shock absorbers) and on simulators. But experts and trainers have not established the advantages of training certain weights. Therefore, the search for effective complexes of strength exercises and models of training programs for bodybuilders with different modes of muscle activity and exercises is an urgent problem for solving among leading specialists sports.

The purpose of the study is to improve the training process of athletes in bodybuilding by developing variable models of classes using different loading modes, in combination with sets of exercises with free weights and on simulators.

The dissertation involves the fulfillment of a number of research tasks: 1) to study modern ways of improving the training process of athletes in bodybuilding at the stage of specialized basic training; 2) to develop models of training sessions for bodybuilders with the appropriate variability of the combination of load regimes of different intensity with complexes of strength exercises with free weights and on training devices; 3) to reveal the effectiveness of the developed models of training classes to the level specialized physical conditioning and the dynamics of the morpho-functional indicators of the body of the examined athletes; 4) to determine

the peculiarities of adaptive and compensatory body reactions of bodybuilders (based on the results of biochemical analysis of the blood parameters of the study participants) in accordance with strength loads under the conditions of using the developed models of training sessions.

The object of the study was the training process of physical conditioning of athletes in bodybuilding. The subject of the study is the effectiveness of using the developed models of training classes of bodybuilders with different variability of modes of strength loads of medium and high intensity with complexes of exercises with free weights or on training devices in the training process in bodybuilding.

To achieve the goal of the research and fulfill the tasks of the thesis, the following set of methods was used: analysis and generalization of scientific and methodical literature; method of quantitative assessment of the level of physical exertion in strength sports; morphofunctional methods (anthropometry, bioimpedancemetry, control testing of the development of maximum muscle strength of athletes); biochemical blood analysis (control of changes in the concentration of the steroid hormones cortisol and testosterone, the concentration of creatinine and the activity of the lactate dehydrogenase enzyme in the blood serum during the study); pedagogical experiment ( statistical ); methods of mathematical statistics (descriptive statistics, G- Power 3.1.96 program, Kolmogorov -Smirnov test, medians (Me) and interquartile range (IQR) were calculated, H- Kruskal - Wallis test, Wilcoxon test, Friedman's ANOVA, Kendall's W test ).

The scientific novelty of the dissertation is that for:

- the first time models of training classes were developed based on a variable combination of high or medium intensity loading regimes with various structures of strength exercises with free weights or on training devices to increase the adaptive reserves of the athletes' body and accelerate the growth of their muscle mass on the condition of increasing the level of physical training;

- the first time it was found that the most pronounced increase in the basal level of creatinine concentration in the blood serum of athletes during the research testifies to the accelerated growth of their muscle mass, which was observed

precisely under the conditions of using a high-intensity regimen, regardless of the type of strength exercise complexes offered to bodybuilders;

– the first time the main factors of the emergence of the problem related to the accelerated decrease in the level of body fat in bodybuilders and at the same time very slow rates of growth of the circumference of the body in the conditions of a long period of using loads of medium and low intensity during the use of a large amount of work are substantiated;

– the first time it was established that the most accelerated growth of the maximum strength indicators of the main muscle groups and their circumferences of the body occurs under the conditions of using models of training classes consisting of a complex of training exercises on training devices in combination with a regime of high-intensity loads. At the same time, the level of resistance of the body of bodybuilders to a stressful stimulus in the conditions of using a regimen of high-intensity loads in combination with a complex of strength exercises increases 2–3 times more slowly, compared to muscle activity during the application of medium-intensity loads, which contributes more a long and pronounced process of long-term adaptation;

*expanded* scientific data on the characteristics of changes in the value of the indicators of the working weight of the projectile and the amount of load in a separate set depending on the characteristics of the load regime of athletes in bodybuilding, which is used in the process of developing models of training classes;

*mechanisms for solving the problem have gained further* development effective use of biochemical blood markers (testosterone, cortisol, creatinine, lactate dehydrogenase) in bodybuilders as one of the informative markers of control over the physiological processes of short-term and long-term adaptation in the conditions of searching for the most optimal ways to improve training activities in bodybuilding at various stages of preparation.

*Practical meaning.* The obtained results reveal new mechanisms for improving the training process of athletes in bodybuilding. The development of experimental models of training classes is one of the fundamental areas of

improvement of the training system and the search for effective load correction mechanisms aimed at increasing the performance of athletes in the shortest possible time with the minimum amount of training loads. The identified regularities of adaptive and compensatory changes in the body of bodybuilders, depending on the variability of the combination of high and medium intensity load regimes with complexes of strength exercises with free weights and on training devices, allow us to clearly predict the nature of the processes of long-term adaptation and the characteristics of changes in the level of resistance of the body systems of athletes to the magnitude of external irritant. An integral approach to the system of monitoring the course of adaptive changes and the adequacy of indicators of training loads to the functional capabilities of athletes' bodies allows specialists in this field to clearly define the main spectrum of biochemical markers of blood, morphofunctional shifts and develop new ways of managing the training process of athletes in bodybuilding.

The results of scientific research are implemented in the practice of the training process of athletes- bodybuilders of the "Olympic Style" Sports Complex of the National University of Physical Education and Sports of Ukraine (Kyiv); public organization "Sports Club Hyperion" (Kyiv) and in the educational process of students of the Department of Martial Arts and Strength Sports during the study of the academic discipline «Theory and Techniques of Coaching in the Selected Sport (Strength Sports)».

The conducted analysis and generalization of special scientific and methodological literature shows that the problem of finding optimal ways to improve the training activities of athletes in bodybuilding at various stages of long-term training with a minimum level of injury causes a number of additional controversial issues among scientists regarding the search for effective practical mechanisms for increasing muscle strength athletes during training activities. At the same time, the validity and unanimous opinion based on the physiological processes of long-term adaptation to a stressful stimulus regarding the expediency of developing models of training classes using a variable combination of high and medium intensity load

modes with complexes of power rights was not found.

The transformansve pedadogical experiment provided for the determination of the effectiveness of the developed models of training classes with different variability of the combination of high and medium intensity load modes with sets of exercises with free weights or on training devices on the processes of long-term adaptation of the athletes' body. 64 athletes aged 18–20 years at the stage of specialized basic training in bodybuilding participated in the study. The experience of bodybuilding of the participants (men) of the study is  $4,2 \pm 0,4$  years. A series of studies was conducted over 12 weeks in 2021–2023 on the basis of Gold fitness centers Gym , Fight House , September Fitness , Gym Style (Ukraine).

We formed 4 research groups of 16 athletes in each. Athletes of groups 1 and 3 used complexes of strength exercises with free weights during research, and participants of groups 2 and 4 used – complexes of strength exercises on training devices. Bodybuilders of groups 1 and 2 performed training in the conditions of medium-intensity load mode and used an anaerobic-glycolytic type of energy supply for muscle activity in these conditions. In turn, the athletes of groups 3 and 4 used a mode of high-intensity training load in the conditions of anaerobic-lactate type of energy supply.

The obtained research results indicate that the rate of growth of the maximum muscle strength of bodybuilders at the stage of specialized basic training is most pronounced precisely in the conditions of using models of training classes developed on the basis of the variability of the combination of sets of exercises on training devices with the regime of high intensity loads. A similar combination of the main components of the training model developed by us made it possible to engage the maximum number of fast-twitch motor units during exercise and simultaneously reduce energy expenditure on the activity of a greater number of muscles, which positively affected the increase in the body's adaptive reserves, the process of saving energy resources and positive dynamics growth of power capabilities.

It was established that the indicators of the working mass of the projectile and the volume of training loads in a separate set, which clearly demonstrate the

magnitude of the impact on the muscles bodybuilders , fully depend on the specifics of the load regimes used during classes, and not on complexes of strength exercises with free weights or on simulators. In the course of the research, regularities were established that under the conditions of using the high-intensity load mode, the parameters of the working mass of the projectile have the highest values, and the parameters of the volume of the training load in a separate set are the lowest.

In the process of research, it was found that the most positive changes in circumference dimensions and indicators of active cellular, fat-free , and dry cellular body mass of bodybuilders occur in the conditions of using models of training classes with a complex of training exercises on training devices in combination with a regime of high-intensity loads. Corresponding adaptive changes may be associated with accelerated hypertrophy of mainly fast-twitch type «B» muscle fibers and increase in creatine phosphate reserves in muscles, as well as optimization of the creatine phosphokinase mechanism of ATP resynthesis. The combination of medium-intensity load regimes and sets of exercises with free weights in the model of training sessions led only to a significant decrease in the body fat mass of athletes and a minimal increase in the parameters of the circumference dimensions, which contributed to possible manifestations in the increase in the activation of compensatory mechanisms in their body due to a large amount of load .

The study of the peculiarities of the changes in the studied biochemical indicators of the blood of athletes under the conditions of using the models of training classes developed by us made it possible to clearly determine the course of adaptive and compensatory reactions of the body to a stressful stimulus. It was established that an increase in the activity of the enzyme lactate dehydrogenase and a decrease in the concentration of the steroid hormone cortisol in response to the amount of medium-intensity load during free weight exercises indicate significant energy expenditure in the conditions of the anaerobic-glycolytic mode of energy supply of muscle activity of athletes. At the same time, the most pronounced increase in the basal level of creatinine concentration in blood serum during the entire period of research, in the conditions of using models of classes with a high-intensity load

regime, indicates an accelerated growth of the muscle mass of athletes, which was also observed by us during the control according to the morphometric indicators of the links bodies. The processes of long-term adaptation revealed in the specified conditions of muscular activity are confirmed by a decrease in the basal level of testosterone concentration in the blood of athletes and indicates the stabilization of the work of their endocrine system.

**Keywords:** special physical conditioning, training models, adaptation processes, bodybuilders, simulators, free weights, training modes, tools.

### Список публікацій здобувача за темою дисертації

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

1. Чжао Цзе, Олешко В. Г. Особливості впливу навантажень з використанням вправ на тренажерах та з вільною вагою обтяження на розвиток максимальної м'язової сили у бодібілдерів. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2022. Т. 7. № 5 (39). С. 348-354. DOI: 10.26693/jmbs07.05.348 Наукове фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експертного оцінювання, обробці результатів та формулюванні висновків.*

2. Chernozub A., Manolachi V., Tsos A., Potop V., Korobeynikov G., Manolachi V., Sherstiuk L., Zhao Jie, Mihaila I. Adaptive changes in bodybuilders in conditions of different energy supply modes and intensity of training load regimes using machine and free weight exercises. *Sports Medicine and Rehabilitation. PeerJ*, 2023. Published 17 February 2023. 11, e14878 DOI: 10.7717/peerj.14878. Періодичне наукове видання США, проіндексоване у базі даних Scopus (Q3). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експертного оцінювання, обробці результатів та формулюванні висновків.*

3. Potop V., Manolachi V., Chernozub A., Kozin V., Syvokhop E., Spivak A., Sharodi V., Zhao Jie. Changes in circumference sizes of bodybuilders using machine and free weight exercises in combination with different load regimes. *Health, Sport,*

*Rehabilitation*. 2023. № 9 (2). P. 74–85. DOI: 10.34142/HSR.2023.09.02.06  
 Наукове фахове видання України, проіндексоване у базі даних Scopus (Q4).  
*Особистий внесок здобувача полягає в обґрунтуванні схеми дослідження, проведенні тестування та в узагальненні результатів.*

4. Чжао Цзе, Олешко В. Порівняльний аналіз зміни показників складу тіла в бодібілдерів в умовах різних навантажень, використовуючи вправи на тренажерах чи з вільною вагою обтяження. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2023. № 1 (61). С. 109–118. DOI: 10.29038/2220-7481-2023-01-109-118 Наукове фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає в обґрунтуванні схеми дослідження, проведенні тестування та в узагальненні результатів.*

***Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації***

5. Потоп В., Чернозуб А., Федоров С., Савенко А., Штефюк І., Цзе Чжао, Сивохоп Е. Основні аспекти удосконалення силової підготовки в змішаних єдиноборствах. *Сучасний стан і перспективи вдосконалення національної системи фізичного виховання і спорту в умовах війни та у післявоєнний період* : зб. матеріалів II наук.-практ. конф., присвяченої 75-й річниці каф. фіз. вих. ДВНЗ «УжНУ», м. Ужгород, 19–20 квіт. 2023 р. Ужгород, 2023. С. 35–40. ДВНЗ «УжНУ», 2023. URL:

<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/59520/1/%d0%a2%d0%b5%d0%b7%d0%b8%20%d0%b4%d0%be%2075%20%d0%ba%d0%b0%d1%84%d0%b5%d0%b4%d1%80%d0%b8%20%d0%a4%d0%92%20%281%29.pdf>

6. Цзе Чжао, Олешко В., Глухов І. Пріоритетність використання вправ на тренажерах чи з вільною вагою обтяження в бодібілдингу. *В: Фізична активність і якість життя людини* : зб. тез. доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Луцьк, 08 червня 2023 р. Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2023. С. 48–49. URL: <https://conferences.vnu.edu.ua/public/conferences/24/schedConfs/24/accommodation-0.pdf>



## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	20
ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ АСПЕКТИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ У БОДІБІЛДИНГУ.....	30
1.1 Механізми вдосконалення тренувального процесу в бодібілдингу шляхом корекції показників навантаження.....	30
1.2 Фізіологічні особливості адаптаційних змін в організмі спортсменів під час тренувальних занять силової спрямованості.....	42
1.3 Інтегральна система контролю адаптаційно- компенсаторних реакцій організму спортсменів під час занять бодібілдингом .....	48
Висновки до розділу 1.....	53
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	55
2.1 Методи дослідження.....	55
2.1.1 Теоретико-методичний аналіз даних науково-методичної літератури.....	55
2.1.2 Морфофункціональні методи дослідження .....	56
2.1.3 Метод кількісної оцінки рівня фізичного навантаження...	59
2.1.4 Біохімічні методи дослідження .....	61
2.1.5 Педагогічний експеримент.....	62
2.1.6 Математико-статистичні методи аналізу та обробки результатів дослідження.....	63
2.2 Організація досліджень.....	64
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ У БОДІБІЛДИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВПРАВ ІЗ	

ВІЛЬНИМИ ОБТЯЖЕННЯМИ ТА НА ТРЕНАЖЕРАХ ЗА УМОВИ РІЗНИХ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ.....	67
3.1 Зміст моделі тренувальних занять № 1 для бодібілдерів 1 групи.....	68
3.2 Зміст моделі тренувальних занять № 2 для бодібілдерів 2 групи.....	71
3.3 Зміст моделі тренувальних занять № 3 для бодібілдерів 3 групи.....	73
3.4 Зміст моделі тренувальних занять № 4 для бодібілдерів 4 групи.....	77
Висновки до розділу 3.....	80
РОЗДІЛ 4 ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЙНИХ ЗМІН В ОРГАНІЗМІ БОДІБІЛДЕРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ МОДЕЛЕЙ ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	82
4.1 Динаміка розвитку силових можливостей бодібілдерів із різними комплексами вправ та режимами роботи у моделях тренувальних занять.....	82
4.2 Характер зміни показників робочої маси снаряду та обсягу навантажень залежно від розроблених моделей занять спортсменів .....	102
4.3 Зміна морфометричних показників тіла бодібілдерів в умовах використання різних комплексів вправ та режимів роботи м'язів під час тренувальних занять.....	123
4.4 Вплив експериментальних моделей тренувальних занять на характер зміни біохімічних показників сироватки крові у бодібілдерів різних груп.....	142
Висновки до розділу 4.....	160
РОЗДІЛ 5 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	163

ВИСНОВКИ.....	172
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	177
ДОДАТКИ.....	210

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

1 ПМ, рази	– максимальна вага обтяження, яку може подолати спортсмен під час виконання фізичної вправи з урахуванням загально-прийнятої техніки на 1 раз
АКМТ, кг; %	– активна клітинна маса тіла
АТФ	– аденозинтрифосфат
БЖМТ, кг	– безжирова маса тіла
ВООЗ	– (World Health Organization) Всесвітня Організація Охорони Здоров'я
ІФА	– імуноферментний аналіз
ІМТ, %	– індекс маси тіла
ЖМТ, %	– жирова маса тіла
СКМТ, кг	– суха клітинна маса тіла
КФ	– креатинфосфат
КФК	– креатинфосфокіназа
ЛДГ	– лактатдегідрогеназа
Q, ум. од.	– умовний коефіцієнт амплітуди руху
ІТНА, ум. од.	– індекс тренувального навантаження
m, кг	– робоча маса снаряду (штанги, гирі, пакету в тренежері, тощо);
n	– кількість повторень в окремому сеті
R <sub>a</sub>	– коефіцієнт навантаження в силовому фітнесі
R <sub>max</sub>	– максимальний коефіцієнт навантаження
W <sub>n</sub> , кг	– обсяг навантаження у силовому фітнесі
R <sub>a</sub> = 0,58	– режим навантаження м'язів середньої інтенсивності
R <sub>a</sub> = 0,71	– режим навантаження високої інтенсивності

## ВСТУП

**Актуальність.** Бодібілдинг є неолімпійським видом спорту, який заснований на використанні спортсменами під час тренувальних занять комплексів силових вправ із різними обтяженнями (штанга, гирі, гантелі, тренажери, тощо) з подальшою демонстрацією напрацьованої м'язової маси під час змагальної діяльності. У класичному бодібілдингу спортсмени згідно правил замахань демонструють довільну композицію та обов'язкові пози. Для ефективного нарощування м'язової маси бодібілдери під час тренувальних занять використовують різні режими силових навантажень, як із вільними обтяженнями (штанга, гирі, амортизатори), так і на тренажерах. Але переваг в тренуванні тих або інших обтяжень фахівці та тренери не встановили. Тому пошук ефективних комплексів силових вправ та моделей програм занять бодібілдерів із різними режимами м'язової діяльності та вправами є актуальною проблемою серед провідних фахівців [36, 69, 101 та ін.].

Особливо гостро ця проблема постає на етапі спеціалізованої базової підготовки тому, що вона пов'язана з високим рівнем резистентності організму спортсменів до запропанованих величин навантажень, які є найбільш ефективними для прискороного зростання м'язової маси та силових можливостей [63, 150, 204 та ін.]. Водночас, використання широкого кола засобів, принципів та методів тренування на попередніх етапах підготовки ускладнює механізми підвищення адаптаційних резервів спортсменів у найкоротший термін та потребує пошуку нових шляхів удосконалення режимів навантаження їхньої м'язової системи [19, 25, 34, 62, 191 та ін.].

Дослідженням особливостей впливу різних за обсягом та інтенсивністю режимів силових навантажень на характер адаптаційних змін в організмі нетренованих людей різного віку та статі, протягом останніх років займалися науковці зі спортивної фізіології та спортивного фітнесу [181, 190, 202 та ін.]. Розробка інтегрального методу кількісної оцінки тренувального навантаження у силовому фітнесу [62] дозволила вирішити багаторічну проблему кількісної

оцінки показників силових навантажень залежно від умов м'язової діяльності та рівня функціональних можливостей організму спортсменів. Комплексне використання морфометричних, фізіологічних, біохімічних маркерів оцінки адаптаційних змін в умовах стресового фізичного подразника дозволяє не лише встановити ефективність запропонованого режиму роботи, адекватність індивідуальним можливостям організму, але й необхідний механізм корекції тренувального процесу [172, 206, 241 та ін.].

У той же час, одним із дискусійних питань у сучасному бодібілдингу, є ефективність використання тренувальних програм з роботою на тренажерах або із вільними обтяженнями [214, 241, 242 та ін.]. Однак, в доступній нам науковій літературі представлені досить суперечливі дані, що мають відмінності один від одного не лише за структурою програм занять, але й тенденцією до позитивних змін морфофункціональних показників спортсменів та особливо адаптаційних змін в їхньому організмі [150, 202 та ін.]. А досліджень щодо пошуку ефективної комбінації використання різних за енергозабезпеченням та інтенсивністю режимів навантаження у поєднанні з комплексами вправ на тренажерних пристроях чи з вільними обтяженнями пріоритетного симбіозу подібних чинників у системі підготовки спортсменів у бодібілдингу – науковцями не встановлено.

Стрімкий розвиток бодібілдингу, як професійного спорту, вимагає від науковців пошуку нових шляхів оптимізації дослідницької діяльності стосовно визначення основних критеріїв оцінки перебігу довготривалих адаптаційних змін мязової системи спортсменів під час силових навантажень за рахунок фізіологічних та біохімічних методів [64, 191, 206 та ін.]. Поглиблене вивчення компенсаторних реакцій організму спортсменів, які займаються бодібілдингом, дозволило дослідникам деталізовано вивчити закономірності зміни нейро-гуморальних механізмів у відповідь на стресовий подразник залежно від інтенсивності занять, обсягу, спрямованості навантажень, етапу підготовки, рівня їх тренуваності, тощо [92, 214, 241 та ін.].

Разом із цим, авторами активно досліджується питання визначення

характеру зміни концентрації тестостерону, соматропіну, кортизолу в сироватці крові спортсменів у відповідь на навантаження під час виконання вправ на тренажерах та з вільною вагою обтяження [92, 204, 206 та ін.]. Отримані результати сприяють поглибленому вивченню особливостей адаптаційно-компенсаторних реакцій організму на фізичні подразники силового характеру під час використання подібних комплексів тренувальних вправ [192, 214 та ін.]. Отже, не зважаючи на достатню кількість наукових досліджень у даному напрямку, чіткого визначення долі силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах з урахуванням інформативних біохімічних маркерів крові спортсменів із різними режимами навантаження м'язової маси та підвищення їх функціональних можливостей у бодібілдингу нами не встановлено.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі спортивних єдиноборств та силових видів спорту відповідно до Плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою 2.6 «Науково-методичний супровід тренувальної та змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів у єдиноборствах та силових видах спорту» (номер державної реєстрації 0121U108940). Роль автора, як виконавця теми, полягає у пошуку механізмів удосконалення тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки; науково-методологічному обґрунтуванні та розробці моделей тренувальних занять в умовах різної варіативності режимів навантаження з комплексами вправ з вільними обтяженнями та на тренажерах; узагальненні теоретичних і емпіричних даних дослідження.

**Мета дослідження** – удосконалення тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу шляхом розробки варіативних моделей занять з використанням різних режимів навантаження, в поєднанні з комплексами вправ з вільними обтяженнями та на тренажерах.

#### **Завдання дослідження:**

1. Вивчити сучасні шляхи вдосконалення тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки.

2. Розробити моделі тренувальних занять для бодібілдерів з відповідною варіативністю поєднання різних за інтенсивністю режимів роботи з комплексами силових вправ із вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях.

3. Виявити ефективність впливу розроблених моделей тренувальних занять на рівень спеціалізованої фізичної підготовки та динаміку морфофункціональних показників організму обстежених спортсменів.

4. Визначити особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій організму бодібілдерів (на основі результатів біохімічного аналізу показників крові учасників дослідження) відповідно до силових навантажень в умовах використання розроблених моделей тренувальних занять.

**Об'єкт дослідження** – тренувальний процес підвищення фізичної підготовки спортсменів у бодібілдингу.

**Предмет дослідження** – ефективність використання розроблених моделей тренувальних занять бодібілдерів з різною варіативністю режимів силових навантажень середньої та високої інтенсивності з комплексами вправ з вільним обтяженням чи на тренажерних пристроях в тренувальному процесі у бодібілдингу.

**Методи дослідження:**

- теоретичні: аналіз та узагальнення науково-методичної літератури та мережі Інтернет; системно-структурний аналіз сучасних механізмів удосконалення тренувального процесу бодібілдерів та механізмів розробки моделей тренувальних занять; концептуально-порівняльний та структурно-системний аналіз із можливістю вивчення наявних підходів до планування, систематизації та узагальнення інформації про об'єкт і предмет дослідження;
- емпіричні: метод кількісної оцінки рівня фізичного навантаження у силових видах спорту; морфофункціональні методи (антропометрія, біоімпедансометрія, контрольне тестування розвитку та зростання



максимальної м'язової сили спортсменів); біохімічний аналіз крові (контроль за змінами концентрації стероїдних гормонів кортизолу та тестостерону, концентрації креатиніну та активності ферменту лактатдегідрогенази в сироватці крові протягом дослідження);

- педагогічний експеримент: констатувальний – для вивчення ефективності використання експериментальних моделей тренувальних занять у бодібілдингу з варіативним поєднанням режимів навантажень високої та середньої інтенсивності з комплексами вправ з вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях з метою прискореного зростання м'язової маси спортсменів для підвищення адаптаційних резервів їх організму.

- методи математичної статистики використано для аналізу емпіричних даних, отриманих на різних етапах виконання дисертаційного дослідження (описова статистика, програма G-Power 3.1.96, критерій Колмогорова-Смірнова, медіани (Me) та міжквартильний діапазон (IQR), критерій Н-Краскела-Уолліса (H), критерій Вілкоксона, ANOVA Фрідмана, W-Кендалла (U).

#### **Наукова новизна дослідження:**

- уперше розроблено моделі тренувальних занять на основі варіативного поєднання режимів навантаження високої та середньої інтенсивності з різними за структурою комплексами силових вправ із вільним обтяженням та на тренажерних пристроях для підвищення адаптаційних резервів організму спортсменів, прискореного зростання їх м'язової маси за умови підвищення рівня їх фізичної підготовки;

- уперше виявлено, що найбільш виражене збільшення базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів протягом досліджень, свідчить про прискорене зростання їх м'язової маси, що спостерігалось саме в умовах використання режиму високої інтенсивності незалежно від різновиду запропонованих бодібілдерам комплексів силових вправ;

- уперше обґрунтовано основні чинники виникнення проблеми, пов'язаної з прискореним зменшенням рівня жирової маси тіла у бодібілдерів

та одночасно дуже повільними темпами зростання обвідних розмірів тіла в умовах тривалого періоду використання навантажень середньої та низької інтенсивності під час використання великого обсягу роботи;

- уперше встановлено, що найбільш прискорене зростання показників максимальної сили основних груп м'язів та їх обвідних розмірів маси тіла спортсменів, відбувається в умовах використання моделей тренувальних занять із комплексами тренувальних вправ на тренажерних пристроях у поєднанні з режимом навантажень високої інтенсивності. При цьому, рівень резистентності організму бодібілдерів до стресового подразника в умовах використання цього режиму навантажень у поєднанні з комплексом силових вправ зростає у 2–3 рази повільніше, порівняно з м'язовою діяльністю під час застосування навантажень середньої інтенсивності, що сприяє більш тривалому та вираженому процесу довготривалої адаптації;

- розширено наукові дані щодо особливостей зміни величини показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті залежно від особливостей режиму навантажень, який використовується в процесі розробки моделей тренувальних занять;

- набули подальшого розвитку механізми розв'язання проблеми ефективного використання біохімічних маркерів крові (тестостерону, кортизолу, креатиніну, лактатдегідрогенази) у бодібілдерів, як одних із інформативних маркерів контролю за фізіологічними процесами короткочасної та довготривалої адаптації в умовах пошуку найбільш оптимальних шляхів удосконалення фізичної підготовки спортсменів у бодібілдингу.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертант самостійно розробив і обґрунтував план проведення досліджень та їх методичне забезпечення, проаналізував літературу з теми дисертаційної роботи, визначив мету та завдання роботи, виконав експериментальні дослідження, статистично опрацював, узагальнив одержані результати, сформулював основні положення та висновки.

**Публікації.** Наукові результати дисертації висвітлені в 6 наукових публікаціях: 3 статті у наукових виданнях з переліку наукових фахових видань України, одне з яких проіндексоване у базі даних Scopus (Q4), 1 стаття у періодичному науковому виданні США, проіндексованому в базі даних Scopus (Q3); 2 публікації апробаційного характеру (додаток А).

**Апробація результатів дисертаційної роботи.** Основні положення результатів досліджень оприлюднені на науково-теоретичних і науково-практичних конференціях з питань фізичного виховання та спорту, серед яких:

доповідь на XV Міжнар. конф. молодих вчених «Молодь та олімпійський рух», 2022. 17 листопада, 2022 р;

тези доповіді на II наук.-практ. конф. з міжнар. участю, присвяченої 75-й річниці каф. фіз. вих. ДВНЗ «УжНУ» «Сучасний стан і перспективи вдосконалення національної системи фізичного виховання і спорту в умовах війни та у післявоєнний період»; 2023 квітень 19-20; Ужгород. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2023 р.;

тези доповіді на Міжнар. наук.-практ. конф. м. Луцьк, 08 червня 2023 р. Луцьк. 2023. С. 48–50. *В: Фізична активність і якість життя людини* : Луцьк: ВНУ імені Лесі Українки. <https://conferences.vnu.edu.ua/public/conferences/24/schedConfs/24/accommodation-0.pdf>

доповіді на щорічних науково-практичних конференціях науково-педагогічних працівників кафедри Спортивних єдиноборств та силових видів спорту НУФВСУ в 2021-2023 рр. (додаток Б).

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати розкривають нові механізми удосконалення тренувального процесу в бодібілдингу. Розробка експериментальних моделей тренувальних занять є одним із фундаментальних напрямів удосконалення фізичної підготовки спортсменів та пошуку ефективних механізмів корекції навантажень, спрямованих на підвищення їх результативності у найкоротший термін часу за мінімальному обсязі тренувальних навантажень. Виявлені закономірності адаптаційно-компенсаторних змін в організмі бодібілдерів залежно від

варіативності поєднання режимів навантажень високої та середньої інтенсивності з комплексами силових вправ з вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях, дозволяють чітко спрогнозувати характер процесів довготривалої адаптації та особливостей зміни рівня фізичної підготовки спортсменів до величини зовнішнього подразника. Інтегральний підхід до системи контролю за перебігом адаптаційних змін та адекватності показників тренувальних навантажень функціональним можливостям організму спортсменів, дозволяє фахівцям із даного напрямку чітко визначити основний спектр біохімічних маркерів крові, морфофункціональних зрушень та розробити нові шляхи управління тренувальним процесом атлетів у бодібілдингу.

Результати наукових досліджень впроваджено в навчально-тренувальний процес фізкультурно-спортивних закладів освіти України у період 2021–2024 рр.:

- у навчальний процес студентів Національного університету фізичного виховання і спорту України, кафедри Спортивних єдиноборств та силових видів спорту в процесі вивчення навчальної дисципліни «Теорія та методика тренерської діяльності в обраному виді спорту (силові види спорту)», (акт впровадження від 21 листопада 2023 р., додаток В).

- у практику підготовки спортсменів-бодібілдерів громадської організації «Спортивний клуб Гіперіон» (м. Київ), (акт впровадження від 21 листопада 2023 р., додаток Г);

- у практику підготовки спортсменів-бодібілдерів Спортивного комплексу «Олімпійський стиль» Національного університету фізичного виховання та спорту України (м. Київ), (акт впровадження від 21 листопада 2023 р., додаток Д);

**Обсяг та структура дисертації.** Матеріали дисертаційного дослідження викладено на 216 сторінках тексту комп'ютерного набору державною мовою (156 сторінок основного тексту). У структурі дисертаційної роботи виділено: анотацію двома мовами, список публікацій здобувача за темою дисертації,

зміст, перелік умовних позначень та скорочень, вступ, огляду літератури, опису матеріалів та методів досліджень, п'ять розділів власних досліджень та висновки до них, загальні висновки, список використаних джерел (250 найменувань, із яких 215 відображають результати досліджень зарубіжних фахівців), а також 5 додатків. Цифровий матеріал дисертації проілюстровано 16 таблицями та 18 рисунками.

## РОЗДІЛ 1

### СУЧАСНІ АСПЕКТИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ У БОДІБІЛДИНГУ

#### 1.1 Механізми вдосконалення тренувального процесу в бодібілдингу шляхом корекції показників навантаження

Сучасна система підготовки спортсменів у бодібілдингу останніми роками демонструє тенденцію до зміни основних закономірностей, пов'язаних з оптимізацією тренувального процесу [14, 18, 25, 147]. Відповідні зміни відбуваються за рахунок розробки інноваційних програм тренувальних занять, інтегральних режимів навантаження, вдосконалення системи діагностики адаптаційних змін в організмі спортсменів та одночасної зміни механізмів корекції тренувальних навантажень [15, 23, 84, 105]. Розвиток та практична реалізація даного напрямку вдосконалення тренувального процесу пов'язана насамперед із збільшенням ролі наукових досліджень протягом останнього десятиліття, що пов'язано з поглибленим вивчення фізіологічних процесів бодібілдерів щодо адаптаційно-компенсаторних реакцій організму на різні стресові подразники силового характеру [16, 144, 203]. Особливу актуальність під час вивчення даної проблеми низка дослідників [28, 194] пов'язує саме з етапами початкової та спеціалізованої базової підготовки в бодібілдингу. Обґрунтованість проведення комплексних досліджень на даних етапах підготовки спортсменів пов'язана з проблемою визначення оптимальних параметрів показників тренувального навантаження, що будуть адекватними первинному рівню адаптаційних резервів їхнього організму [15, 84, 147].

Проблема пошуку найбільш ефективних програм тренувальних занять в бодібілдингу протягом всього періоду розвитку даного виду спорту викликала достатнього вагомий інтерес не лише серед професійних спортсменів і тренерів, але й провідних науковців [49, 67, 181], що дозволило по різному дослідити практичну та теоретичну складову щодо вивчення оптимальних

шляхів вирішення даного питання. Розробка великої кількості програм тренувальних занять у бодібілдингу для спортсменів з різним рівнем технічної підготовки, розвитком функціональних можливостей та рівнем резистентності організму до стресового зовнішнього подразника, була в першу чергу спрямована на пошук найбільш ефективних параметрів навантаження для забезпечення прискореного зростання їх м'язової маси та силових можливостей [23, 38, 147, 189].

Одним із найбільш спірних питань серед провідних фахівців та науковців у бодібілдингу [51, 136, 140] є оптимальне поєднання певних м'язових груп, що мають отримати навантаження в окремому тренувальному занятті. Так, наприклад, аналіз представлених у доступній нам літературі [38, 189] програм тренувальних занять з відповідним комплексом силових вправ показує, що в окремому занятті переважно навантажуються 2–3 м'язові групи спортсменів. У більшості випадках, під час проведення тренувального заняття, використовується комплекс силових вправ, що спрямований на навантаження однієї великої групи м'язів (наприклад, найширшого м'язу спини) та однієї, або двох малих груп м'язів (наприклад, м'язи передпліччя).

Вивченню проблеми поєднання в окремому тренувальному занятті відповідної комбінації з декількох м'язових груп антагоністів чи синергістів, навантаження яких дозволить під час відновлення досягти найбільш виражених зрушень у процесі адаптації, приділяло увагу велика кількість дослідників [32, 142, 190], які вивчають шляхи вдосконалення системи підготовки спортсменів у бодібілдингу. Однак, незважаючи на достатньо велику кількість проведених досліджень [103, 211, 227] щодо недоцільності поєднання в одному тренувальному занятті навантажень на групи м'язів антагоністів (наприклад двоголового та триголового м'язів плеча), значна кількість тренерів, професійних спортсменів у бодібілдингу продовжують розробляти моделі тренувальних занять та комплекси вправ з одночасним навантаження груп м'язів антагоністів.

Низка авторів [49, 149, 191] стверджує, що залучення до силових

навантажень в одному тренувальному занятті двох м'язових груп антагоністів викликає їх перенавантаження, що пов'язане з блокуванням процесу скорочення один одного з метою запобігання перенапруження активних рухових одиниць. Даний процес пов'язаний з аутогенним гальмуванням [229]. Так, науковці-фізіологи [131, 226] на основі результатів досліджень показують, що під час потужного скорочення м'язів відбувається розтягування сухожилків, а це призводить до активації м'язово-сухожильних пропріорецепторів сухожильного органу Гольджі (СОГ) та м'язових веретен, які регулюють напруження та довжину м'язів. Активація сухожильного органу Гольджі зростає на підвищення напруження, як в умовах скорочення так і розтягування м'язів. СОГ гальмує скорочення м'язів агоністів та дозволяє м'язам антагоністам скорочуватись більш потужно, що призводить до зниження активності у м'язах агоністах.

Дослідження особливостей процесу аутогенного гальмування [211, 227] показало, що під час скорочення двоголового м'язу плеча у період силового навантаження та збільшення активності його рухових одиниць до пікових можливостей спортсменів, відбувається підвищення активності триголового м'язу плеча та його скорочення, з метою протидії перевантаження м'язів антагоністів (в даному випадку двоголового м'язу плеча).

Отже, під час виконання силових вправ в умовах використання режиму навантажень високої інтенсивності, в яких двоголовий м'яз плеча є агоністом, його антагоніст триголовий м'яз плеча також отримує м'язове стомлення та відповідне виснаження резервів креатинфосфату чи м'язового глікогену [20, 198, 230]. Подальше навантаження триголового м'язу плеча, який попередньо у даному тренувальному занятті отримує певний рівень втоми, не має сенсу, так як дана м'язова група не в змозі протидіяти оптимальним параметрам зовнішнього подразника, які необхідні для реалізації виражених механізмів довготривалої адаптації в період відновлення м'язів спортсменів [54, 111, 238].

Аналіз результатів досліджень провідних фахівців у бодібілдингу, силового фітнесу, пауерліфтингу та науковців зі спортивної фізіології [84, 147,



194] показує, що під час розробки програм чи моделей тренувальних занять, найбільш оптимальним варіантом поєднання в окремому занятті комплексів вправ, з метою прискореного зростання м'язової маси спортсменів та розвитку силових можливостей, є навантаження м'язових груп, що не виступають антагоністами один до іншого.

Вивченню питання переваги використання у процесі тренувальної діяльності у бодібілдингу окремих комплексів силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях присвячено велика кількість обговорень серед провідних тренерів та спортсменів [72, 153, 172, 204, 242, 244]. Разом із цим, у доступній нам науковій літературі детальної інформації щодо проведення поглиблених досліджень з використанням медико-біологічних методів діагностики для вивчення особливостей адаптаційних змін в організмі спортсменів у бодібілдингу, проведено недостатньо.

У свою чергу, дослідники [69, 150, 206, 226] вказують на те, що переваги використання комплексів силових вправ з вільною вагою обтяження обґрунтовані тим, що в даних умовах м'язової діяльності беруть участь не лише м'язи агоністи, але й велика кількість м'язів синергістів, а також значний відсоток м'язів стабілізаторів для фіксації положення ланок тіла залежно від вимог техніки виконання тієї чи іншої вправи. Дані фахівці, вважають, що саме використання вправ із вільними обтяженнями дозволить спортсменам, під час занять бодібілдингом збільшити рівень внутрішньо-м'язової координації, тобто підвищити кількість активних рухових м'язових одиниць. Відповідне твердження, щодо підвищення рівня внутрішньо-м'язової координації в умовах силових навантажень у межах 85-95% від 1 ПМ в умовах використання силових вправ з вільними обтяженнями з тривалістю сету до повного м'язового стомлення та вичерпання запасів креатинфосфату в працюючих м'язах не більше 20-30 с, підтримують на основі результатів своїх досліджень фахівці з пауерліфтингу та подібних силових видів спорту [191, 211, 248].

Під час вивчення питання щодо доцільності використання в тренувальному процесі з бодібілдингу силових вправ з вільними обтяженнями

чи на тренажерних пристроях, низка вчених [74, 241, 243] стверджує, що в заданих умовах м'язової діяльності застосування тих чи інших комплексів вправ вимагає різних енерговитрат та відповідно у деяких випадках підвищення активності компенсаторних механізмів, що призводить до різного ефекту під час відновлення м'язів.

Отже, використання спортсменами силових вправ із вільними обтяженнями під час активності значної кількості м'язів синергістів та одночасно м'язів стабілізаторів, потребує від організму значних енергетичних витрат, як в умовах анаеробно-алактатного чи анаеробно-гліколітичного видів енергозабезпечення м'язової діяльності протягом окремого сету [22, 119]. При цьому, у спортсменів з низьким вихідним рівнем адаптаційних резервів, в даних умовах тренувальної діяльності, будуть проявлятися компенсаторні реакції, що в подальшому може призвести до зриву адаптації [41, 88, 196].

У свою чергу, одним із негативних наслідків використання силових вправ з вільними обтяженнями, особливо в умовах коли показники робочої маси снаряду будуть у межах 85–90% від 1 ПМ, є високий рівень травматизму [200, 206]. Однак, використання спортсменами вправ із вільними обтяженнями, переважно за умови недотримання ідеальної техніки виконання та неадекватності показників робочої ваги обтяження індивідуальним функціональним і фізичним можливостям спортсменів, саме під час виконання даних силових вправ, можна залучити максимальну кількість рухових м'язових одиниць, що дозволить під час відновлення отримати виражені адаптаційні зміни, що пов'язані з підвищенням рівня внутрішньо-м'язової координації та розвитком максимальної сили [103, 236].

Пріоритетність використання під час тренувальної діяльності комплексів силових вправ на тренажерних пристроях, низка дослідників [72, 202, 216] обґрунтовують насамперед низьким рівнем травматизму особливо на етапі початкової підготовки, що дозволяє компенсувати цей рівень розвитку певних груп м'язів, що будуть залучатися до м'язової діяльності, як м'язи-синергістів та стабілізатори. Однак, використання комплексу силових вправ на

тренажерних пристроях дозволяє компенсувати низький рівень технічної підготовленості спортсменів на даному етапі.

Одним із самих спірних питань серед певної категорії фахівців у бодібілдингу [51, 100, 168], є доцільність використання на етапі спеціалізованої базової підготовки, комплексів силових на тренажерних пристроях. Низка авторів [63, 64] стверджує, що використання силових вправ на тренажерах дозволяє знизити показники робочої маси снаряду на 20-25%, порівняно із застосуванням вправ з вільними обтяженнями, за рахунок зменшення кількості м'язових груп, що беруть участь в якості синергістів та стабілізаторів положення ланок тіла. Ці зміни показників робочої маси снаряду дозволяють знизити навантаження на суглоби, зв'язки та м'язові сухожилля спортсменів.

Таким чином, провідні науковці з силових видів спорту [101, 202, 243] підтверджують важливість питання щодо оптимальних умов тренувальної діяльності, в яких використання вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях є найбільш ефективним та безпечним для спортсменів, пов'язаних з вивченням особливостей впливу моделей тренувальних занять, структура яких складається з варіативного поєднання розглянутих нами комплексів силових вправ з різними за інтенсивністю режимами навантаження, не проводилось.

Одним із основних критеріїв, фахівців у бодібілдингу та силових видах спорту [28, 69, 105], є реалізація розробки ефективних програм тренувальних занять, з відповідним поєднанням базових та ізолюючих вправ для навантаження певної м'язової групи. Водночас, під час виконання базової вправи на певну м'язову групу беруть активну участь не лише м'язи агоністи, але й певна кількість (мінімум 3–4 групи) м'язів синергістів для подолання величини зовнішнього подразника (ваги снаряду) та група м'язів, що забезпечують стабілізацію положення тіла у просторі [60, 156]. Даний факт показує, що потужність ресурсів енергозабезпечення м'язової діяльності спортсменів суттєво відрізняється під час використання тренувальних занять

із силовими вправами базового та ізолюючого характерів.

Так, низка фахівців [49, 136, 158] встановила, що використання для навантаження кожної м'язової групи однієї базової та двох ізолюваних вправ є найбільш ефективним варіантом для зростання обвідних розмірів тіла спортсменів та одночасно максимальної м'язової сили. Використання подібної комбінації базових та ізолюючих вправ, автори обґрунтовують можливістю максимальної активації найбільшої кількості рухових одиниць переважно швидко-скорочувальних м'язових волокон, що призводить до підвищення рівня внутрішньо-м'язової координації та вираженої гіпертрофії даного типу волокон [54, 89, 131]. Отже, під час використання даної комбінації базових та ізолюючих вправ у процесі тренувальної діяльності, за рахунок залучення великої кількості м'язів синергістів та стабілізаторів, можливі прояви підвищення рівня травматизму внаслідок підвищення навантажень на м'язові сухожилля, зв'язки та суглоби спортсменів [226].

Дослідження особливостей адаптаційних змін в організмі бодібілдерів науковці [16,142, 229] показали, що послідовність застосування під час тренувальної діяльності спочатку ізолюючих, а потім базових вправ для навантаження певної м'язової групи є досить спірним питанням пов'язаним з удосконаленням тренувальним процесом.

Одна частина фахівців на основі результатів своїх досліджень [77, 103] стверджує, що доцільність використання в тренувальних програмах спочатку ізолюючих вправ перед базовими обґрунтована лише в умовах вираженої реадaptaції нервово-м'язової системи спортсменів після травм, або інших умов відсутності достатньої рухової активності. Використання попередньо ізолюваних для певної м'язової групи силових вправ, насамперед дозволяє зменшити показники робочої маси снаряду та відповідно й обсяг навантаження на працюючий суглоб, зв'язки та сухожилля [84, 207]. При цьому, послідовне використання базової вправи, не зважаючи на залучення груп м'язів синергістів, відбувається в умовах зниження робочої маси снаряду на 20–30%, що пов'язане з попереднім виснаженням м'язів агоністів та

зменшенням у них запасів креатинфосфату, м'язового глікогену для повноцінного енергозабезпечення даної м'язової діяльності [156, 226, 238].

Інші фахівці [57, 112, 136] стверджують, що доцільність використання спочатку ізольованих, а потім базових вправ на окрему м'язову групу під час тренувального заняття, обумовлена необхідністю, більш деталізованого навантаження даного м'язу агоніста. Відповідна послідовність використання тренувальних вправ, дозволяє спортсменам під час виконання базової вправи задіяти максимально можливу, залежно від первинного рівня адаптаційних можливостей організму, кількість рухових одиниць швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «Б» та досягти необхідного рівня м'язової втоми шляхом виснаження енергоресурсів в умовах анаеробно-алактного чи анаеробного-гліколітичного режимів енергозабезпечення [73, 161, 239]. Під час відновлення організму спортсменів після подібних навантажень та виснаженням резервів організму в заданих умовах м'язової діяльності, відбуватимуться виражені процеси довготривалої адаптації пов'язані з вибірковою гіпертрофією їх швидко-скорочувальних м'язових волокон.

Використання єдиної градації оцінки величини силових навантажень для спортсменів, які займаються бодібілдингом протягом останніх років було одним із спірних питань широкої плеяди фахівців з практичним досвідом та провідних науковців [42, 52, 139]. Проблема полягає в тому, що практики та дослідники використовували в процесі тренувальної діяльності окремо зовнішні та внутрішні маркери оцінки тренувальних навантажень [20, 22, 119, 125, 168]. До зовнішніх маркерів оцінки величини тренувального навантаження відносять: обсяг виконаної роботи (в кг, кількість підйомів штанги чи на тренажері) за одне заняття чи серію сетів; параметри розвитку максимальної м'язової сили (1 ПМ) під час виконання контрольної вправи; в окремих випадках відбувався контроль за кількістю виконаних повторень під час навантажень 70–90 % від 1 ПМ в окремому сеті. До внутрішніх маркерів оцінки параметрів навантаження фахівці відносять: ЧСС, ЖСЛ, низку біохімічних показників крові та ВСР.

Враховуючи той фактор, що під заняття «класичним» бодібілдингом на відміну від важкої атлетики та пауерліфтингу [12, 28, 84], техніка виконання тренувальних вправ практично не досліджувалась. Даний факт обумовлений особливостями проведення змагальної діяльності і великою різноманітністю базових силових вправ у бодібілдингу та додаткових факторів впливу. Так, під час виконання тренувальних вправ, не залежно від їх особливостей (із вільними обтяженнями чи на тренажерах) величина показника робочої маси снаряду [13, 62] повною мірою залежить не лише від первинного рівня розвитку максимальної сили певних груп м'язів, але й від певних показників навантаження: тривалості концентричної та ексцентричної фаз руху, амплітуди руху, запланованої кількості повторень в окремому сеті, особливостей положення ланок тіла, інтервалів відпочинку між сетами, тощо.

Під час вивчення системи підготовки атлетів у бодібілдингу деякі дослідники [58, 79, 94] робили спроби визначити чіткі критерії оцінки параметрів навантаження, розуміючи те, що техніка та умови виконання силових вправ у даному виді спорту мають певні відмінності від важкої атлетики та пауерліфтингу. Однак, більшість тренерів та науковців, які досліджували механізми вдосконалення тренувального процесу в бодібілдингу, разом із фахівцями з інших силових видів спорту, вважають, що для них достатньо було використання «класичної» техніки виконання вправ та стандартних параметрів компонентів навантаження [8, 12, 15, 23, 28, 226].

Провідні науковці у бодібілдингу [25, 105, 181, 189] констатували, що аналіз структуру тренувальних програм провідних спортсменів за всю історію існування бодібілдингу показав, що для прискороного зростання м'язової маси вони використовували зовсім різні режими навантаження. Це обґрунтовано фізіологічними особливостями резистентності організму спортсменів до подібних навантажень та оптимізацією роботи системи енергозабезпечення м'язової діяльності [113, 190, 197]. Однак, виявлена різноманітність використання у бодібілдерів різного співвідношення величини навантаження у поєднанні з індивідуальною технікою виконання вправ свідчить лише про те,

що єдиної інтегральної системи оцінки показників обсягу та інтенсивності режимів навантаження в ті часи не існувало, а це не дозволяло досягти максимальних адаптаційних змін в організмі спортсменів насамперед на етапі спеціалізованої базової підготовки [106, 203, 238].

Отже, авторами [13, 62] був розроблений інтегральний метод розрахування кількісної оцінки величини навантаження у силовому фітнесі залежно від умов м'язової діяльності та рівня тренуваності спортсменів. Його ще називають, як метод кількісної величини фізичного навантаження у силових видах спорту. Отримані результати дозволяють чітко визначити показники робочої маси снаряду, залежно від особливостей виконання силових вправ (вихідного рівня розвитку максимальної сили певної м'язової групи, тривалості концентричної та ексцентричної фаз руху, амплітуди руху, заданої кількості повторень в окремому сеті) та обсягу виконаної роботи в окремому сеті. При цьому, основним результатом розробки даного інтегрального методу оцінки величини силового навантаження, є визначення шкали оцінки величини інтенсивності режиму силового навантаження.

Тому, дослідниками [62-65] була розроблена класифікація режимів навантаження залежно від рівня інтенсивності та обсягу виконаної роботи спортсменів. Найбільш практичними виявились три режими:

- режим навантажень високої інтенсивності із малим обсягом роботи;
- режим навантажень низької інтенсивності із великим обсягом роботи;
- режим навантажень середньої інтенсивності із середнім, або великим обсягом роботи.

Практична реалізація інтегрального методу розрахування кількісної оцінки величини навантаження використовувалась у роботах [13, 62], під час вивчення особливостей адаптаційних змін в організмі нетренованих чоловіків та спортсменів, а також військово-службовців в умовах використання різних за інтенсивністю та обсягом режимів навантаження під час тренувальних занять у силовому фітнесі. Науковцями [63, 65] було встановлено, що найбільш ефективний та безпечний для прискореного зростання м'язової маси

та силових можливостей нетренованих осіб та військовослужбовців, є режим навантажень високої інтенсивності за малого обсягу тренувальної роботи.

Поглиблене вивчення [13, 62] інтегрального методу розрахунку кількісної оцінки величини силових навантажень свідчить про те, що він протягом останніх п'яти років активно використовуються у бодібілдингу [18, 19, 31, 78, 112, 163], у силовому та танцювальному фітнесі [4, 5, 21, 22, 30, 32] та різних видів змішаних єдиноборств [64]. Даний факт свідчить про те, що визначено чіткі критерії оцінки використовуваного під час тренувальних занять режимів силових навантажень із врахуванням фізіологічних особливостей спортсменів та умов м'язової діяльності, що дозволяє більш детально визначити величину зовнішнього подразника та дослідити його вплив на характер адаптаційно-компенсаторних змін в їх організмі.

Активне використання протягом останніх років моделей тренувальних занять з силової підготовки у різних видах змішаних єдиноборств, таких як рукопашний бій, хортинг, ММА, вимагає від фахівців детального аналізу параметрів силового навантаження залежно від напрямку підготовки спортсменів та рівня їх тренованості, а також етапу підготовки. У доступній нам науковій літературі [64], виявлено дослідження, в яких спортсмени з відповідних видів змішаних єдиноборств використовують під час тренувальної діяльності режими силових навантажень, як високої, так і низької інтенсивності для розвитку максимальної м'язової сили та силової витривалості спортсменів. При цьому, у змішаних єдиноборствах, особливо на етапі спеціалізованої базової підготовки, активно використовуються різноманітні варіації комплексів силових вправ з вільними обтяженнями та на тренажерах у поєднанні з режимами навантажень високої та середньої інтенсивності [172, 242].

У системі підготовки спортсменів у бодібілдингу одним із дискусійних питань [28, 84, 105, 147] є доцільність використання спеціальних принципів тренувальної діяльності залежно від етапу підготовки та рівня тренованості спортсменів, а також їх співвідношення та поєднання з різними за обсягом та



інтенсивністю силовими навантаженнями під час розробки програм тренувальних занять.

Яскравим прикладом практичної реалізації поєднання тренувальних навантажень в анаеробно-алактатному режимі енергозабезпечення з тлі різних комплексів та послідовності використання базових та ізолюючих вправ в умовах тренувального принципу «передчасної втоми» продемонстрував О.С. Славітяк [18, 19]. Ним розроблено один із ефективних механізмів удосконалення тренувального процесу в бодібілдингу шляхом реалізації максимального потенціалу використання принципу «передчасна втоми», що призвело до зменшення параметрів ваги обтяження під час виконання базових вправ на 10–15 % з одночасним збереження високої інтенсивності силових навантажень, що позитивно вплинуло на динаміку прискореного зростання показників максимальної м'язової сили та обвідних розмірів тіла спортсменів.

У бодібілдингу широко представлені результати використання різних тренувальних принципів (читингу, гігантських підходів, піраміди, негативних повторень), які симбіоз з відповідними показниками навантаження та їх компонентами, повністю змінюють не лише спрямованість тренувальної діяльності, але й суттєво впливають на характер процесів довготривалої адаптації [67, 158, 229]. Науковці [23, 84, 136] під час пошуку ефективних та одночасно безпечних шляхів корекції тренувального процесу спортсменів високої кваліфікації, поєднували використання принципів «піраміди», «негативних повторень» «передчасної втоми» для збільшення рекрутування швидко-скорочувальних м'язових одиниць, використовуючи переважно ексцентричні навантаження на тренажерних пристроях для зменшення активності рухових одиниць м'язових груп стабілізаторів положення тіла. Відповідні маніпуляції, на їх думку, сприяли не лише зниженню рівня травматизму, але й активізували максимальну кількість рухових м'язових одиниць, що в період відновлення сприяє вираженим адаптаційним змінам, пов'язаних з гіпертрофією даних м'язових груп.

## **1.2 Фізіологічні особливості адаптаційних змін в організмі спортсменів під час тренувальних занять силової спрямованості**

Особливості процесів адаптації організму людини до навантажень силового характер розглядаються у роботах провідних фахівців з силових видів спорту, спортивної фізіології та біохімії рухової активності [3, 9, 41, 154]. Результати наукової діяльності цих науковців [26, 32, 60, 113] чітко показують необхідність використання отриманих даних під час удосконалення системи підготовки спортсменів у бодібілдингу та розробці ефективних механізмів корекції показників навантаження для реалізації поставленої мети та завдань тренувального процесу.

Дослідження фізіологічних особливостей адаптаційних змін в організмі спортсменів під час занять бодібілдингом, не залежно від етапу підготовки, низки фахівців показали, механізми гіпертрофії відповідних м'язових груп, залежно від активності їх використання під час виконання тієї чи іншої вправи [45, 57, 128, 228]. Відомо, що існує два типи гіпертрофії м'язових волокон у спортсменів під час м'язової діяльності [73, 100, 186].

Процес короткочасної гіпертрофії переважно швидко-скорочувальних м'язових волокон пов'язаний з накопичення під час силових навантажень продуктів енергетичного розпаду (лактату, кетонових тіл) внаслідок яких, збільшуються за короткий час обвідні розміри саме тих м'язових груп, що виконували функцію агоністів чи синергістів протягом цієї силової вправи [89, 107, 184]. При цьому, ефект короткочасної гіпертрофії м'язових груп, що брали участь у роботі, через годину після закінчення тренувального заняття – пропадає. Даний факт свідчить про те, що продукти енергетичного розпаду, що накопичились під час тренувального навантаження, дифундують у кров, а потім виводяться з сечею, або накопичуються в печінці для подальшого використання в процесі глюконеогенезу [200, 209].

У свою чергу, процес довготривалої гіпертрофії м'язових волокон залежно від стресового подразника протягом тривалого періоду часу

пов'язаний з зовсім іншими фізіологічними механізмами, порівняно з короткочасним процесом. Більшість науковці-фізіологів [51, 110, 240], пов'язаних з довготривалою гіпертрофією м'язових волокон в умовах використання силових навантажень вказують на те, що відповідні адаптаційні зміни у м'язовій системі спортсменів відбуваються за рахунок потовщення міофібрил (структурних елементів м'язового волокна).

У доступній науковій літературі [50, 112, 163], представлено детальне вивчення механізмів довготривалої гіпертрофії м'язових волокон, які вказують на те, що даний фізіологічний процес пов'язаний з мікроскопічними надривами міофібрил (актинових та міозинових) внаслідок навантажень силової спрямованості в межах 80-90% від 1 ПМ за умови виконання вправ із збільшеною ексцентричною фазою руху. Під час відновлення організму спортсменів, за рахунок процесів анаболізму відбувається реадаптація міофібрил, які під час попереднього навантаження отримали мікроскопічні надриви з подальшим їх потовщенням за рахунок наростів у травмованих відділах, що і демонструє механізм гіпертрофії [158, 239]. При цьому, процеси даного типу гіпертрофії м'язів, відбуваються переважно у швидко-скорочувальних м'язових волокнах типу «Б», які активізуються переважно, залежно від інтенсивності режиму силових навантажень, саме під час анаеробно-алактатного виду енергозабезпечення [136, 193].

Одним із найбільш спірних питань серед провідних практиків з бодібілдингу та науковців [57, 89, 161], є визначення найбільш ефективних показників навантаження та комплексів вправ, що дозволяють максимально прискорити процеси гіпертрофії м'язових волокон та уповільнити механізми підвищення резистентності організму спортсменів до певних стресових подразників, які позитивно впливають на зростання їхньої м'язової маси тіла.

Використання широкого діапазону варіативності компонентів навантаження [54, 100, 228] показало особливості їх впливу на темпи зростання м'язової маси тіла спортсменів за рахунок гіпертрофії м'язових волокон. На основі отриманих результатів, автори [41, 142, 203] знайшли

закономірність та встановили достовірний кореляційний взаємозв'язок між тривалістю рухової активності в окремому сеті до повного стомлення м'язів агоністів та темпами зростання обвідних розмірів тіла спортсменів, які одночасно демонструють і динаміку показників м'язової маси. Однак, поглиблений аналіз результатів окремих спортсменів вказав на те, що при ідентичних вихідних показниках розвитку максимальної сили груп м'язів агоністів та тривалості м'язового напруження під час виконання окремого сету, параметри робочої маси снаряду та кількості повторень в сеті, були зовсім різними. При цьому, також спостерігалась різна динаміка зростання показників максимальної м'язової сили та обвідних розмірів тіла разом із показниками біоімпедансометрії [95, 125, 177].

Низка науковців [5, 19, 26, 60 190], аналізувала результати представлених вище дослідників щодо вивчення проблеми, пов'язаної з тривалістю м'язової діяльності в окремому робочому сеті за однакових силових можливостях організму між спортсменами. Тому, під час використання різних за величиною навантажень, а також під час довготривалої адаптації темпи зростання м'язової маси мають різну динаміку. Так, під час зміни тренування основних компонентів тренувального навантаження, дослідники виявили, що величина робочої маси снаряду та кількості повторень у робочому сеті повною мірою залежить від тривалості концентричної та ексцентричної фаз руху. Тому, збільшення тривалості обох фаз руху в силових вправах впливає на зниження рівня інерції маси снаряду, що виникає особливо на початку швидкого виконання концентричної фази. Отже, чим повільніше буде виконуватись вправа, тим швидше буде відбуватись м'язове стомлення працюючих м'язів та скорочуватиметься тривалість роботи [37, 75, 122, 159].

Розгляд представленої вище проблеми з боку фізіологічних процесів адаптації організму до стресового фізичного подразника, показав думку дослідників [59, 60, 229], що вказують на збільшення тривалості насамперед ексцентричної фази руху під час виконання силової вправи, що сприяє максимальному рекрутуванню швидко-скорочувальних рухових м'язових

одиниць в умовах креатин-фосфокіназного механізму ресинтезу АТФ, а також впливає на збільшення мікроскопічних надривів у даних м'язових волокнах працюючої групи м'язів, а в процесі відновлення сприяє процесам вираженої довготривалої гіпертрофії.

Таким чином, одним із ефективних шляхів корекції тренувального навантаження, спрямованих на прискорення темпів адаптаційних змін в організмі спортсменів пов'язаних із зростанням м'язової маси, є зниження рівня інерції маси спортивного снаряду під час виконання вправи, за рахунок збільшення тривалості концентричної та особливо ексцентричної фаз руху.

Характер адаптаційних змін в організмі спортсменів в умовах занять бодібілдингом певною мірою залежить від особливостей варіантів поєднання видів енергозабезпечення, що будуть задіяні під час напруженої м'язової діяльності, заданої кількості повторень в окремому сеті та їх впливу на параметри показника робочої маси обтяження, обсягу навантаження в окремому сеті [62, 144, 230]. Аналіз доступної нам наукової літератури свідчить про те, що провідні дослідники з фізіології, ендокринології разом з фахівцями з силових видів спорту [61, 81, 168, 233] деталізовано вивчали дане питання, але враховуючи достатньо велику варіативність поєднання під час тренувального процесу у бодібілдингу досліджуваних показників зовнішньої та внутрішньої сторони навантаження, результати їх досліджень інколи демонструють протиріччя один одному.

Так, деякі автори [107, 137, 239 ] виявили, що найбільш суттєві адаптаційні зміни в організмі бодібілдерів пов'язані з гіпертрофією певних типів м'язових волокон відбуваються в умовах виконання малої (3-4) кількості повторень в окремому сеті протягом 15-30 с напруженої м'язової діяльності, яка енергетично забезпечується переважно креатинофосфокіназним механізмом ресинтезу АТФ. Дана комбінація [54, 89, 238], дозволяє за даний період м'язової діяльності максимально навантажити швидко-скорочувальні м'язові волокна типу «Б» та виснажити резерви креатинфосфату в працюючих м'язах і досягти стану фізичної втоми, що в період відновлення сприятиме

найбільш вираженим адаптаційним змінам в організмі спортсменів.

У свою чергу, низка науковців [106, 155], які вивчали характер впливу силових навантажень в умовах використання «стандартних» параметрів кількості повторень в окремому сеті (8–12 раз) та тривалості одного повторення (в середньому 6 с), свідчать про те, що м'язова діяльність спортсменів забезпечується гліколітичним механізмом ресинтезу АТФ в процесі анаеробного розщеплення м'язового глікогену. При цьому, рухова активність під час виконання силових вправ відбувається за рахунок скорочення швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «А» [131, 226]. Відомо, що темпи зростання м'язової маси тіла спортсменів в умовах тренувальної діяльності силового характеру з використання швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «А» набагато повільніші, ніж ті, в яких відбувається переважно скорочення швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «Б» з подальшою гіпертрофією під час відновлення [46, 142].

Одним із важливих критеріїв для фахівців [82, 123], які вивчають фізіологічні процеси короткочасної та довготривалої адаптації організму в умовах тренувальних занять бодібілдингом, є тривалість відпочинку між сетами залежно від того, в якому режимі навантаження виконуються вправи. Тобто, даними науковцями вивчались енергетичні витрати в період м'язової діяльності протягом окремого сету та особливість протікання відновних процесів між робочими сетами.

У силових видах спорту, на основі результатів власних дослідження низка авторів [53, 196] стверджують, що для зростання показників максимальної м'язової сили у відновний після тренувального заняття період, інтервали відпочинку між робочими сетами під час навантаження окремої групи м'язів повинні становити 2-3 хвилини. Обґрунтованість даного твердження підтверджено роботами провідних фахівців [59, 190], в яких вивчались процеси енергозабезпечення систем організму людини в період відновлення після напруженої м'язової діяльності. Дослідниками було виявлено, що гетерохронність процесу ресинтезу енергетичних ресурсів

відбувається з такою ж послідовністю, як алгоритм їх вичерпання у період тренувального навантаження [190, 209]. Тобто, відновного періоду тривалістю 2-3 хвилини, на думку авторів [41, 60, 230], після напруженої діяльності до повного виснаження працюючих м'язових груп не більше 30 с, повною мірою достатню для відновлення резервів АТФ та креатинфосфату в м'язах для подальшого використання в наступних тренувальних сетах.

На відміну від використання майже «стандартної» величини параметрів показника тривалості відпочинку між сетами (підходами), у бодібілдингу та силовому фітнесі дані параметри суттєво змінюються залежно від завдань тренувального процесу. Залежно від особливостей зміна показника тривалості відпочинку між сетами, буде змінюватись ступінь відновлення тих або інших енергетичних елементів, що впливатиме на характер адаптаційних процесів в організмі спортсменів, пов'язаних з темпами розвитку максимальної м'язової сили чи м'язової маси [5, 95, 117]. Так, наприклад, зниження тривалості відпочинку між сетами до 1 хвилини, а в деяких випадках навіть до 40 с значно ускладнює процеси відновлення основних енергетичних резервів в умовах анаеробного виду енергозабезпечення м'язової діяльності [154, 156]. Відповідні варіації з подібною зміною показника тривалості відпочинку між сетами, у першу чергу спрямовані на максимальне збільшення відсотку залучення додаткових швидко-скорочувальних рухових м'язових одиниць та великої кількості м'язів синергістів, що дозволить досягти виражених процесів довготривалої адаптації [221, 236].

Під час пошуку сучасних шляхів удосконалення системи підготовки у бодібілдингу, провідні науковці [14, 38, 189] приділяють увагу розробці інноваційних програм та моделей тренувальних занять з різноманітною варіацією основних та допоміжних компонентів навантаження, комбінацією принципів та засобів тренування. Однак, лише незначна кількість дослідників [21, 136, 147] детально звертає увагу на проблему, що навіть сама оптимальна програма тренувальних занять через деякий час перестає бути ефективною внаслідок підвищення рівня резистентності організму спортсменів до даного

стресового фізичного подразника та його обсягу й інтенсивності роботи.

Таким чином, питання тривалості використання спортсменами експериментальних програм тренувальних занять, протягом яких будуть відбуватись виражені адаптаційні зміни в їхньому організмі, є не лише одним із пріоритетних завдань фахівців у бодібілдингу, але й вимагає від науковців зі спортивної фізіології проведення поглиблених досліджень.

Проблема тривалості використання програм тренувальних занять, величини силових навантажень спортсменів, у яких на початку дослідження був низький рівень резистентності організму, автори [63, 64, 111, 144] встановили, що найбільш виражені адаптаційні зміни за рахунок прискореного зростання показників розвитку максимальної м'язової сили та обвідних розмірів тіла у них спостерігаються не більше двох місяців тренувань. Після цього періоду [68, 124, 168] використання даних силових навантажень, темпи зростання досліджуваних морфофункціональних показників знижуються з кожним тижнем на 15-20 %. При цьому, після трьох місяців використання подібних експериментальних програм тренувальних занять, було виявлено лише незначну тенденцію до зміни досліджуваних показників, що вказувало на виражену адаптаційну стійкість організму до зовнішнього стресового подразника та необхідність в найкоротший термін часу провести корекцію, як структури тренувального процесу, так і величини параметрів основних компонентів навантаження [41, 203, 238].

### **1.3 Інтегральна система контролю адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів під час занять бодібілдингом**

Сучасні вимоги до системи підготовки в бодібілдингу вимагають від тренерів, професійних спортсменів використання цілого комплексу фізіологічних, біохімічних методів діагностики з метою визначення ефективності впливу, тієї чи іншої програми тренувальних занять, на характер адаптаційних змін в організмі спортсменів та контролю за адекватністю



навантажень функціональним можливостям їх організму.

Практична реалізації питання щодо пошуку найбільш інформативних методів діагностики роботи систем організму спортсменів в умовах різних силових навантажень, постійно викликає суперечливі погляди авторів [20, 106, 201, 222] відносно механізмів його вирішення та обґрунтування, на основі достатньої серії експериментальних досліджень, доцільності використання тих або інших біохімічних та фізіологічних маркерів для оцінки перебігу адаптаційно-компенсаторних реакцій на стресовий подразник.

Досліджуючи перебіг адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів в умовах силових навантажень різного обсягу та інтенсивності низка дослідників [41, 88, 200] приділяли увагу саме визначенню переваги активності парасимпатичних чи симпатичних відділів автономної нервової системи, використовуючи психофізіологічний метод варіабельності серцевого ритму з застосуванням обладнання фірми Polar [120]. Виявлені результати, дозволяють дослідникам визначити зміни функціонального стану організму спортсменів в процесі тренувальної діяльності та оцінити особливості впливу навантажень на зміну активності компенсаторних механізмів в умовах розвитку м'язової втоми [23, 203, 240].

Проведений поглиблений аналіз результатів досліджень показав, що переважна більшість науковців [40, 61, 81], які займаються вивченням даного питання використовують для його вирішення біохімічні методи дослідження сироватки крові. При цьому, в деяких випадках доцільним для визначення особливостей адаптаційних змін в організмі спортсменів, внаслідок використання певної програми тренувальних занять, достатньо порівняльного аналізу зміни базального рівня досліджуваних біохімічних показників крові [2, 39, 168, 190]. Однак, є ситуації в яких динаміка базального рівня концентрація або активності того чи іншого біохімічного показника крові у спортсменів, не дозволяє визначити характер та напрямок адаптаційно-компенсаторних реакцій на фізичний подразник (тренувальне навантаження) [63, 215, 234]. Вирішення даної проблеми можливо лише за умов контрольного зрізу

досліджуваних показників сироватки крові у спортсменів в стані спокою та після тренувального навантаження [46, 121, 206].

Під час тренувальної діяльності використання режиму навантажень високої інтенсивності, особливістю якого є залучення у силових вправах робочої маси снаряду 75-85% від 1 ПМ та тривалістю м'язового напруження в межах 15-30 с, в якості основного джерела енергозабезпечення м'язової діяльності в даних умовах виступає креатинфосфокіназний механізм ресинтезу АТФ [117, 135, 233, 237]. Основним біохімічним маркером оцінки прояву адаптаційно-компенсаторних реакцій організму у відповідь на силові навантаження за умови режиму високої інтенсивності, є підвищення активності ферменту креатинфосфокінази в сироватці крові спортсменів у відповідь на фізичний подразник, порівняно зі станом спокою [106, 209].

Одним із інформативних біохімічних маркерів оцінки накопичення лактату в працюючих м'язах та підвищення активності компенсаторних механізмів в умовах силових навантажень, є визначення зміни показника активності ферменту лактатдегідрогенази (ЛДГ) у відповідь на фізичний подразник в умовах переважно анаеробно-гліколітичного режиму енергозабезпечення м'язової діяльності [3, 7, 29]. Даний внутріклітинний цинковмісний фермент приймає участь в зворотному перетворенні лактату, за рахунок його окислення, в піровиноградну кислоту. Контроль за зміною активності даного ферменту в сироватці крові спортсменів у відповідь на силові навантаження, дозволяє чітко визначити не лише характер компенсаторних реакцій внаслідок накопичення лактату в працюючих м'язах під час навантажень переважно середньої інтенсивності протягом від 30 с до 2 хв, але й встановити можливість руйнування структурних компонентів м'язу у випадку збільшення активності ЛДГ в крові у 2 та навіть 3 рази [3, 7, 29]. А зменшення базального рівня активності ферменту ЛДГ в сироватці крові під час тривалого періоду використання відповідних навантажень силового характеру, на думку фахівців [113, 156], буде свідчити про виражені процеси довготривалої адаптації та оптимізацію роботи енергетичної системи

організму спортсменів в умовах м'язової діяльності.

Останніми роками увагу науковців [7, 214, 248] привернули дослідження пов'язані з використанням біохімічного показника крові, а саме базального рівня креатиніну, в якості інформативного маркера оцінки динаміки зростання м'язової маси тіла в умовах занять силовими видами спорту. Аналіз доступної нам літератури дійсно дозволив встановити, що низка дослідників з силового фітнесу, деяких видів змішаних єдиноборств [63] використовували біохімічний показник базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів, як інформативний маркер для підтвердження процесів прискореного зростання м'язової маси тіла та навіть силових можливостей за рахунок гіпертрофії певних м'язових груп. Отримані результати біохімічного контролю сироватки крові спортсменів порівнювали з морфофункціональними показниками під час тренувальної діяльності з використанням силових навантажень. Так, проводився кореляційний аналіз між динамікою базального рівня концентрації креатиніну та змінами обвідних розмірів тіла, показником максимальної м'язової сили та параметрами біоімпедансометрії, який продемонстрував їх високий взаємозв'язок [63, 188, 234].

Контроль за зміною концентрації стероїдних гормонів кортизолу та тестостерону в сироватці крові бодібілдерів є одним із найрозповсюджених методів біохімічного аналізу крові для контролю за рівнем впливу тренувальних навантажень на системи організму з урахуванням їх первинного рівня адаптаційних резервів [3, 40, 205, 218]. У науковій літературі представлено велику кількість результатів досліджень [55, 91, 168, 179] присвячених вивченню особливостей адаптаційно компенсаторних реакцій організму в умовах силових навантажень використовуючи для цього біохімічні показники концентрації кортизолу та тестостерону в сироватці крові. Однак, лише деякі автори [204, 230] поглиблено вивчали характер впливу різних за інтенсивністю режимів силового навантаження з певною варіативністю засобів тренувальної діяльності спортсменів на рівень концентрації стероїдних гормонів у сироватці крові.

Так, низка авторів [75, 85, 201] під час серії експериментальних досліджень виявили, що в умовах використання силових навантажень різних за обсягом та інтенсивністю, гормональна відповідь на фізичних подразник, особливо в процесі контролю за зміною концентрації кортизолу в сироватці крові, була зовсім різною не лише за потужністю тенденції до змін, але й за напрямом. Під час використання силових навантажень адекватних вихідному рівню адаптаційних резервів організму, рівень концентрації стероїдного гормону в сироватці крові спортсменів мав підвищення у відповідь на подразник, але не виходив за верхні межі фізіологічної норми [91, 168].

Деякими дослідниками [7, 30, 32] встановлено, що в умовах використання режиму силових навантажень низької інтенсивності та великого обсягу роботи нетренованими чоловіками 18-20 років, концентрація гормону кортизолу у відповідь на фізичний подразник показує достовірне зниження після тренувального заняття, порівняно зі станом спокою. Даний факт свідчить, про значні енергетичні витрати в даних умовах м'язової діяльності та про активацію процесу гліюконеогенезу, де гормон кортизол відіграє регуляторну функцію, а його зниження обґрунтоване активним використанням у даному компенсаторному механізмі стабілізації енергетичної системи під час навантажень [168, 198].

Використання стероїдного гормону тестостерону, як одного із уніфікованих біохімічних маркерів в умовах силових навантажень, є одним із найбільш обговорюваних та досліджених тем не лише серед науковців у силових видах спорту [39, 55, 206]. Незважаючи на численну кількість досліджень [46, 55, 61, 76, 81, 85, 91, 121] щодо особливостей зміни концентрації даного стероїдного гормону в сироватці крові спортсменів, як у відповідь на стресовий подразник під час використання різноманітних тренувальних програм, комплексів вправ, режимів навантаження та інше, нас насамперед цікавив характер зміни базального рівня тестостерону, особливо у різного контингенту та при різних умовах м'язової діяльності.

Під час вивчення особливостей зміни базального рівня стероїдного

гормону тестостерону в сироватці крові нетренованих чоловіків протягом тривалого періоду використання режимів навантаження різної інтенсивності в процесі занять силовим фітнесом, низка науковців [40, 55, 185] встановила, що даний біохімічний показник показує підвищення своїх параметрів в стані спокою за тримісячний період дослідження. Отримані дані практично не мають відмінності від тих, що були представлені у більшості досліджень з даного питання. Однак, вивчення особливостей зміни базального рівня стероїдного гормону в сироватці крові спортсменів, які займаються силовим фітнесом більше трьох років, показало, що даний біохімічний показник має достовірне зниження концентрації в крові протягом трьох місяців використання режиму навантажень високої інтенсивності та малого обсягу роботи [3, 7, 61]. Можливо, що виявлені особливості зміни базального рівня концентрації тестостерону в сироватці крові спортсменів із подібним стажем занять силовим фітнесом, характеризують процеси довготривалої адаптації, що пов'язані з оптимізацією роботи ендокринної системи їх організму.

### **Висновки до розділу 1**

Таким чином, на основі аналізу результатів практичної реалізації дослідницької діяльності представленої в науковій літературі можна стверджувати, що пошук нових шляхів оптимізації системи фізичної підготовки спортсменів у бодібілдингу шляхом розробки експериментальних моделей тренувальних занять, основою яких є сукупність основних закономірностей механізму адаптації організму до силових навантажень різного обсягу та інтенсивності, інтегрального підходу до управління тренувальними навантаженнями на етапі спеціалізованої базової підготовки, є одним з найбільш актуальних напрямів науково-дослідної роботи провідних науковців та практиків у бодібілдингу.

Аналіз доступної нам наукової літературі свідчить про те, що в представлених роботах провідних фахівців у бодібілдингу напрямок їх

досліджень спрямований переважно на розробку програм тренувальних занять з розробкою певних комплексів засобів та варіацією компонентів тренувального навантаження для певного рівня підготовленості спортсменів з урахування етапу багатолітньої підготовки. При цьому, дослідницька діяльність науковців, які займалися вивченням процесів адаптації організму спортсменів до особливостей тренувального процесу, насамперед була присвячена питанням пошуку ефективних маркерів оцінки роботи нейрогуморальної системи показників психофізіологічних та біохімічних методів дослідження. Однак, ця проблема була недостатньо вивчена у бодібілдингу, особливо на етапі спеціалізованої базової підготовки в умовах використання різних режимів роботи м'язів, що потребує більш поглиблених досліджень та визначення комплексного пакету біохімічних маркерів, для оцінки перебігу адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів.

Проблема пошуку оптимальних шляхів удосконалення тренувальної діяльності спортсменів у бодібілдингу на різних етапах підготовки з мінімальним рівнем травматизму викликає низку додаткових спірних питань серед науковців, роботи яких пов'язані з пошуком ефективних практичних механізмів їх розв'язання. У свою чергу, у доступній нам сучасній науковій літературі, обґрунтованій на основі фізіологічних процесів довготривалої адаптації до стресового подразника та доцільності розробки моделей тренувальних занять з використанням варіативного поєднання режимів навантаження високої та середньої інтенсивності з комплексами силових прав із вільними обтяженнями та на тренажерах, не виявлено. При цьому, відсутність поглиблених досліджень ускладнює процес удосконалення фізичної підготовки спортсменів у бодібілдингу.

Тому, обрана тема дисертаційного дослідження є своєчасною й актуальною для теорії і практики спортивної науки, має важливе значення для процесу вдосконалення фізичної підготовки спортсменів у бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки на основі розробки експериментальних моделей тренувальних занять силових навантажень.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1 Методи дослідження

Для вирішення поставленої мети і завдань дослідження використано комплекс наступних методів:

- теоретико-методичний аналіз даних науково-методичної літератури;
- морфофункціональні методи (антропометрія, біоімпедансометрія, контрольне тестування розвитку максимальної м'язової сили спортсменів);
- метод кількісної оцінки рівня фізичного навантаження в силових видах спорту;
- біохімічні методи контролю (визначення концентрації креатиніну, тестостерону, кортизолу, а також активності лактатдегідрогенази у сироватці крові учасників);
- педагогічний експеримент;
- математико-статистичні методи аналізу та обробки результатів дослідження.

##### 2.1.1 Теоретико-методичний аналіз даних науково-методичної літератури

Поглиблене вивчення сучасної вітчизняної та іноземної науково-методичної літератури, інформаційних ресурсів мережі Інтернет з досліджуваної проблеми сприяло обґрунтуванню актуальності теми дослідження, формуванню завдань, розробці алгоритму проведення дослідження та вибору відповідних методів.

Проведений системний аналіз науково-методичної літератури сприяв вивченню питання доцільності дослідження інтегрального підходу щодо пошуку нових механізмів удосконалення тренувального процесу в

бодібілдінгу на етапі спеціалізованої базової підготовки шляхом розробки експериментальних моделей тренувальних занять з використанням різних за інтенсивністю та обсягом режимів навантаження в поєднанні з комплексами силових вправ з вільними обтяженнями та на тренажерах.

Проведений теоретичний аналіз дозволив систематизувати наукові дослідження та методичні положення щодо використання ефективних та одночасно безпечних, для спортсменів певного рівня підготовки, механізмів удосконалення тренувального процесу в бодібілдінгу на етапі спеціалізованої базової підготовки.

У межах теоретичного аналізу було опрацьовано 250 джерел, з них 214 – іноземною мовою.

### **2.1.2 Морфофункціональні методи дослідження**

**Метод антропометрії** використовувався для здійснення вимірів обвідних розмірів тіла спортсменів. Практична реалізація даного емпіричного методу відбувалась внаслідок контролю за динамікою обвідних розмірів м'язів тіла (грудної клітки, плеча, стегна та гомілки) протягом 12 тижнів з інтервалом контролю кожних 4 тижні. Дані показники використовувались, як допоміжний маркер оцінки динаміки обводу м'язової маси спортсменів та визначення особливостей адаптаційних змін у заданих умовах тренувальної діяльності.

Вимірювання обвідних розмірів тіла спортсменів проводились згідно вимогам загальноприйнятої методики [167]. Під час вимірювання обводу грудної клітки учасників дослідження сантиметрову стрічку накладали ззаду під нижніми кутами лопаток, а спереду – на рівні сосків грудей. Дані показники вимірювались у двох положеннях: на вдиху та видиху. Підсумковий результат розраховувався так: показник максимального вдиху додавався до показника максимального видиху та визначали середній показник.

Під час виміру обвідних розмірів стегна сантиметрову стрічку накладали на стегно під сідничною складкою. Обвідні розміри гомілки вимірювались в місці найбільшої товщини литкового м'яза. У свою чергу результати, отримані



на правій і лівій кінцівках, складали і визначали середній результат. Обвідні розміри плеча в напруженні вимірювали в місці найбільшого розвитку м'яза. Ці показники розраховували таким чином: результати, отримані на правій і лівій кінцівках, додавали і ділили на два. Усі вимірювання проводили в один і той самий час до початку тренувального заняття, а отримані результати заносили до протоколів дослідження.

**Метод біоімпедансометрії.** Для визначення особливостей зміни величини показників компонентного складу маси тіла під час використання учасниками дослідження експериментальних моделей тренувальних занять застосовували неінвазійний метод біоімпедансометрія [4, 66, 201]. За результатами провідних науковців з біологічних наук [48, 115, 176], даний біофізичний метод, який ґрунтується на вивченні виміру протидії м'язової, жирової, кісткової тканин організму електричного опору в заданому діапазоні. Під час комп'ютерної опрацювання отриманих результатів, визначались інформативні показники композиційного складу маси тіла: вміст жирової маси, безжирової маси, активна клітинна маса та індекс маси тіла, які оцінюють ступінь впливу тренувальних навантажень на характер адаптаційно-компенсаторних реакцій організму бодібілдерів.

Для оцінки показників компонентного складу маси тіла спортсменів використовується біоімпедансний аналізатор: діагностичний комп'ютеризований апаратно-програмний комплекс КМ-АР-01 комплектації «Діамант – АСТ» (аналізатор складу тіла) (ВЮСК. 941118.001 РЕ) [6].

Дослідження особливостей зміни показників біоімпедансометрії відбувалось протягом усіх етапів педагогічного експерименту з дотриманням стандартної інструкції [6] щодо процедури використання даного аналізатора. Кожний з учасників обстежених груп, перед початком вимірювання протягом 6-7 хв. лежав на горизонтальній лавці у стані спокою. Відповідні ділянки шкіри учасників оброблялись спиртом, а одноразові електроди покривали тонким шаром гелю-електроліту. Використовуючи даний біоімпедансний аналізатор разом із ноутбуком та спеціальними електродами, нами

застосовувалась стандартна чотириполярна схема накладання електродів на гомілковостопні та променево-зап'ясткові суглоби атлетів за частотою зондуючого струму 28 і 115 кГц в одноразовому режимі. Під час вимірювання обстежувані зберігали нерухоме положення в умовах помірного дихання протягом 10 хв. для стабілізації між електродного опору під час роботи з тетраполярними електродами, руки і ноги розведені в боки під кутом 30–45°.

Використовуючи спеціальний пакет програмного забезпечення під Windows 10 на ноутбучі [6], згідно з інструкцією оператора комплексу КМ-АР-01 комплектації «Діамант – АСТ», фіксували у спортсменів різних груп показники компонентного складу маси тіла (у кілограмах і відсотках). Оптимальний період тривалості запису становив у межах 1-2 хв. Після вимірювання електричного опору різних тканин організму на кожному з етапів дослідження з наступним комп'ютерним опрацюванням, отримані результати фіксували в пам'яті ноутбука, або роздруковували на принтері.

**Метод визначення розвитку максимальної м'язової сили спортсменів.** Для оцінки первинного рівня розвитку максимальної сили відповідних м'язових груп (1 ПМ) у досліджуваних групах бодібілдерів на початку проведення педагогічного експерименту та їх динаміки протягом 12 тижнів використання розроблених нами моделей тренувальних занять, використовували метод контрольного тестування рівня розвитку силових можливостей [117, 135].

Нами здійснювалося вимірювання розвитку максимальної сили таких м'язових груп: грудних та дельтоподібних м'язів, м'язів спини та нижніх кінцівок, триголового та двоголового м'язів плеча [95, 109]. Визначення даних показників відбувалось на початку дослідження та протягом кожних наступних 4-ох тижнів. Контроль вимірювання проводили до початку тренувального заняття за загально-прийнятою методикою враховуючи оптимальну для силових видів спорту техніку виконання вправи [12, 28, 126]. Учасникам досліджуваних груп надавали три спроби для визначення найкращого результату в кожній контрольній вправі, які вносили до протоколу

для подальшої обробки з використанням методів математичної статистики.

Визначення розвитку максимальної сили певних груп м'язів бодібілдерів здійснювалось у таких контрольних вправах (у кг):

сила грудних м'язів - дві контрольні вправи: з вільною вагою обтяження «жим штанги лежачи на горизонтальній лаві»; та на тренажерному пристрої «жим лежачи на тренажері Смітта»;

сила дельтоподібного м'язу – дві контрольні вправи: з вільною вагою обтяження «жим штанги сидячи» та на тренажерному пристрої «жим сидячи на тренажері Смітта»;

сила м'язів спини - дві контрольні вправи: з вільним обтяженням «Т-тяга грифу стоячи у нахилі» та на тренажерному пристрої «тяга за голову на блоці»;

сила триголового м'язу плеча - дві контрольні вправи: з вільним обтяженням «французький жим лежачи» та вправи на тренажері «розгинання рук на блоці»;

сила двоголового м'язу плеча - дві контрольні вправи: з вільним обтяженням: згинання рук із гантелями «молотки» та згинання рук у тренажері «Скота» під час виконання на тренажерному пристрої.

сила м'язів нижніх кінцівок - дві контрольні вправи: із вільними обтяженнями «присідання зі штангою» та на тренажерному пристрої «жим ногами в блоці».

### **2.1.3 Метод кількісної оцінки рівня фізичного навантаження**

Для визначення основних показників, що відображають рівень фізичного навантаження на різних етапах дослідження використовували метод індексу тренувального навантаження в атлетизмі [13, 62].

Згідно стандартної інструкції [13, 62] щодо практичної реалізації даного методу під час дослідницької діяльності відбувалось вимірювання та розрахунки на всіх етапах педагогічного експерименту наступних показників фізичного навантаження: тривалість одного повторення ( $t$ ), кількість повторень в окремому сеті ( $n$ ), максимальна маса снаряду ( $m_{\max}$ ), робоча маса

снаряду ( $m$ ), коефіцієнт навантаження ( $R_a$ ), умовний коефіцієнт руху ( $Q$ ), обсяг навантажень у робочому сеті ( $W_n$ ) та індекс тренувального навантаження (ITNA).

Враховуючи результати щодо визначення рівня розвитку максимальної м'язової сили (1 ПМ) учасників обстежених груп протягом всіх контрольних етапів дослідження та враховуючи показники тривалості сету, величини амплітуди руху, заплановану кількість повторень в окремому сеті, нами розраховувався коефіцієнт навантаження, який є відображенням показника режиму інтенсивності силового навантаження.

Коефіцієнт навантаження у силовому фітнесі, визначали за формулою:

$$R_a = R_{\max} - (n \cdot Q \cdot t \cdot f_0),$$

де,  $R_a$  – коефіцієнт навантаження, який відображає особливості режиму навантаження, що використовують спортсмени в виді спорту, залежно від спрямованості тренувального процесу та заданих умов рухової активності;

$R_{\max}$  – максимальний коефіцієнт навантаження, значення якого  $R_{\max}=1$ ;

$n$  – задана кількість повторень в окремому сеті. Враховуючи завдання тренувального процесу в силовому фітнесі, рівень фізичної підготовки та робочу масу снаряду, кількісні значення даного показника знаходяться в межах  $1 \leq n \leq 12$ ;

$Q$  – умовний коефіцієнт амплітуди руху. У силовому фітнесі, залежно від спрямованості тренувального процесу, фізичні вправи виконуються з повною, або частковою амплітудою. Кількісні значення даного показника знаходяться в межах:  $0,8 \leq Q \leq 1$ .

$t$  – тривалість одного повторення в процесі виконання фізичної вправи (с). Даний показника знаходяться в межах  $3 \leq t \leq 9$ . Включає дві фази:

концентричну (підйом штанги –  $t_n$ ) та ексцентричну (опускання штанги –  $t_o$ ).

Так,  $t = t_n + t_o$ ;  $t_o = 2 t_n$ .

$f_0$  – емпіричний коефіцієнт, отриманий за допомогою множинного

регресійного аналізу, при умовах, коли значення незалежних змінних ( $n$ ,  $t$ ,  $Q$ ,  $m$ ) знаходяться експериментально, значення  $f_0 = 0,0098$  1/с.

Показник робочої маси снаряду ( $m$ ), величина снаряду (вага штанга, гантелей, блоків на тренажері), яку спортсмен може подолати до повного стомлення м'язів агоністів та основних синергістів під час використання режиму навантажень з певною інтенсивністю ( $R_a$ ), визначали за формулою:

$$m = R_a m_{\max},$$

$m$  – робоча маса снаряду (кг), яку може піднімати спортсмен в кожному повторенні, кількість яких буде залежати від особливостей режиму навантаження в процесі м'язової діяльності;

$R_a$  – коефіцієнт навантаження;

$m_{\max}$  – максимальна маса снаряду (кг), яку може подолати спортсмен під час виконання контрольних фізичних вправ лише на 1 раз.

Показники обсягу навантаження в окремому сеті ( $W_n$ ), визначали за формулою:

$$W_n = m \cdot N_{\max},$$

$W_n$  – обсяг навантаження в робочому сеті (кг). Загальна маса снаряду, яку спортсмен підняв під час використання заданого режиму з максимальною кількістю повторень в робочому сеті до повного м'язового стомлення;

$m$  – робоча маса снаряду (кг), яку спроможний підняти спортсмен у кожному повторенні;

$N_{\max}$  – максимальна кількість повторень в окремому сеті, яку може виконати людина в заданому режимі навантаження.

#### 2.1.4 Біохімічні методи дослідження

Для вивчення питання особливостей зміни характеру адаптаційно-компенсаторних реакцій організму бодібілдерів обстежених груп в умовах використання розроблених нами моделей тренувальних занять в варіативним поєднанням режимів навантажень високої та середньої інтенсивності з

комплексами вправ з вільною вагою обтяження та тренажерних пристроях, проведено серію дослідження з застосуванням наступних методів біохімічного контролю крові.

У процесі досліджень активність ферменту лактатдегідрогенази (ЛДГ) та концентрацію креатиніну у сироватці крові бодібіддерів обстежених груп визначали кінетичним методом на обладнанні фірми «High Technology Inc» (США) з набором реактивів PRESTIGE 24i LQ LDH (Польща) [29, 63]. Концентрацію стероїдного гормону тестостерону та кортизолу у сироватці крові учасників дослідження визначали методом імуноферментного аналізу, з використанням набору реагентів СтероїдІФА-тестостерон на обладнанні фірми «Алкор Біо» [177, 205].

Процедура забору крові в учасників обстежених груп відбувалась з дотриманням загальних вимог до проведення медико-біологічних досліджень [224]. Забір крові у спортсменів відбувався в стані спокою з вени до та після тренувального заняття. Періодичність даної процедури відбувалась перед початком застосування розроблених для кожної з 4 груп розроблених моделей тренувальних занять та після дванадцяти тижнів дослідження. Забір крові із вени брали лікарі з дотриманням всіх необхідних вимог. Проби крові нумерували, складали необхідний опис, супровідні документи та доставляли в клінічну лабораторію. Всього таким чином було відібрано та досліджено близько 256 проб та отримано 1024 біохімічних показників крові.

### **2.1.5 Педагогічний експеримент**

Використання *перетворювального педагогічного експерименту* дозволило змінити структуру та функцію об'єкта дослідження, що забезпечило реалізацію висунутої гіпотези дисертаційної роботи, пов'язане із створенням експериментальних моделей тренувальних занять в бодібіддингу з варіативним поєднанням режимів навантажень високої та середньої інтенсивності із комплексами вправ із вільними обтяженнями та роботою на тренажерних пристроях з метою прискореного зростання м'язової маси

спортсменів та підвищення адаптаційних резервів їх організму.

На першому етапі дослідження були визначено нові зв'язки та відношення між компонентами досліджуваного об'єкта. Встановлено закономірності інтегральної системи процесу оптимізації, механізмів удосконалення та корекції обсягу й інтенсивності тренувальних навантажень з урахуванням тренуваності спортсменів, що дозволило нам розробити експериментальні моделі тренувальних занять для вдосконалення фізичної підготовки спортсменів на етапі спеціалізованої базової підготовки.

На другому етапі перетворювального педагогічного експерименту вивчалися особливості впливу кожної моделі тренувальних занять для учасників обстежених груп на динаміку розвитку максимальної сили м'язів та певних м'язових груп під час виконання контрольних вправ з вільними обтяженнями та на тренажерах. Контрольними показниками були: динаміка обвідних розмірів маси тіла та показники біоімпедансометрії спортсменів. Також визначались особливості зміни показників робочої маси снаряду ( $m$ ), обсяг навантаження в робочому сеті ( $W_n$ ) залежно від запропанованих режимів навантажень різної інтенсивності та результатами у контрольних вправах із вільними обтяженнями та на тренажерах.

На третьому етапі перетворювального педагогічного експерименту досліджувались результати зміни адаптаційно-компенсаторних реакцій організму учасників обстежених груп на тренувальні навантаження на початку та кінці педагогічного експерименту за біохімічними показниками крові. Так, зміна активності ферменту ЛДГ та концентрації показників креатиніну, стероїдних гормонів кортизолу та тестостерону в сироватці крові бодібіддерів у заданих умовах м'язової діяльності, дозволяла визначити адекватність заданих навантажень із різними показниками обсягу та інтенсивності функціональних можливостей спортсменів. На даному етапі експерименту здійснювався також пошук ефективних механізмів удосконалення тренувальної діяльності в бодібілдингу пов'язаних з процесами довготривалої адаптації організму спортсменів за запропановані силові навантаження.

### **2.1.6 Математико-статистичні методи аналізу та обробки результатів дослідження**

Статистичний аналіз результатів дослідження виконували з використанням пакету програм IBM \*SPSS\*Statistics 26 (StatSoftInc., США). Для визначення найменшого розміру вибірки для дослідження (розрахунок статистичної потужності) використовувалась програма G-Power 3.1.96 (Німеччина). Використовуючи критерій Колмогорова-Смірнова визначався нормальний розподіл, у випадку його відсутності застосовувалися непараметричні методи дослідження. Визначалась медіана (Me) та міжквартильний діапазон (IQR).

Порівнюючи вихідні показники спортсменів між двома групами використовувався непараметричний критерій Манна-Уїтні (U). Під час порівняння вихідних показників спортсменів більше трьох груп використовувався критерій Н-Краскела-Уолліса (H).

Для визначення рівня ефекту на тренувальні навантаження застосовувався двофакторний ранговий дисперсійний аналіз Фрідмана використувували для порівняння різниці в динаміці показників (більше трьох етапів).

W-Кендалла (коефіцієнт конкордації Кендалла) використовували для визначення рівня ефекту.

## **2.2 Організація досліджень**

У дослідження брали участь 64 спортсмена віком 18–20 років на етапі спеціалізованої базової підготовки у бодібілдингу. Стаж занять бодібілдингом учасників (чоловіки) дослідження становить -  $4,2 \pm 0,4$  роки. Дослідження проводились протягом 12 тижнів у 2021–2023 роках на базі фітнес-центрів Gold Gym, Fight House, Septem Fitness, Gym Style (Україна). Від кожного спортсмена отримано письмові згоди на проведення обстежень, згідно з рекомендаціями до етичних комітетів з питань біомедичних досліджень, законодавства України про охорону здоров'я та Гельсінської декларації 2000



р., директиви Європейського товариства 86/609 стосовно участі людей у медико-біологічних дослідженнях.

Дослідження здійснювалось у три етапи протягом 2021–2024 рр.

**На першому етапі** (жовтень 2021 – вересень 2022 рр.) проведено аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури, які відображають стан наукової проблеми пов'язаної з пошуком нових механізмів удосконалення тренувального процесу в бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки та можливі шляхи її практичної реалізації. Вивчено й проаналізовано вітчизняну та іноземну літературу, що дало змогу нам вивчити питання актуальності теми дисертаційної роботи, уточнити об'єкт, предмет, мету дослідження та основні його завдання, розробити алгоритм досліджень.

**На другому етапі** (жовтень 2022 – квітень 2023 рр.) проведено розробку 4-ох експериментальних моделей тренувальних занять з використанням варіативного поєднання режимів навантажень високої чи низької інтенсивності з комплексами силових вправ з вільними обтяженнями чи на тренажерах для вдосконалення тренувального процесу в бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки. Проведено серію тестувань щодо вивчення ефективності впливу запропонованих спортсменам експериментальних моделей тренувальних занять на процесі довготривалої адаптації.

Для розв'язання основних завдань дослідження було сформовано 4 дослідні групи по 16 спортсменів в кожній. На початку дослідження атлети всіх чотирьох груп мали практично ідентичний розвиток максимальної м'язової сили залежно від роботи з вільними обтяженнями чи на тренажерах. Показники обвідних розмірів та компонентного складу маси тіла не мали достовірної різниці між представниками обстежених груп.

Спортсмени 1-ої та 3-ої груп під час досліджень використовували комплекс силових вправ з вільними обтяженнями. Учасники 2-ої та 4-ої груп протягом 12 тижнів педагогічного експерименту використовували під час тренувальних занять комплекс вправ на тренажерних пристроях. При цьому, під час досліджень бодібілдери 1-ої та 2-ої груп тренувались в умовах режиму

роботи м'язів середньої інтенсивності ( $R_a=0,58$ ) та використовуючи анаеробно-гліколітичний вид енергозабезпечення м'язової діяльності в даних умовах. У свою чергу, спортсмени 3-ої та 4-ої груп використовували під час тренувальних занять режим навантаження високої інтенсивності ( $R_a=0,71$ ) в умовах анаеробно-алактатного виду енергозабезпечення.

На основі аналізу отриманих результатів було сформовано порівняльні таблиці та діаграми особливостей зміни контрольованих показників протягом всіх етапів перетворювального педагогічного експерименту: величини розвитку максимальної м'язової сили (1 ПМ), обвідних розмірів тіла, компонентного складу маси тіла та біохімічних показників крові (активності ферменту лактатдегідрогенази, концентрації креатиніну та стероїдних гормонів кортизолу та тестостерону в сироватці крові).

На цьому етапі дослідження відбувалось опрацювання емпіричних матеріалів з використанням непараметричних методів математичної статистики. Отримані результати дозволили оцінити характер зміни морфофункціональних параметрів спортсменів та біохімічних показників крові, що чітко показують особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій організму на даний фізичний подразник. Разом із цим доведена ефективність використання розроблених нами експериментальних моделей тренувальних занять, що дозволяє науковцям і практикам з бодібілдингу більш поглиблено, а в деяких випадках зовсім по іншому поглянути на сучасні механізми вдосконалення тренувального процесу бодібілдерів на етапі спеціалізованої базової підготовки.

**На третьому етапі** (травень 2023 – травень 2024 рр.) узагальнено отримані теоретичні та емпіричні дані, здійснено упровадження результатів дослідження в практику роботи профільних установ та навчальних закладів, здійснювалась апробація та оприлюднення основних положень дисертаційного дослідження на наукових конференціях, написання робочого тексту дисертації; формулювання висновків; розроблення практичних рекомендацій; оформлення дисертації та подання до попереднього розгляду.

### РОЗДІЛ 3

## РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ У БОДІБІЛДИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВПРАВ ІЗ ВІЛЬНИМИ ОБТЯЖЕННЯМИ ТА НА ТРЕНАЖЕРАХ ЗА УМОВИ РІЗНИХ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ

У даному розділі нами розв'язувались друге завдання дисертаційного дослідження: розробити моделі тренувальних занять для бодібілдерів з відповідною варіативністю поєднання різних за інтенсивністю режимів роботи з комплексами силових вправ із вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях.

Були поставлені завдання сформувані еспериментальні моделі тренувальних занять для бодібілдерів усіх чотирьох груп з конкретним наповнення засобів та режимів роботи м'язової системи, а саме:

- 1) сформувані модель тренувальних занять для бодібілдерів групи 1 із комплексами силових вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи середньої інтенсивності;
- 2) сформувані модель тренувальних занять для бодібілдерів групи 2 із комплексами силових вправ на тренажерах та режимом роботи середньої інтенсивності;
- 3) сформувані модель тренувальних занять для бодібілдерів 3 групи із комплексом силових вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи високої інтенсивності.
- 4) сформувані модель тренувальних занять для бодібілдерів групи 4 із комплексом силових вправ на тренажерах та режимом роботи високої інтенсивності.

Нижче представлено розроблені нами еспериментальні моделі тренувальних занять для бодібілдерів на етапі спеціалізованої базової підготовки в умовах використання різної варіативності поєднання комплексів тренувальних вправ із вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях з режимами роботи середньої та високої інтенсивності (рис. 3.1–3.4).

### 3.1 Зміст моделі тренувальних занять № 1 для бодібілдерів 1 групи

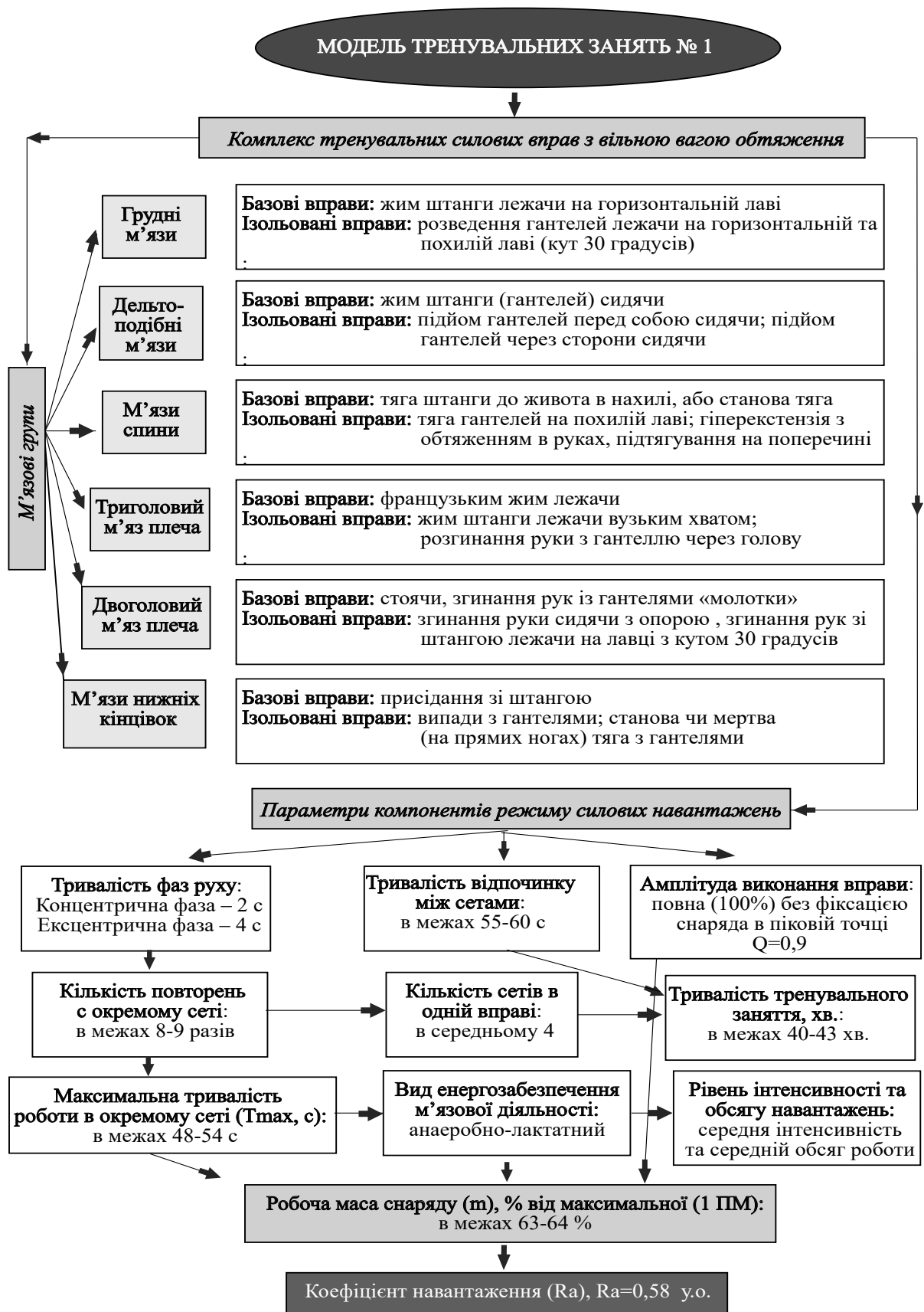
Під час створення моделей тренувальних занять нами використовувався інтегральний метод кількісної оцінки рівня фізичного навантаження м'язів спортсменів, що раніше використовувався у силових видах спорту А.А. Чернозубом [13, 30, 62], дозволяв визначати показники обсягу та інтенсивності режиму тренувального навантаження атлетів.

На рис. 3.1 представлено зміст моделі тренувальних занять № 1 для бодібілдерів 1-ої групи із комплексом силових вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи середньої інтенсивності ( $R_a = 0,58$ ).

Особливостями даної моделі тренувальних занять є те, що комплекс тренувальних вправ із вільними обтяженнями в більшості випадках складається з однієї базової та двох ізольованих вправ на окрему м'язову групу спортсменів. Відповідна комбінація поєднання кількості базових та ізольованих вправ спрямованих на навантаження окремої м'язової групи, є найбільш розповсюдженою у бодібілдингу [52, 136, 158], особливо враховуючи завдання етапу спеціалізованої базової підготовки. При цьому, необхідно враховувати, що в умовах виконання вправ з вільними обтяженнями для подолання величини зовнішнього подразника (штанга, гантелі) беруть участь не лише м'язи-антагоністи, але й велика кількість м'язів-синергістів.

Враховуючи особливості виконання тренувальних вправ з вільними обтяженнями та кількість залучених м'язів-синергістів, м'язів-стабілізаторів фіксуючих необхідне положення тіла спортсмена у просторі, стає зрозумілим, що в даних умовах м'язової діяльності в організмі спортсменів відбувається значне виснаження енергетичних ресурсів, що потребує збалансованого поєднання параметрів основних компонентів режиму навантажень.

Представлені в даній експериментальній моделі тренувальних занять параметри силових навантажень переважно активізують під час м'язової діяльності анаеробно-лактатний (анаеробно-гліколітичний) режим енергозабезпечення, потужність якого залежить від запасів глікогену в



**Рисунок 3.1 – Модель тренувальних занять № 1 для бодібілдерів**

1 групи із комплексом силових вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи середньої інтенсивності ( $R_a=0,58$ )

працюючих м'язях спортсменів [77, 103, 118]. При цьому, наведена в даній моделі занять комбінація співвідношення величини компонентів режиму навантажень, досить схожа на стресовий подразник, який досліджували фахівці з силового фітнесу [5, 22, 32, 63, 64]. Однак, рівень тренуваності учасників представлених в роботах з силового фітнесу має відмінності за морфофункціональними, силовими показниками, процесами адаптації та рівнем резистентності організму до навантажень від спортсменів, які займаються бодіблінгом.

Під час розробки експериментальної моделі занять №1 встановлювалась задана тривалість рухової дії спортсмена у вправі, а саме: тривалість концентричної та ексцентричної фаз руху під час виконання силової вправи з вільними обтяженнями становила 2 та 4 с, а кількість повторень (8–9) до повної втоми активних м'язових груп за певний відрізок часу – 48–54 с, що було обґрунтовано фізіологічними процесами та видом анаеробного енергозабезпечення м'язової діяльності за таких параметрів навантаження.

Враховуючи той факт, що на етапі спеціалізованої базової підготовки у бодіблдерів одним із головних завдань є саме прискорене зростання максимальної м'язової сили та обвідних розмірів маси тіла разом із підвищенням адаптаційних резервів, використання подібної моделі навантаження дозволило підвищити рівень міжм'язової координації. Відповідні зміни відбулися внаслідок залучення великої кількості м'язів-синергістів саме в умовах використання вправ із вільними обтяженнями, особливо у базових вправах, під час виконання яких додатково активізуються групи м'язів, що сприяють подальшій стабілізації положення тіла. При цьому, задані параметри тривалості м'язового напруження в окремому сеті (48-54 с) та умови виконання вправ з відповідною величиною робочої ваги обтяження (63–64 %) потребують активації переважно анаеробно-гліколітичного режиму енергозабезпечення та залучення до роботи швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «А».

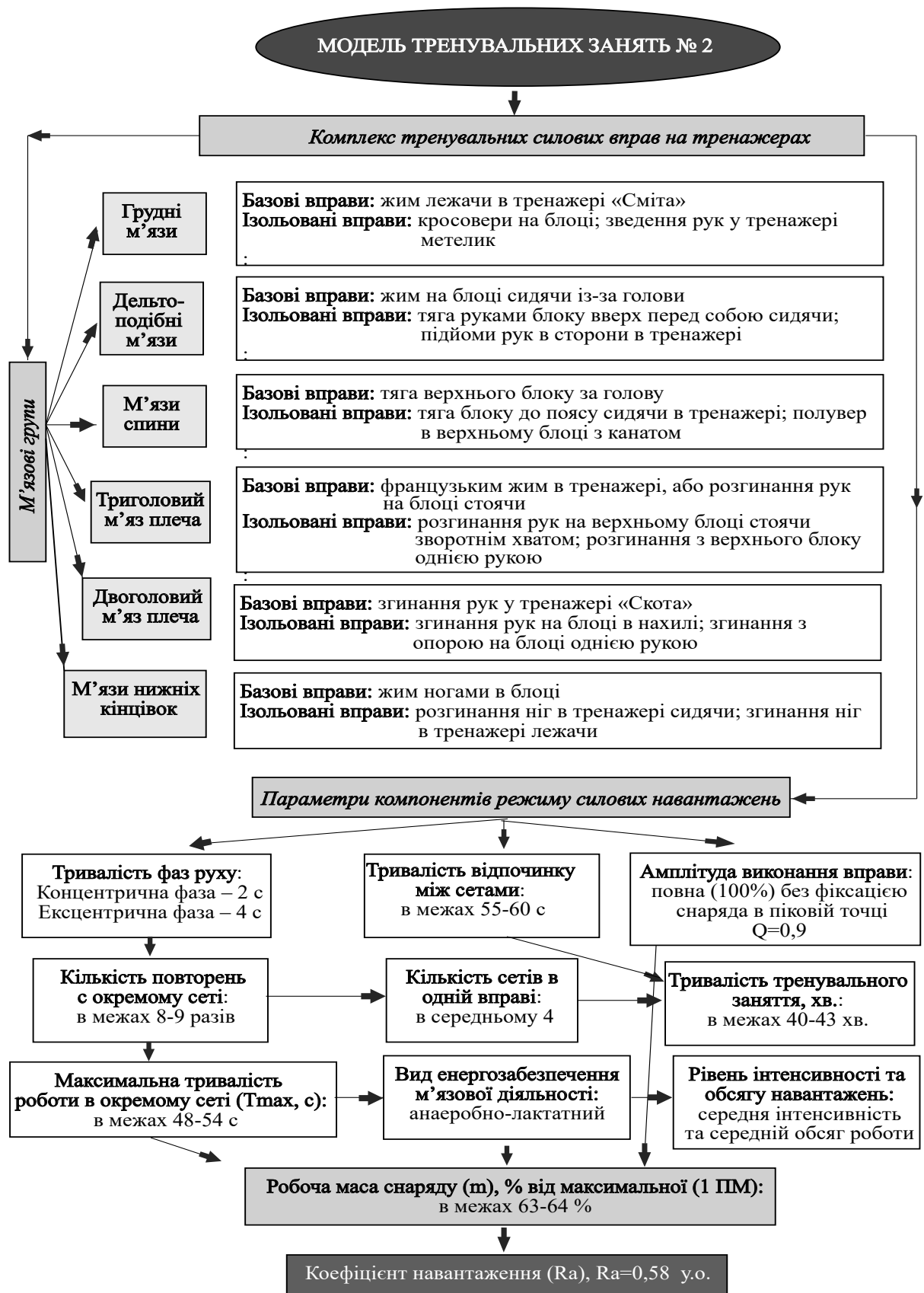
### 3.2 Зміст моделі тренувальних занять № 2 для бодібілдерів 2 групи

На рис. 3.2 представлено зміст моделі тренувальних занять № 2 для бодібілдерів 2-ої групи в умовах використання комплексу силових вправ на тренажерних пристроях та режимом роботи середньої інтенсивності ( $R_a=0,58$ ).

Ця модель тренувальних занять була розрахована на використанні її протягом 3 мезоциклів досліджень на етапі спеціалізованої базової підготовки. Особливістю цієї моделі тренувальних занять є певне співвідношення тренувальних вправ на тренажерах з урахуванням рівня тренуваності спортсменів та режиму силових навантажень з середнім рівнем інтенсивності тренувальної роботи.

У моделі тренувальних занять № 2, ідентично як і в попередній (№ 1) використовувалась комбінація з однієї базової вправи та двох вправ ізольованого характеру для навантаження певної м'язової групи спортсменів. Однак відмінності між використанням силових вправ на тренажерах та з вільними обтяженнями, навіть під час збереження однотипних біомеханічних характеристик, є досить суттєвими. У більшості випадків, на думку провідних фахівців [128, 239], досліджувана відмінність між вправами пов'язана з кількістю додатково залучених м'язів-синергістів та енергетичними витратами під час подолання ідентичної величини (відповідний відсоток від 1 ПМ) зовнішнього подразника (штанги чи протидії на тренажері).

Використання представленої на рис. 3.2 експериментальної моделі тренувальних занять з відповідним комплексом силових вправ на тренажерах дозволило спортсменам зменшити рівень травматизму під час тренувальної діяльності за рахунок зменшення додаткового навантаження на суглоби, сухожилля та зв'язки. Відповідні зміни були пов'язані зі зменшенням необхідності використовувати велику кількість м'язів синергістів та м'язів стабілізаторів положення тіла, значний відсоток яких, використовувався для утримання штанги чи гантелей по всій амплітуді їх руху залежно від особливостей вправ із вільними обтяженнями. Також, у даних умовах рухової



**Рисунок 3.2** – Модель тренувальних занять № 2 для бодібілдерів 2 групи із комплексом силових вправ на тренажерах та режимом роботи середньої інтенсивності ( $R_a=0,58$ )



активності, одними із важливих факторів впливу на кількісний показник активації м'язів синергістів під час використання силових вправ на тренажерах є такі показники: тривалість концентричної та ексцентричної фаз руху, амплітуда руху та величина робочої маси снаряду.

Під час розробки даної моделі тренувальних занять враховувався той факт, що внаслідок зменшення залучення кількості м'язів синергістів та стабілізаторів, не зважаючи на ідентичний за інтенсивністю режим роботи з моделлю № 1, зменшились енерговитрати, порівняно з умовами, в яких задіяні вправи з вільними обтяженнями. Можливо, що відповідні зміни в комплексі тренувальних вправ дозволили збільшити робочу масу снаряду для навантаження певної м'язової групи.

У свою чергу, незважаючи на ідентичність параметрів компонентів режиму силових навантажень, що застосовуються в експериментальних моделях тренувальних програм № 1 та 2, використання різних комплексів тренувальних вправ з вільними обтяженнями та на тренажерах зовсім по іншому можуть вплинути на характер адаптаційно-компенсаторних реакцій спортсменів обох обстежених груп на зовнішній стресовий фізичний подразник. Дане припущення обґрунтоване на основі аналізу результатів досліджень у силовому фітнесі [5, 22, 32, 63, 64], основною метою яких було визначення оптимальних з точки зору ефективності та безпечності режимів силового навантаження. За умов активації компенсаторних механізмів в організмі спортсменів в умовах використання режиму навантажень середньої чи низької інтенсивності разом із низьким рівнем резистентності нервово-м'язової та енергетичної систем, нами отримано не зростання функціональних можливостей та їх м'язової маси, а навпаки – відбулися процеси, що пов'язані зі зривом адаптації [88, 203, 240].

### **3.3 Зміст моделі тренувальних занять № 3 для бодібілдерів 3 групи**

На рис. 3.3 представлено зміст моделі тренувальних занять № 3 для

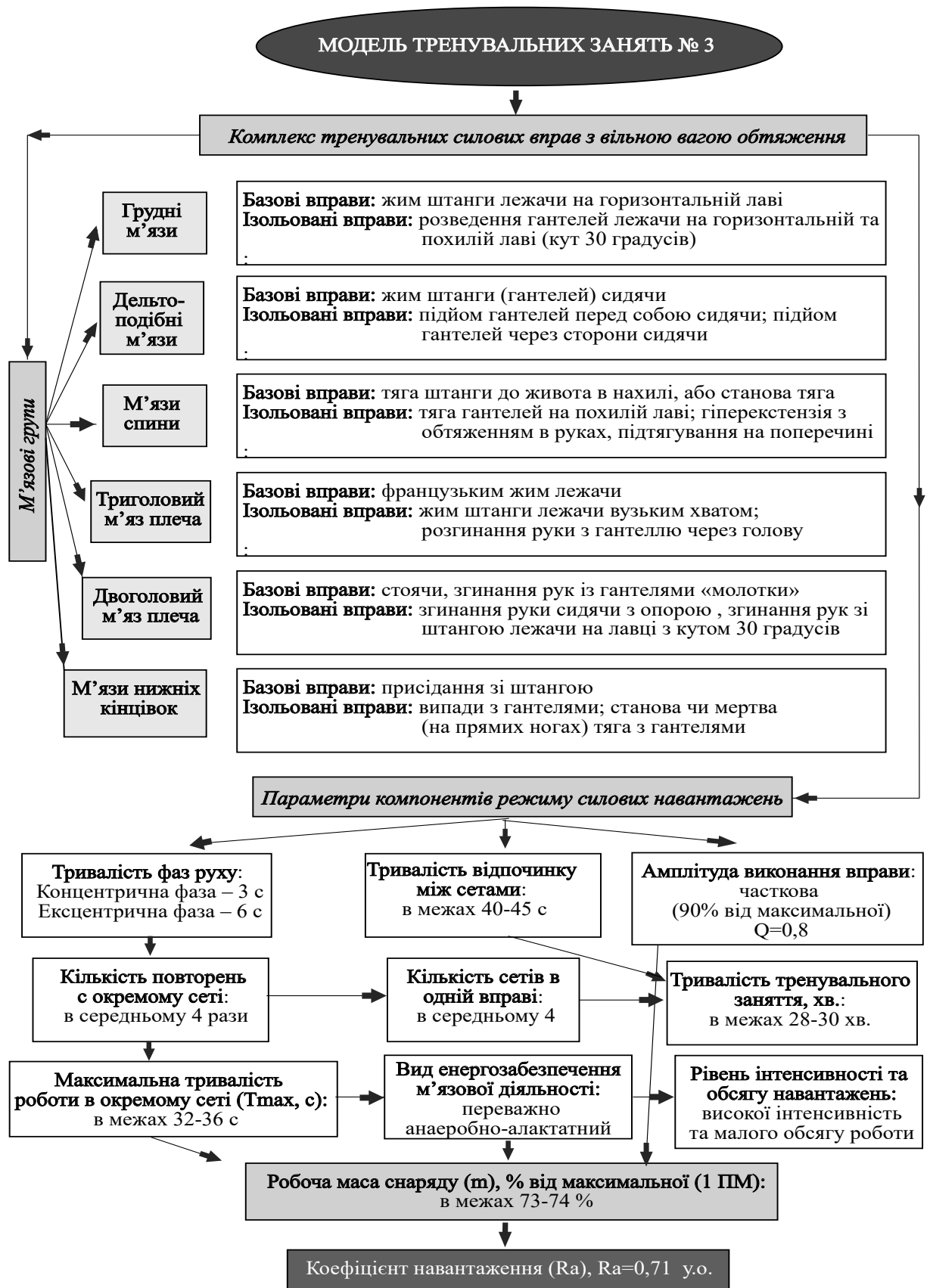
бодібілдерів 3-ої групи із використанням комплексу силових вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи високої інтенсивності за умови застосування невеликого обсягу навантаження ( $R_a = 0,71$ ).

Під час розробки даної експериментальної моделі тренувальних занять враховувались результати провідних науковців, які досліджували особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів в умовах використання різних за обсягом та інтенсивністю режимів силових навантажень [60, 113, 230].

Використання в даній моделі тренувальних комплексів силових вправ з вільними обтяженнями за умови навантажень високої інтенсивності вимагали від спортсменів достатньо вихідний рівень адаптаційних резервів організму, пов'язаних з великими запасами креатинфосфату в м'язах, обґрунтованою спроможністю активізувати велику кількість рухових м'язових одиниць, переважно швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «Б». Відповідні зміни в організмі спортсменів, у таких умовах напруженої м'язової діяльності, суттєво впливали не лише на зміну рівня внутрішньо-м'язової координації, але й сприяли вираженій гіпертрофії даного типу швидко-скорочувальних м'язових волокон [128, 131, 236, 239].

Однак, незважаючи на обґрунтовану доцільність використання основних компонентів представлених у даній моделі тренувальних занять з бодібілдингу та у інших силових видах спорту, використання режиму навантажень високої інтенсивності в поєднанні з комплексом тренувальних вправ із вільними обтяженнями, у випадку низького рівня резистентності організму до подібних навантажень призводить до зриву адаптації, внаслідок неадекватності величини стресового подразника функціональним можливостям організму спортсменів.

Використовувана під час розробки експериментальної моделі тренувальних занять № 3 комбінація вправ із вільними обтяженнями, кожна з яких в окремому сеті триває не більше 36 с (в умовах режиму середньої інтенсивності тривалість вправи становить 48-54 с) за рахунок збільшення



**Рисунок 3.3** – Модель тренувальних занять № 3 для бодібілдерів 3 групи із комплексом силових вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи високої інтенсивності ( $R_a=0,71$ )

параметрів концентричної (до 3 с) та ексцентричної (до 5 с) фаз руху та зменшення кількості повторень до 4–5, сприяє зростанню параметрів робочої маси снаряду на 10-11 %, порівняно з показниками модельних занять № 1–2. Однак, відповідні зміни у тривалості м'язової діяльності та величини робочої маси снаряду повністю змінюють вид енергозабезпечення у відповідних умовах. Під час тренувальних навантажень в умовах використання даної моделі занять переважно використовується анаеробно-алактатний режим енергозабезпечення, що вимагає від спортсменів збільшення резервів креатинфосфату [89, 186].

Одним із важливих аспектів використання даної експериментальної моделі занять на етапі спеціалізованої базової підготовки, є можливість під час виконання базових силових вправ із вільними обтяженнями із вагою близько 75,0 % робочої маси снаряду від 1 ПМ, залучити не лише 3-4 додаткові м'язові групи синергістів, але й збільшити кількість рухових одиниць та одночасно скоротити їх латентний період реакції на цей подразник. Таким чином, вивчення особливостей адаптаційно-компенсаторних реакцій під час силових навантажень показали, що низка фахівців із бодібілдингу [103, 221, 227] стверджують, що за певних умов м'язової діяльності відбувається зростання кількості задіяних рухових одиниць, особливо швидко-скорочувальних волокон, з 30-40 % до 60-70 %, що сприяє інтенсивному розвитку максимальної м'язової сили спортсменів та можливому зростанню обвідних розмірів їх тіла.

Під час розробки даної експериментальної моделі занять пильна увага приділялась поєднанню певних компонентів режиму силових навантажень та варіативності їх параметрів. Так, використання часткової амплітуди руху (90,0 %) без фіксації снаряду в піковій точці дозволяє не лише додатково напружити працюючі м'язові групи, але в умовах повільного виконання концентричної та ексцентричної фаз дозволяє зменшити рівень інерції руху снаряду та залучити максимально можливу кількість активних рухових одиниць до роботи, що в

подальшому сприятиме швидкому виснаженню резервів креатинфосфату та призведе до необхідного стану фізичної втоми.

Зменшення показника тривалості відпочинку між сетами на 33,0 % порівняно зі стандартними у бодібілдингу параметрами, дозволяє вплинути на процеси, що пов'язані з гетерохронністю відновлення енергоресурсів в процесі тренувальної діяльності спортсменів [54, 203]. При цьому, в поєднанні з іншими компонентами режиму силових навантажень, створюється дефіцит енергоресурсів під час анаеробного виду енергозабезпечення даної м'язової діяльності. Відповідні зміни в енергетичній системі організму спортсменів сприяють збільшенню активності м'язів синергістів та стабілізаторів внаслідок виснаження та втоми групи м'язів агоністів [88, 200].

### **3.4 Зміст моделі тренувальних занять № 4 для бодібілдерів 4 групи**

На рис. 3.4 представлено розроблену нами експериментальну модель тренувальних занять № 4 для бодібілдерів 4-ої групи із використанням комплексу силових вправ на тренажерних пристроях та режимом навантаження високої інтенсивності за умови малого обсягу роботи ( $R_a = 0,71$ ).

Під час розробки даної моделі тренувальних занять для бодібілдерів, одним із головних аспектів ефективності її практичної реалізації, є зменшення кількості тренувальних вправ та м'язових груп синергістів із прискореним виснаженням енергетичних резервів у працюючих м'язах.

Поєднання під час тренувальної діяльності комплексу вправ на тренажерах та навантажень високої інтенсивності, дозволяє максимально навантажити м'язи агоністи у процесі довготривалої адаптації, що сприяє отриманню вираженого ефекту прискореного зростання максимальної сили та м'язової маси тіла спортсменів. Однак, низка фахівців у бодібілдингу [101, 153, 172, 202] дійшли висновку, що переважне використання тренажерних пристроїв під час тренувальної діяльності знижує спроможність спортсменів задіяти широкий спектр м'язових груп для максимального їх навантаження.

Дані автори, рекомендують саме використання «класичних» силових

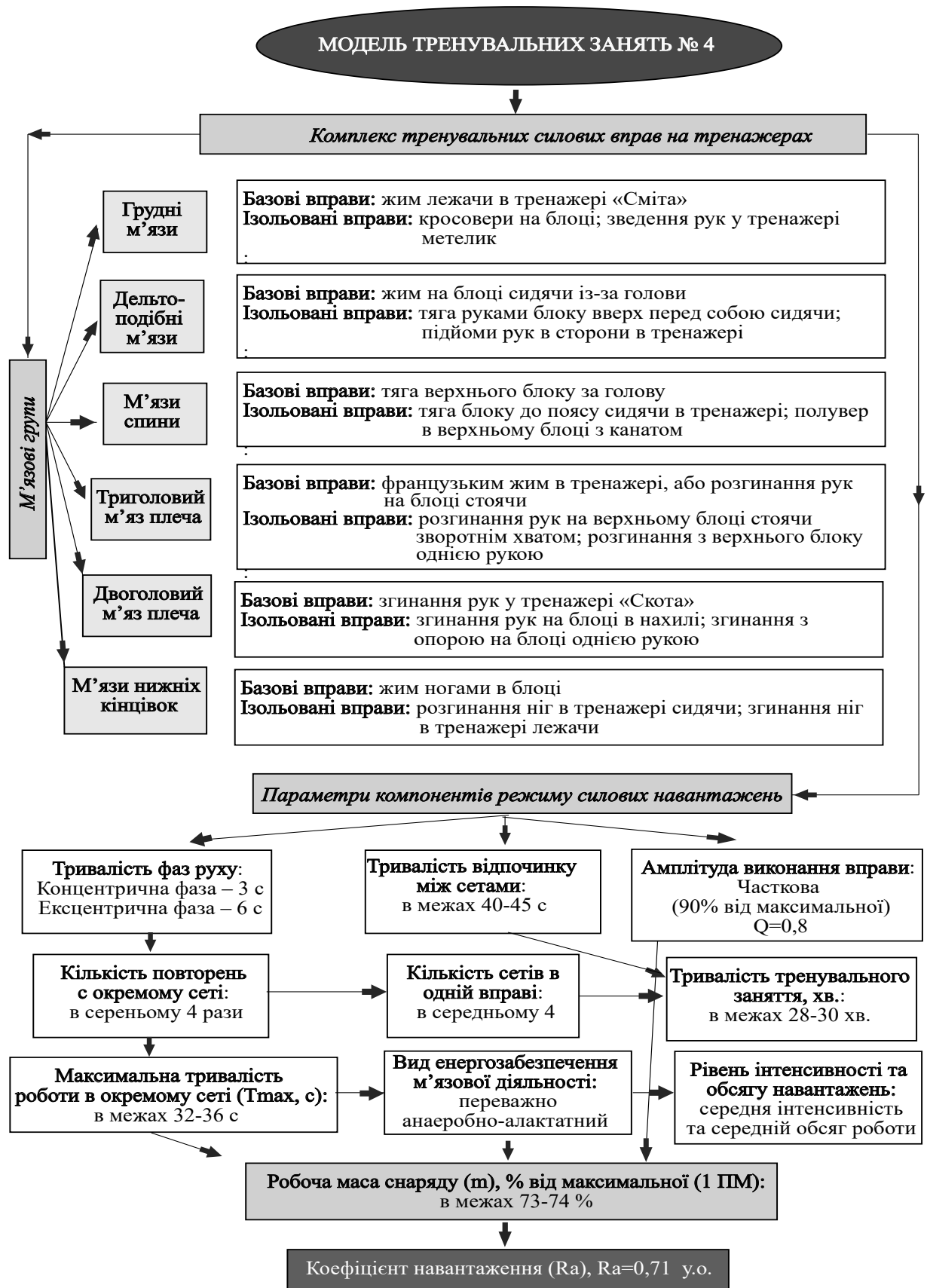


Рисунок 3.4 – Модель тренувальних занять № 4 для бодібілдерів

4 групи із використанням комплексу силових вправ на тренажерах та режимом роботи високої інтенсивності ( $R_a=0,71$ ) вправ лише із вільними обтяженнями незалежно від особливостей компонентів режиму силових навантажень.

У свою чергу, під час розробки даної моделі тренувальних занять саме враховувались особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів на запропонований нами стресовий подразник в умовах використання силових вправ на тренажерах. Так, інтегральне поєднання невеликої тривалості відпочинку (40–45 с) між сетами, систематичне застосування якої сприятиме лише мінімальному відновленню енергетичних ресурсів м'язів агоністів, та використання величини робочої маси снаряду в межах 75,0 % від 1 ПМ у кожному сеті, буде потужним стресовим фактором, який під час довготривалої адаптації призведе до суттєвого зростання рівня внутрішньо-м'язової координації основних м'язових груп спортсменів.

Одним із ключових чинників запропонованої спортсменами 4-ої групи моделі тренувальних занять, є використання невеликої кількості повторень в окремому сеті (4 повторення) у поєднанні з тривалістю виконання рухової дії протягом 36 с за умови повної м'язової втоми насамперед працюючих м'язів антогоністів. Відповідні умови варіативності даних компонентів навантаження у поєднанні із виконанням вправ на тренажерах дозволяє під час довготривалої адаптації не лише вдосконалити механізм креатин-фосфокіназного ресинтезу АТФ, але й сприяє збільшенню кількісного показника активності рухових одиниць переважно швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «Б». При цьому, відповідні адаптаційні зміни в організмі спортсменів позитивно впливають на вибірккову гіпертрофію швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «Б» та сприяють підвищенню рівня резистентності до навантажень високої інтенсивності в умовах анаеробно-алактатного режиму енергозабезпечення м'язової діяльності.

Під час розробки даної моделі тренувальних занять для бодібілдерів враховувались не лише особливості етапу спеціалізованої базової підготовки,

рівень функціональних резервів спортсменів, але й особливості зміни рівня між'язової координації у процесі довготривалої адаптації. Зміна активності м'язів синергістів під час протидії зовнішньому подразнику відіграє досить важливе практичне значення, як для подолання ваги обтяження так і під час зміни параметрів обвідних розмірів тіла спортсменів протягом тривалої тренувальної діяльності.

Відомо, що збільшення активності залучення м'язів синергістів під час силових навантажень, сприяє зростанню показників максимальної м'язової сили [97, 109, 117, 124]. При цьому, чіткого методу визначення, який саме перерозподіл між м'язами антогоністами та синергістами залежно від варіативності використання різних за інтенсивністю режимів навантажень та комплексів вправ на тренажерних пристроях чи з вільною вагою обтяження – в доступній нам фаховій науково-методичній літературі не виявлено [74, 153, 202, 241, 242]. Також не існує чіткої градації щодо зміни активності груп м'язів стабілізаторів під час зміни положення ланок тіла спортсменів залежно від використання вправ на тренажерних пристроях чи з вільними обтяженнями.

### **Висновки до розділу 3**

Таким, чином розробка експериментальних моделей тренувальних занять для спортсменів у бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки, структура яких в своїй основі відображає варіативність поєднання різних за інтенсивністю режимів силових навантажень та оптимальних для даного виду спорту комплексів силових вправ з вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях, є одним із фундаментальних напрямів удосконалення системи підготовки спортсменів та пошуку ефективних механізмів корекції тренувальних навантажень, спрямованих на досягнення виражених адаптаційних змін в організмі спортсменів.

Визначення під час досліджень особливостей впливу розроблених нами експериментальних моделей тренувальних занять на розвиток максимальної



м'язової сили учасників обстежених груп, їх обвідних розмірів, компонентні показники складу маси тіла, характер адаптаційно-компенсаторних реакцій на стресовий подразник під час зміни концентрації в сироватці крові стероїдних гормонів, дозволяє посилити ефективний та одночасно максимально безпечний симбіоз між відповідними показниками компонентів навантаження та засобами тренувальної діяльності спортсменів у бодібілдингу.

Результати даного розділу були висвітленні у даних працях [15, 29, 34, 35, 65, 180].

## **РОЗДІЛ 4**

### **ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЙНИХ ЗМІН В ОРГАНІЗМІ БОДІБІЛДЕРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ МОДЕЛЕЙ ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ**

Ефективність сучасних механізмів удосконалення тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу, пауерліфтингу, фітнесу та інших силових видах спорту протягом останніх десятиліть є одним з найбільш дискусійних питань серед провідних фахівців з даного напрямку рухової активності [25, 28, 84, 105, 147]. При цьому, незважаючи на широкий спектр проведених в бодібілдингу наукових робіт [59, 68, 94, 118, 136], пов'язаних з вивченням особливостей впливу різноманітних програм тренувальних занять на рівень підготовки спортсменів, проблема визначення оптимальних режимів навантажень у поєднанні з різними комплексами силових вправ залишається актуальною і на сьогоднішній день.

Одним із найбільш спірних протягом останніх років у бодібілдингу питань [74, 101, 153, 242], є вивчення пріоритетності використання комплексів силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах. У доступній нам науково-методичній літературі [31, 136, 158] чіткого поєднання даних комплексів засобів із різними варіантами режимів навантаження під час тренувальних занять не виявлено. Відповідно, що і результатів досліджень, які б відображали особливості впливу відповідних навантажень, у заданих умовах м'язової діяльності, на динаміку зміни показників розвитку максимальної м'язової сили (1 ПМ), обвідних розмірів та компонентного складу маси тіла спортсменів, під час аналізу наукової літератури не було виявлено.

#### **4.1 Динаміка розвитку силових можливостей бодібілдерів із різними комплексами вправ та режимами роботи у моделях тренувальних занять**

У сучасній системі підготовки спортсменів у бодібілдингу характер

зміни показників розвитку максимальної м'язової сили (1 ПМ) під час тренувальної діяльності, низка науковців [109, 124, 173, 208] використовує, як один із інформативних маркерів оцінки процесу довготривалої адаптації організму спортсменів до відповідних умов м'язової діяльності та особливостей режимів тренувальних навантажень.

Одним із важливих завдань даного дослідження було визначення особливостей зміни величини показників розвитку максимальної сили контрольованих м'язових груп (грудних та дельтоподібних м'язів, м'язів спини, нижніх кінцівок, триголового та двоголового м'язів плеча) учасників різних груп в умовах використання протягом 12 тижнів розроблених нами моделей тренувальних занять.

Нижче представлено результати зміни силових можливостей м'язів грудей у бодібілдерів усіх 4 груп під час виконання контрольних вправ із вільними обтяженнями та на тренажерах після 12-тижневого періоду дослідження (табл. 4.1).

Вихідні показники розвитку максимальної сили м'язів грудей спортсменів під час виконання базової вправи «жим штанги лежачи на горизонтальній лаві» у спортсменів 1-ої та 3-ої груп, під час 12 тижневого періоду дослідження показують різні режими роботи м'язів, представлених у моделях тренувальних занять. Але під час використання подібних комплексів тренувальних вправ із вільними обтяженнями було встановлено, що контрольовані показники силових можливостей не мають відмінностей між даними групами спортсменів. Водночас, на основі аналізу результатів контрольного тестування та обчислення їх результатів за допомогою критерію Манна-Уїтні було встановлено, що у спортсменів 2-ої та 4-ої груп, які використовували під час встановленого періоду досліджень подібний комплекс силових вправ на тренажерах із різними за інтенсивністю режимами роботи м'язів, вихідні показники розвитку максимальної сили (1 ПМ) даної м'язової групи спортсменів не мають достовірної різниці між учасниками відповідних груп.

**Таблиця 4.1** – Динаміка розвитку силових можливостей (1ПМ) м'язів грудей у бодібілдерів різних груп (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Силова вправа	Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
		Вихідні дані	4	8	12	
Жим штанги лежачи на горизонтальній лаві, кг	1	113,50 (23,25) U = 116 p = 0,650	120,50 (23,27) 6,2 % <sup>1*</sup>	127,00 (21,75) 5,4 % <sup>1*</sup>	131,00 (22,50) 3,1 % <sup>1*</sup> 15,4 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 46,87^{***}$ W = 0,97 <sup>***</sup>
	3	115,00 (20,00) U = 116 p = 0,650	124,25 (21,88) 8,0 % <sup>1*</sup>	132,00 (23,00) 6,2 % <sup>1*</sup>	137,50 (19,75) 4,1 % <sup>1*</sup> 19,5 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
Жим лежачи на тренажері «Смітта», кг	2	111,00 (16,75) U = 118 p = 0,706	118,00 (17,75) 6,3 % <sup>1*</sup>	123,00 (16,12) 4,2 % <sup>1*</sup>	127,75 (16,87) 3,8 % <sup>1*</sup> 15,1 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
	4	110,00 (4,37) U = 118 p = 0,706	119,50 (5,37) 8,6 % <sup>1*</sup>	127,75 (5,87) 6,9 % <sup>1*</sup>	133,50 (3,00) 4,5 % <sup>1*</sup> 21,3 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

Отримані результати вихідного рівня розвитку показника 1 ПМ м'язів грудей учасників усіх 4-ох груп, дозволяють обґрунтовано визначити особливості перебігу адаптаційних змін в організмі обстежених спортсменів за період 12 тижневого експерименту за моделями тренувальних занять.

Результати, що виявлені після чотирьох тижнів використання експериментальних моделей тренувальних занять бодібілдерами різних груп показують позитивну достовірну динаміку зростання показників розвитку максимальної сили грудних м'язів. Однак, у спортсменів 3-ої та 4-ої груп, які використовують під час тренувань із різними комплексами силових вправ, але подібні за інтенсивністю режими роботи у моделях занять, цей показник

розвитку силових можливостей має зростання - на 8,0–8,6 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з вихідними даними. При цьому, у бодіблдерів 1-ої та 2-ої групи, які також використовують різні комплекси вправ в умовах режиму роботи середньої інтенсивності, цей показник виріс у середньому - на 6,2 % ( $p < 0,05$ ), порівняного з вихідними даними зафіксованими на початку дослідження.

Виявлені після 8 тижневого періоду експерименту результати свідчать про те, що найбільше зростання показника максимальної сили грудних м'язів спортсменів - на 6,9 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з результатами фіксованими після четвертого тижня занять, спостерігаємо у спортсменів 4-ої групи під час виконання контрольної вправи «жим лежачи на тренажері Смітта».

Майже подібну динаміку маємо у спортсменів 3-ої групи і вона становить - 6,2 % ( $p < 0,05$ ). При цьому, найменші зміни цього показника розвитку силових можливостей - на 4,2 % ( $p < 0,05$ ) за подібний термін часу фіксовано в учасників 2-ої групи, незважаючи на той факт, що спортсмени з найвищим та найнижчим результатами використовували ідентичний комплекс силових вправ на тренажерах.

Після 12-тижневого періоду експерименту було встановлено, що темпи зростання показника максимальних силових можливостей м'язів грудей учасників всіх обстежених груп, не залежно від особливостей моделей тренувальних занять, що вони використовували, суттєво уповільнюються порівняно з результатами попередніх періодах контрольних тестувань. Найбільш виражене зростання досліджуваного показника на - 4,5 % ( $p < 0,05$ ) протягом останніх чотирьох тижнів експерименту маємо у спортсменів 4-ої групи. При цьому, найменшу динаміку, але одночасно достовірну різницю розвитку показника максимальної сили цих м'язових груп - на 3,1 % ( $p < 0,05$ ), за даний період часу, маємо у спортсменів 1-ої групи. Відповідні адаптаційні зрушення в організмі спортсменів пов'язані зі зміною темпів зростання силових можливостей даної м'язової групи, що вказує на зростання рівня резистентності їхнього організму до зовнішнього стресового подразника.

Підсумки розвитку максимальної м'язової сили бодіблдерів усіх 4 груп

протягом усього періоду дослідження шляхом використання запропонованих моделей тренувальних занять було встановлено, що саме у спортсменів 4-ої групи контрольований показник має найбільш виражене зростання - на 21,3 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з вихідними даними. При цьому, дані спортсменів 3-ої групи протягом усього періоду дослідження, лише на 1,8 % поступаються результатам, зафіксованим у бодібілдерів 4-ої групи. Однак, у спортсменів 1-ої та 2-ої експериментальних груп маємо майже подібну динаміку зростання цього показника (1 ПМ) протягом дослідження, але ці показники є у середньому в 1,4 рази меншими, ніж результати, що фіксовані у чоловіків 4-ої групи за даний період часу.

Таким чином, на основі аналізу результатів дослідження особливостей зміни силових можливостей м'язів грудей у спортсменів різних груп в умовах використання протягом 12 тижнів різних моделей тренувальних занять можна стверджувати, що саме використання комплексу вправ на тренажерах у поєднанні із режимом роботи м'язів високої інтенсивності під час тренувальної діяльності дозволяє досягти найбільш виражених змін у розвитку максимальної сили даної групи м'язів.

Нижче представлено результати динаміки розвитку максимальної сили дельтоподібних м'язів у спортсменів усіх груп в умовах використання 12-ти тижневого періоду експерименту запропонованих окремо кожній з груп експериментальну модель тренувальних занять (табл. 4.2).

На початку дослідження було виявлено, що вихідний рівень розвитку силових можливостей дельтоподібних м'язів незалежно від того, виконуються контрольні вправи з вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях, має подібний рівень серед спортсменів усіх чотирьох груп. Відсутність достовірної різниці вихідного рівня розвитку показника максимальної сили (1 ПМ) дельтоподібних м'язів у спортсменів підтверджено за допомогою критерію Манна-Уїтні. Даний факт свідчить про те, що в умовах подібності величини контрольованих показників у спортсменів експериментальних груп на початку дослідження, можна чітко визначити ефективність впливу

**Таблиця 4.2** – Динаміка розвитку силових можливостей (1ПМ) дельтоподібних м'язів плеча у бодібілдерів різних груп (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Силова вправа	Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
		Вихідні дані	4	8	12	
Жим штанги сидячи, кг	1	55,00 (13,00) U = 105 p = 0,39	60,25 (12,12) 9,5 % <sup>1*</sup>	61,50 (9,75) 2,1 % <sup>1*</sup>	63,00 (9,13) 2,4 % <sup>1*</sup> 14,5 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 46,36^{***}$ W = 0,96 <sup>***</sup>
	3	57,00 (9,50) U = 105 p = 0,39	61,50 (10,75) 7,9 % <sup>1*</sup>	65,00 (10,00) 5,7 % <sup>1*</sup>	66,00 (9,50) 1,5 % <sup>1*</sup> 15,8 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
Жим сидячи на тренажері «Сміта», кг	2	54,50 (8,00) U = 124 p = 0,89	57,75 (6,25) 5,9 % <sup>1*</sup>	61,25 (6,62) 6,0 % <sup>1*</sup>	63,00 (6,13) 2,8 % <sup>1*</sup> 15,6 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 47,71^{***}$ W = 0,99 <sup>***</sup>
	4	54,00 (3,62) U = 124 p = 0,89	59,00 (3,50) 9,2 % <sup>1*</sup>	63,00 (3,37) 6,7 % <sup>1*</sup>	64,00 (2,50) 1,6 % <sup>1*</sup> 18,5 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 47,46^{***}$ W = 0,98 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

запропонованих режимів роботи та комплексів вправ на функціональні можливості організму спортсменів та рівень їх адаптаційних резервів.

Під час дослідження особливостей зміни контрольованих показників після чотирьох тижнів використання запропонованих кожною із чотирьох груп моделей тренувальних занять було встановлено, що саме спортсмени 1-ої групи мають найбільш позитивну динаміку зростання показників максимальної сили дельтоподібних м'язів - на 9,5 % (p < 0,05) під час виконання вправи з вільними обтяженнями - «жим штанги сидячи». При цьому, майже подібний результат (приріст становив - 9,2 %) було встановлено за подібний проміжок часу у спортсменів 4-ої групи під час виконання

контрольної вправи на тренажерах «жим сидячи на тренажері Смітта». У свою чергу, найменша динаміка зростання силових можливостей даної групи м'язів тільки - на 5,9 % ( $p < 0,05$ ) за відповідний період часу, була показана у спортсменів 2-ої групи, які використовували режим роботи середньої інтенсивності та комплекси тренувальних вправ на тренажерах.

Результати восьми тижневого застосування спортсменами різних груп експериментальних моделей тренувальних занять показують позитивну динаміку зростання цього показника, але не за такою прогресією, що була у перших чотирьох тижнях. Так, наприклад, найбільше зростання силових можливостей дельтоподібних м'язів - на 6,7 % ( $p < 0,05$ ) за 12-тижневий період досліджень маємо у спортсменів 4-ої групи, але темпи цього зростання, порівняно з попереднім етапом контролю, зменшились - на 2,5 %. Виявлено, що саме у спортсменів 1-ої групи, які показали найвищий результат розвитку величини максимальної сили даної м'язової групи за чотири тижні тренувань у заданому експерименту, на даному етапі спостерігалася найменша тенденція до зростання силових можливостей дельтоподібних м'язів - на 2,1 % ( $p < 0,05$ ). Спортсмени 2-ої та 3-ої груп мають практично подібну достовірну позитивну динаміку до зростання цього показника.

Аналіз результатів досліджень виявлених протягом останніх чотирьох тижнів експерименту для експериментальних груп моделей тренувальних занять свідчить про те, що темпи зростання показника 1 ПМ дельтоподібних м'язів учасників 2-ої, 3-ої та 4-ої обстежених груп зменшується у 3-4 рази, порівняно з даними зафіксованими за попередній період контролю. Встановлено, що найбільш виражене зростання досліджуваного показника - на 2,8 % ( $p < 0,05$ ) протягом 4-тижневого періоду експерименту маємо у спортсменів 2-ої групи. При цьому, найменш позитивні зміни у розвитку досліджуваної групи м'язів за даний період часу фіксовано у спортсменів 3-ої (на 1,5 %) та 4-ої (на 1,6 %) груп, які використовували під час тренувальних занять різні комплекси силових вправ, але із подібним режимом роботи високої інтенсивності.



На основі аналізу результатів дослідження щодо особливостей динаміки силових можливостей дельтоподібних м'язів у спортсменів протягом 12 тижнів використання моделей тренувальних занять з різною варіативністю застосування комплексів вправ та режимів роботи було встановлено, що саме у спортсменів 4-ої групи цей показник має найбільш суттєве зростання - на 18,5 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з вихідними даними. Встановлено, що у спортсменів 2-ої та 3-ої груп протягом всього періоду дослідження, не зважаючи на використання зовсім різних моделей тренувальних занять, контрольовані показники мають майже подібні темпи зростання. При цьому, самий низький рівень зрушень максимальної м'язової сили дельтоподібних м'язів - на 14,5 % ( $p < 0,05$ ) за весь період дослідження мають спортсмени 1-ої групи, які використовували найбільш популярну в бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки варіацію поєднання комплексу тренувальних вправ та параметрів основних компонентів режиму роботи м'язів під час силових навантажень.

Таким чином, на основі аналізу результатів виявлених протягом всього періоду дослідження щодо ефективності впливу тренувальних навантажень на рівень силових можливостей дельтоподібних м'язів серед спортсменів різних груп було встановлено, що саме застосування четвертої моделі тренувальних занять з комбінацією вправ на тренажерах та режимом роботи м'язів високої інтенсивності, дозволяє бодібілдерам досягти найбільш суттєвих зрушень в процесі довготривалої адаптації спортсменів на даному етапі підготовки.

Нижче представлені результати зрушень силових можливостей м'язів спини у спортсменів різних груп на етапі спеціалізованої базової підготовки під час використання експериментальних моделей тренувальних занять протягом 12 тижнів досліджень (табл. 4.3).

Результати оцінки вихідного рівня розвитку силових можливостей м'язів спини у спортсменів 1-ої та 3-ої груп під час виконання вправи з вільними обтяженнями «Т-тяга грифу стоячи у нахилі» в умовах використання розроблених для них моделей тренувальних занять свідчать про те, що ці

**Таблиця 4.3** – Динаміка розвитку силових можливостей (1ПМ) м'язів спини у бодібілдерів різних груп (медіана, міжквартильний розмах (IQR), (n = 64)

Силова вправа	Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
		Вихідні дані	4	8	12	
Т-тяга грифу стоячи у нахилі, кг	1	91,25 (12,00) U = 120 p = 0,76	97,50 (11,00) 6,8 % <sup>1*</sup>	102,50 (11,37) 5,1 % <sup>1*</sup>	105,50 (13,25) 2,9 % <sup>1*</sup> 15,6 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
	3	92,00 (8,87) U = 120 p = 0,76	99,25 (9,75) 6,8 % <sup>1*</sup>	105,25 (9,88) 6,0 % <sup>1*</sup>	110,75 (13,37) 5,2 % <sup>1*</sup> 20,4 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
Тяга ваги за голову на блоці, кг	2	84,50 (10,75) U = 91 p = 0,16	90,25 (11,75) 6,8 % <sup>1*</sup>	94,75 (12,88) 4,9 % <sup>1*</sup>	98,50 (13,38) 3,9 % <sup>1*</sup> 16,5 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
	4	80,00 (7,75) U = 91 p = 0,16	87,00 (8,13) 8,7 % <sup>1*</sup>	93,00 (8,75) 6,9 % <sup>1*</sup>	97,00 (9,75) 4,3 % <sup>1*</sup> 21,2 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p<0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p<0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

показники не мають достовірних відмінностей між групами спортсменів.

Разом з цим, у спортсменів 2-ої та 4-ої груп не має відмінностей на початку дослідження щодо рівня розвитку показника максимальної сили (1 ПМ) даної групи м'язів.

Таким чином, виявлений на початку дослідження подібний розвиток силових можливостей м'язів спини у спортсменів усіх груп, які використовували однотипні силові вправи, дозволяє нам чітко визначити ефективність впливу тієї, чи іншої моделі тренувальних занять на темпи зростання показника сили протягом 12-тижневого періоду експерименту.

Аналіз результатів встановлених після чотирьох тижнів використання

експериментальних моделей тренувальних занять бодібілдерами 1–3-ої, груп показують подібну позитивну динаміку розвитку максимальної сили м'язів спини - на 6,8 % ( $p < 0,05$ ), незалежно від особливостей структури використовуваних ними моделей тренувальних занять. При цьому, у спортсменів 4-ої групи, які використовують під час тренувальних занять модель із комплексом силових вправ на тренажерах та режимом роботи м'язів високої інтенсивності, контрольований показник силових можливостей має зростання - на 8,7 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з вихідними даними.

Встановлено, що після 8 тижнів експерименту найбільше зростання показника максимальної сили м'язів спини - на 6,9 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з результатами чотирьох тижнів тренувань, маємо у спортсменів 4-ої групи під час виконання контрольної вправи «тяга за голову на блоці». Подібно до представників 4-ої групи маємо позитивну динаміку у спортсменів 3-ої групи, що становить - 6,0 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з результатами зафіксованими у кінці четвертого тижня. При цьому, найменші зрушення цього показника силових можливостей - на 4,9 % ( $p < 0,05$ ) за подібний термін часу отримано в учасників 2-ої групи, незважаючи на те, що вони з найвищим та найнижчим результатами виконували подібний комплекс силових вправ на тренажерах.

Результати досліджень динаміки силових можливостей м'язів спини представників усіх груп, що виявлені після останніх чотирьох тижнів експерименту свідчать про те, що зростання показників розвитку групи м'язів продовжується, але з помітно із меншою прогресією, порівняно з темпами зростання величини максимальної сили даної групи м'язів у попередніх періодах педагогічного контролю. Встановлено, що найбільш суттєве зростання цього показника - на 5,2 % ( $p < 0,05$ ) протягом останніх 4 тижнів маємо у спортсменів 3-ої групи. При цьому, найменшу динаміку розвитку силових можливостей даної м'язової групи, тільки - на 2,9 % ( $p < 0,05$ ) протягом останніх 4 тижнів тренувань в умовах використання комплексу вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи м'язів середньої інтенсивності, показують спортсмени 1-ої групи.

На основі аналізу результатів контрольного тестування розвитку показників максимальної сили м'язів спини у спортсменів різних груп протягом усього періоду експерименту було встановлено, що саме у чоловіків 4-ої групи цей показник має найбільш суттєві зрушення - на 21,2 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з вихідними даними. Дані спортсменів 3-ої групи протягом усього періоду дослідження, лише на 0,8 % поступаються результатам, зафіксованим у бодібіддерів 4-ої групи. Однак, найменш позитивну динаміку розвитку силових можливостей м'язів спини, тільки - на 15,6 % ( $p < 0,05$ ), за 12-тижневий період досліджень під час використання моделей тренувальних занять з комплексом вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи м'язів середньої інтенсивності, маємо у спортсменів 1-ої групи.

Таким чином, саме використання комплексу вправ на тренажерах разом із режимом роботи м'язів високої інтенсивності є найбільш ефективними структурними компонентами під час розробки моделей тренувальних занять для прискореного зростання силових можливостей м'язів спини на даному етапі підготовки спортсменів у бодібілдингу.

Нижче представлено результати динаміки розвитку максимальної сили двоголового м'язу плеча у спортсменів усіх груп в умовах використання 12-тижневого періоду експерименту шляхом запропонованих моделей тренувальних занять із вільними обтяженнями чи на тренажерах та режимом роботи м'язів високої й середньої інтенсивності (табл. 4.4).

На початку дослідження було встановлено, що вихідний рівень розвитку силових можливостей двоголового м'язу плеча незалежно від того, виконуються контрольні вправи з вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях, має подібний рівень серед спортсменів усіх чотирьох груп. Так, використання критерію Манна-Уїтні дозволило підтвердити отримані під час контрольного тестування оцінки параметрів максимальної сили даної групи м'язів, щодо відсутності достовірної різниці вихідного рівня їх розвитку.

Під час дослідження динаміки показників розвитку максимальної м'язової сили двоголового м'язу плеча після 4 тижнів використання

**Таблиця 4.4** – Динаміка розвитку силових можливостей (1ПМ) двоголового м'язу плеча у бодібілдерів різних груп (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Силова вправа	Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
		Вихідні дані	4	8	12	
Згинання рук із гантелями «молотки», кг	1	42,00 (6,00) U = 101 p = 0,29	44,50 (8,63) 5,9 % <sup>1*</sup>	46,50 (8,75) 4,5 % <sup>1*</sup>	48,00 (8,00) 3,2 % <sup>1*</sup> 14,3 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 47,68^{***}$ W = 0,98 <sup>***</sup>
	3	44,00 (9,50) U = 101 p = 0,29	47,25 (10,00) 7,4 % <sup>1*</sup>	50,25 (9,62) 6,3 % <sup>1*</sup>	52,75 (10,00) 4,9 % <sup>1*</sup> 19,9 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
Згинання рук у тренажері «Скота», кг	2	46,50 (6,75) U = 124 p = 0,88	49,50 (7,00) 6,4 % <sup>1*</sup>	52,00 (6,63) 5,0 % <sup>1*</sup>	54,25 (6,38) 4,3 % <sup>1*</sup> 16,6 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
	4	46,00 (5,87) U = 124 p = 0,88	50,00 (6,00) 8,7 % <sup>1*</sup>	53,75 (5,75) 7,5 % <sup>1*</sup>	56,50 (5,75) 5,1 % <sup>1*</sup> 22,8 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

запропонованих моделей тренувальних занять було встановлено, що бодібілдери 4-ої групи мають найбільш високий розвиток силових можливостей даної м'язової групи - на 8,7 % (p < 0,05) під час виконання контрольної вправи «згинання рук на тренажері Скотта». А найменшу динаміку зростання силових можливостей двоголового м'язу плеча - на 5,9 % (p < 0,05) мають спортсмени 1-ої групи у контрольній вправі «згинання рук із гантелями «молотки» в умовах використання режиму роботи м'язів середньої інтенсивності та комплексу тренувальних вправ із вільними обтяженнями.

Результати застосування спортсменами усіх моделей тренувальних занять мають позитивну динаміку зростання максимальної сили двоголового

м'язу плеча. При цьому, темпи зростання контрольованого показника порівняно з даними зміни силових можливостей грудних, дельтоподібних та м'язів спини (див. табл. 4.1–4.3), за подібний період часу, показують мінімальне зниження. Так, найбільше зростання силових можливостей двоголового м'язу плеча - на 7,5 % ( $p < 0,05$ ) за даний період часу встановлено у спортсменів 4-ої групи, але темпи зростання, порівняно з попереднім етапом контролю, дещо зменшились - на 1,2 %. Встановлено, що саме у спортсменів 1-ої групи на даному етапі маємо найменшу тенденцію до зростання силових можливостей цієї групи м'язів - на 4,5 % ( $p < 0,05$ ). У представники 2-3-ої груп темпи зростання максимальної сили двоголового м'язу плеча на 1,1 та 1,4 % уповільнились на даному етапі, порівняно із результатами цих груп протягом перших 4 тижнів тренувальних занять. Даний факт свідчить про підвищення рівня резистентності організму учасників досліджень до навантажень подібного обсягу та інтенсивності навіть через 4 тижні тренувань.

Аналіз результатів досліджень виявлених протягом останніх чотирьох тижнів тренувань в умовах використання експериментальних моделей занять свідчить про те, що темпи зростання силових можливостей двоголового м'язу плеча спортсменів продовжують зменшуватись. Однак, незважаючи на дану тенденцію, найбільш виражене зростання цього показника встановлено - на 4,9–5,1 % ( $p < 0,05$ ) протягом 4-тижневого періоду досліджень у бодібілдерів 3-ої та 4-ої груп, які використовували під час занять режими роботи м'язів високої інтенсивності. При цьому, найменш позитивні зрушення контрольованого показника розвитку силових можливостей - на 3,2 % ( $p < 0,05$ ), маємо в учасників 1-ої групи, які використовували під час тренувань режим роботи м'язів середньої інтенсивності.

На основі аналізу отриманих результатів щодо особливостей динаміки силових можливостей двоголового м'язу плеча учасників експериментальних груп було встановлено, що саме у спортсменів 4-ої групи цей показник має найбільше зростання - на 22,8 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з вихідними даними. Встановлено, що у спортсменів 3-ої групи лише на 2,9 % показники розвитку

силових можливостей двоголового м'язу плеча поступаються результату, який мають за весь період досліджень спортсмени 4-ої групи. При цьому, самий низький рівень зрушень максимальної сили у цій м'язовій групі - на 14,3 % ( $p < 0,05$ ), за весь період дослідження, маємо у спортсменів 1-ої групи, які використовували під час тренувальної діяльності варіацію поєднання комплексу силових вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи м'язів середньої інтенсивності.

Таким чином, на основі аналізу результатів дослідження щодо ефективності використання, на етапі спеціалізованої базової підготовки у бодібілдингу, різних моделей тренувальних занять на рівень силових можливостей двоголового м'язу плеча спортсменів можна стверджувати, що комплекс вправ на тренажерах разом із режимом роботи м'язів високої інтенсивності, є найбільш ефективним варіантом для досягнення бажаного результату у найкоротший термін часу.

Нижче представлено результати динаміки розвитку силових можливостей (1ПМ) триголового м'язу плеча у бодібілдерів на етапі спеціалізованої базової підготовки під час використання експериментальних моделей тренувальних занять (табл. 4.5).

Результати оцінки рівня розвитку силових можливостей триголового м'язу плеча до початку дослідження, під час виконання вправи з вільними обтяженнями - «французький жим лежачи» у спортсменів 1-ої та 3-ої груп свідчать про те, що достовірної різниці між контрольованими показниками не існує. На основі аналізу отриманих вихідних даних цього показника максимальної сили даної групи м'язів під час виконання контрольної вправи у тренажерному пристрої - «розгинання рук на блоці» встановлено, що отримані під час контрольного тестування результати не мають відмінностей між спортсменами 2-ої та 4-ої груп.

Таким чином, отримані на початку експерименту показники вихідного рівня розвитку максимальної сили триголового м'язу плеча у спортсменів усіх 4-х груп свідчать про те, що виявлені за 12-тижневий період досліджень

**Таблиця 4.5** – Динаміка розвитку силових можливостей (1ПМ) триголового м'язу плеча у бодібілдерів різних груп (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Силова вправа	Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2, p$ df = 3
		Вихідні дані	4	8	12	
Французький жим лежачи», кг	1	53,50 (7,50) U = 111 p = 0,51	56,50 (7,38) 5,6 % <sup>1*</sup>	59,00 (8,62) 4,4 % <sup>1*</sup>	61,00 (8,75) 3,4 % <sup>1*</sup> 14,0 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
	3	53,50 (6,50) U = 111 p = 0,51	57,50 (7,70) 7,5 % <sup>1*</sup>	60,75 (7,50) 5,6 % <sup>1*</sup>	63,75 (8,25) 4,9 % <sup>1*</sup> 19,1 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
Розгинання рук на блоці, кг	2	52,00 (12,25) U = 115 p = 0,62	55,75 (13,25) 7,2 % <sup>1*</sup>	59,25 (12,75) 6,2 % <sup>1*</sup>	61,75 (12,50) 4,2 % <sup>1*</sup> 18,7 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
	4	55,00 (5,87) U = 115 p = 0,62	59,75 (5,63) 8,6 % <sup>1*</sup>	63,75 (5,75) 6,7 % <sup>1*</sup>	67,00 (5,50) 5,1 % <sup>1*</sup> 21,8 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

тенденції, будуть дійсно відображати ефективність впливу розроблених моделей тренувальних занять за рівнем їх силових можливостей.

Після чотирьох тижнів тренувальних занять отримано, що найбільше зростання показника розвитку максимальної сили триголового м'язу плеча - на 8,6 % (p < 0,05) маємо у бодібілдерів 4-ої групи. Представники 2-ої та 3-ої груп показують практично подібну динаміку розвитку максимальної сили даної групи м'язів спини - на 7,2–7,5 % (p < 0,05) не залежно від того, що використовували ними моделі тренувальних занять не мають між собою нічого спільного. При цьому, найменше серед усіх груп зростання контрольованого показника силових можливостей - на 5,6 % (p < 0,05), порівняно з вихідними



даними, маємо у спортсменів 1-ої групи, які використовували під час тренувань комплекси силових вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи м'язів середньої інтенсивності.

Після 8 тижнів експерименту найбільше зростання максимальної сили триголового м'язу плеча - на 6,7 % ( $p < 0,05$ ) маємо у спортсменів 4-ої групи під час виконання контрольної вправи - «розгинання рук на блоці», порівняно з результатами за попередні 4 тижні тренувань. Подібно до представників 4-ої групи маємо позитивну динаміку цього показника у спортсменів 3-ої групи, параметри якого зросли - на 6,2 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з результатами зафіксованими у кінці 4 тижня. При цьому, найменші зрушення показника розвитку силових можливостей триголового м'язу плеча - на 4,4 % ( $p < 0,05$ ) за подібний термін часу маємо у спортсменів 1-ої групи.

Результати динаміки силових можливостей триголового м'язу плеча у представників усіх груп після 12 місяців використання запропонованих моделей тренувальних занять свідчать про те, що найбільш виражене зростання досліджуваного показника - на 4,9–5,1 % ( $p < 0,05$ ) протягом 4-тижневого періоду експерименту спостерігаємо у спортсменів 3-ої та 4-ої груп. Даний факт вказує на те, що нервово-м'язова система спортсменів цих груп не має поки що високого рівня резистентності до навантажень у режимі високої інтенсивності, а використання вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях не відіграє суттєвого значення. Встановлено, що найменшу динаміку розвитку силових можливостей даної групи м'язів - на 3,4 % ( $p < 0,05$ ) за останні 4 тижні досліджень, мають спортсмени 1-ої групи.

Результати розвитку максимальної сили триголового м'язу плеча в учасників різних груп протягом усього періоду дослідження показують, що саме у спортсменів 4-ої групи він найбільше виріс - на 21,8 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з даними зафіксованими на початку експерименту. Встановлено, що спортсмени 3-ої та 4-ої груп, які разом використовували подібний режим силового навантаження протягом всього періоду дослідження, лише - на 2,7 % мають менший показник у динаміці розвитку силових можливостей даної

групи м'язів. Найменша позитивна динаміка цього показника - на 14,0 % ( $p < 0,05$ ) за подібний період є у спортсменів 1-ої групи, незважаючи на той факт, що вони використовують комплекс вправ із вільними обтяженнями, що повинно було сприяти потужному розвитку між'язової координації.

Таким чином, отримані результати підтверджують представлені у нашій роботі дані (див. табл. 4.1–4.4) стосовно доцільності використання на етапі спеціалізованої базової підготовки для прискореного зростання показників максимальної м'язової сили основних м'язових груп спортсменів, саме моделі тренувальних занять, які розроблені на основі комплексу вправ на тренажерах разом із режимами роботи м'язів високої інтенсивності (4-та модель).

Нижче представлено результати динаміки розвитку максимальної сили м'язів ніг у спортсменів під час виконання контрольних вправ «присідання зі штангою» та «жим ногами в блоці» протягом 12-тижневого періоду досліджень, розроблених для кожної групи спортсменів (табл. 4.6).

Аналіз результатів виявлених на початку дослідження свідчить про те, що вихідний рівень розвитку силових можливостей м'язів нижніх кінцівок спортсменів, які виконували контрольні вправи з вільними обтяженнями чи на тренажерах, мають подібні показники. Відсутність достовірної різниці вихідного рівня розвитку показника максимальної сили (1 ПМ) м'язів ніг у спортсменів, підтверджено за допомогою критерію Манна-Уїтні. Отримані результати дозволяють чітко визначити ефективність впливу запропонованої нами варіативності режимів навантажень різної інтенсивності та запропонованих комплексів тренувальних вправ під час розробки експериментальних моделей занять на темпи зростання максимальної сили м'язів нижніх кінцівок та зміни рівня резистентності організму учасників до подібних стресових подразників.

Досліджено, що після 4 тижнів використання запропонованих програм, кожна із чотирьох груп моделей тренувальних занять показала, що саме спортсмени 4-ої групи мають найбільш позитивну динаміку зростання максимальної сили м'язів нижніх кінцівок - на 8,6 % ( $p < 0,05$ ) під час

**Таблиця 4.6** – Динаміка розвитку силових можливостей (1ПМ) м'язів нижніх кінцівок у бодібілдерів різних груп (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Силова вправа	Група	Термін спостереження, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
		Вихідні дані	4	8	12	
Присідання зі штангою, кг	1	120,00 (17,50) U = 126 p = 0,95	127,50 (17,00) 6,2 % <sup>1*</sup>	133,55 (18,00) 4,7 % <sup>1*</sup>	139,00 (20,00) 4,1 % <sup>1*</sup> 15,8 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
	3	120,00 (16,00) U = 126 p = 0,95	129,50 (17,37) 7,9 % <sup>1*</sup>	137,50 (18,38) 6,1 % <sup>1*</sup>	144,50 (17,25) 5,1 % <sup>1*</sup> 20,4 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
Жим ногами в блоці, кг	2	260,00 (23,62) U = 127 p = 0,97	279,50 (21,50) 7,5 % <sup>1*</sup>	295,00 (21,13) 5,5 % <sup>1*</sup>	304,50 (20,12) 3,2 % <sup>1*</sup> 17,1 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
	4	260,00 (37,50) U = 127 p = 0,97	282,50 (40,88) 8,6 % <sup>1*</sup>	301,50 (42,50) 6,7 % <sup>1*</sup>	314,00 (35,00) 4,1 % <sup>1*</sup> 20,7 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

виконання вправи - «жим ногами в блоці» на тренажерному пристрою.

Разом із цим, у спортсменів 2-ої та 3-ої груп, незважаючи на повну відмінність у структурі режимів роботи м'язів, комплексів тренувальних вправ та відповідно у моделях занять, контрольований показник силових можливостей груп м'язів має дуже близьку до обох груп динаміку зростання цих параметрів - на 7,5–7,9 % (p < 0,05), порівняно з вихідними даними. При цьому, найменша динаміка зростання максимальної сили м'язів нижніх кінцівок - на 6,2 % (p < 0,05) протягом 4-тижневого періоду досліджень, є у спортсменів 1-ої групи, які використовували режим роботи м'язів середньої інтенсивності, а комплекс силових вправ з вільними обтяженнями.

Результати використання експериментальних моделей тренувальних занять спортсменами обстежених груп свідчать про те, що найбільше зростання показника розвитку максимальної сили м'язів нижніх кінцівок - на 6,7 % ( $p < 0,05$ ) за даний період часу виявлено у спортсменів 4-ої групи, але темпи зростання, порівняно з попереднім етапом контролю, зменшились - на 1,9 %. Водночас, достатньо прогресивну динаміку зростання цього показника - на 6,1 % ( $p < 0,05$ ), мають також учасники 3-ої групи. Але саме у спортсменів 1-ої групи маємо мінімальні позитивні зрушення, порівняно з результатами інших учасників, тільки на - 4,7 % ( $p < 0,05$ ), відповідно.

Аналіз результатів досліджень виявлених протягом останніх чотирьох тижнів використання розроблених нами для експериментальних груп моделей тренувальних занять свідчить про те, що темпи зростання силових можливостей м'язів нижніх кінцівок учасників різних груп продовжують зменшуватись, як і на попередньому етапі. Відповідні зміни пов'язані з підвищенням рівня резистентності організму учасників дослідження до заданого режиму навантажень та за умов м'язової діяльності. Подібний характер адаптаційних змін в організмі спортсменів спостерігався нами під час аналізу результатів зміни величини показника максимальної сили досліджуваних м'язових груп в умовах використання розроблених моделей тренувальних занять на даному етапі підготовки (див. табл. 4.1–4.6).

Встановлено, що на останньому етапі дослідження найбільш суттєве зростання показників розвитку максимальної сили м'язів нижніх кінцівок - на 5,1 % ( $p < 0,05$ ) маємо у спортсменів 3-ої групи, які під час тренувальних занять використовували режими роботи м'язів високої інтенсивності та комплекс вправ з вільними обтяженнями. Отримані результати вказують на те, що спортсмени 1-ої та 4-ої груп мають подібне зростання силових можливостей м'язів нижніх кінцівок - на 4,1 % ( $p < 0,05$ ), незважаючи на той факт, що моделі занять у них мають відмінності за всіма критеріями. При цьому, найменш позитивні зміни розвитку досліджуваного показника - на 3,2 % ( $p < 0,05$ ) зафіксовано в учасників 2-ої групи.

На основі аналізу результатів дослідження в умовах використання моделей тренувальних занять з різною варіативністю застосування комплексів вправ та режимів роботи м'язів було виявлено, що спортсмени 3-ої та 4-ої груп мають найбільше зростання силових можливостей м'язів нижніх кінцівок - на 20,4–20,7 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з вихідними даними. А самий низький рівень зрушень показників максимальної м'язової сили м'язів нижніх кінцівок - на 15,8 % ( $p < 0,05$ ) за весь період дослідження мають спортсмени 1-ої групи, які використовували найбільш популярну в бодібілдингу варіацію поєднання комплексу тренувальних вправ та режимів роботи м'язів різної інтенсивності.

Таким чином, на основі результатів дослідження щодо особливостей динаміки розвитку максимальної сили відповідних груп м'язів (грудних, дельтоподібних, триголового та двоголового м'язу плеча, м'язів спини та нижніх кінцівок) у представників 4 різних груп в умовах використання розроблених моделей тренувальних занять на етапі спеціалізованої базової підготовки в бодібілдингу, можна зробити наступні узагальнення:

- використання комплексу тренувальних вправ на тренажерних пристроях поєднаних разом із режимом роботи високої інтенсивності під час розробки моделей тренувальних занять сприяє найбільш прискореному зростанню показників максимальної сили основних м'язових груп, порівняно з іншими варіантами моделей занять, які об'єднували комплекси силових вправ з вільними обтяженнями та навіть на тренажерах з режимами роботи м'язів середньої інтенсивності;
- використання під час моделювання тренувальних занять режиму навантажень високої інтенсивності, не залежно від комплексів силових вправ з вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях дозволяє спортсменам приблизно 2,0–2,5 місяці демонструвати виражене зростання показників максимальної м'язової сили на етапі спеціалізованої базової підготовки;
- рівень резистентності організму бодібілдерів до стресового фізичного подразника в умовах використання режиму роботи високої інтенсивності у поєднанні з комплексом силових вправ, підвищується у 2–3 рази повільніше,

ніж із м'язовою діяльністю під час застосування навантажень середньої інтенсивності, що сприяє більш тривалому та вираженому процесу довготривалої адаптації організму спортсменів.

#### **4.2 Характер зміни показників робочої маси снаряду та обсягу навантажень залежно від розроблених моделей занять спортсменів**

Однією з актуальних проблем пов'язаних с оптимізацією тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу, фітнесу, кросфіту, а також використання спеціальної силової підготовки у різних видах єдиноборств, є насамперед визначення адекватних для функціональних можливостей атлетів параметрів навантаження, а також інформативних зовнішніх та внутрішніх маркерів їх оцінки [52, 119, 147, 222].

У важкій атлетиці та пауерліфтингу є конкретні вимоги стосовно техніки виконання змагальних вправ та чіткі критерії поєднання біомеханічних та просторово-часових чинників, від яких залежить результативність спортсменів. Відповідно, у більшості випадків, під час тренувальної діяльності спортсмени та тренери дотримуються таких закономірностей та використовують для оцінки обсягу та інтенсивності навантажень стандартні показники [8, 12, 15, 27, 28].

У сучасній системі підготовки спортсменів у бодібілдингу та фітнесу існує велика кількість варіативності поєднання техніки виконання вправ залежно від величини зовнішнього фізичного подразника та адаптаційних резервів організму спортсмена [59, 144, 190]. При цьому, низка науковців [5, 19, 32, 64] на основі результатів досліджень показують ефективність використання інтегрального методу кількісної оцінки рівня фізичного навантаження у силових видах спорту для визначення оптимальних параметрів показників коефіцієнту навантаження ( $R_a$ ), робочої маси снаряду ( $m$ ) та обсягу навантаження у робочому сеті ( $W_n$ ). Практична реалізації даних інформативних фізичних маркерів під час контролю тренувальної діяльності у

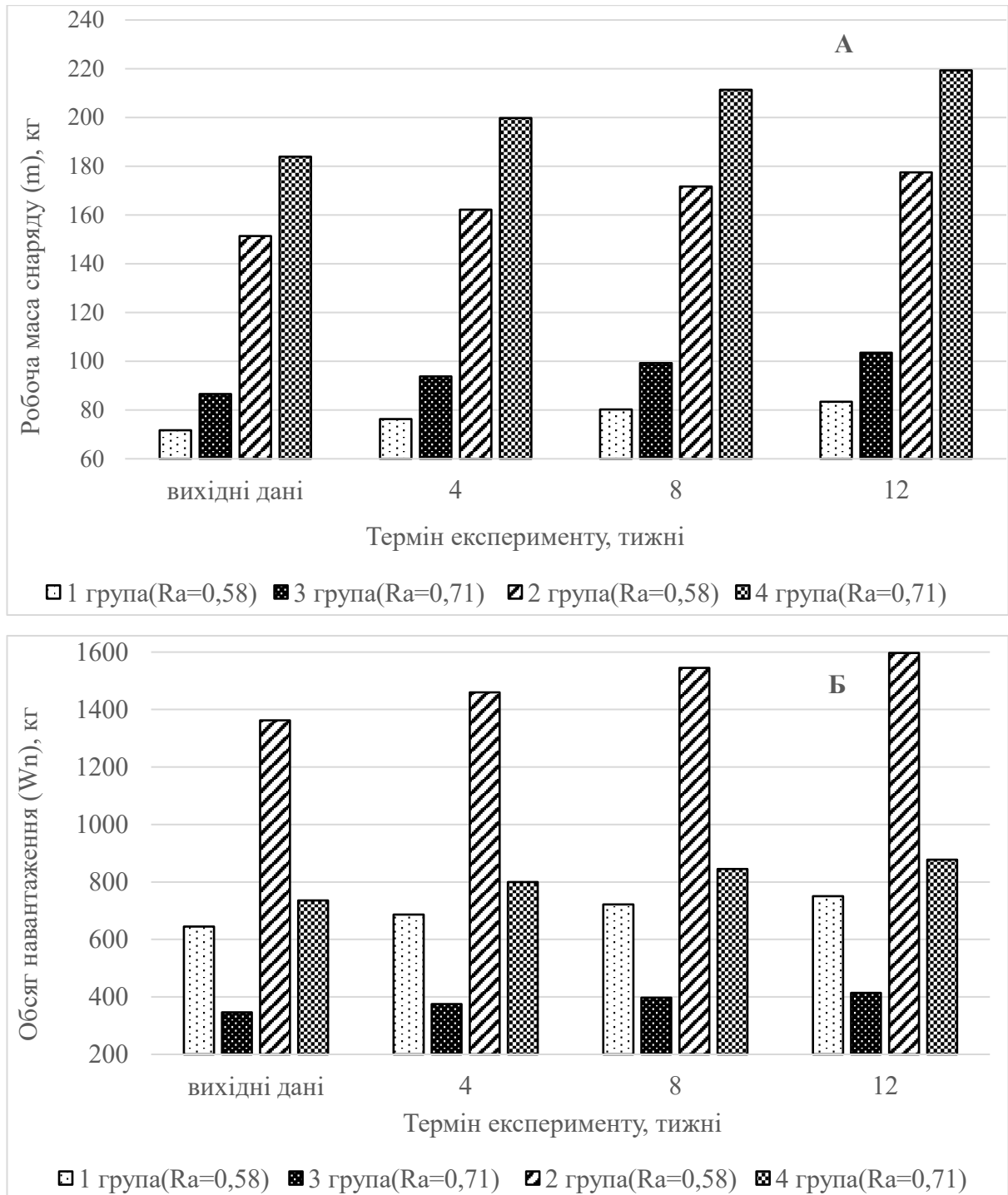
бодібілдингу, дозволяє визначити особливості режиму силових навантажень та спрогнозувати особливості процесу довготривалої адаптації організму спортсмені у даних умовах м'язової діяльності [63, 229].

На основі результатів особливостей зрушень показників розвитку максимальної м'язової сили спортсменів різних груп протягом 12-тижневого періоду дослідження (див. табл. 4.1–4.6) та використовуючи метод кількісної оцінки рівня фізичного навантаження у силових видах спорту [13, 62], нами визначалась на кожному з етапів контролю величина робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті та робився їх порівняльний аналіз залежно від використовуваних моделей тренувальних занять (рис. 4.1–4.6).

Нижче представлено результати дослідження динаміки робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті, що використовувались спортсменами всіх 4 груп протягом дослідження в умовах заданих моделей тренувальних занять під час виконання базових вправ на м'язи нижніх кінцівок з вільними обтяженнями та на тренажерах (рис. 4.1).

Аналіз результатів свідчить про те, що на початку дослідження не зважаючи на подібні параметри розвитку максимальної сили м'язів нижніх кінцівок (див. табл. 4.6), спостерігаємо суттєву різницю між показниками робочої маси снаряду, та обсягом виконаної роботи в окремому сеті навіть у груп, які використовували однакові за інтенсивністю режими навантажень та подібні комплекси силових вправ.

Встановлено, що на початку дослідження у спортсменів 3-ої групи показник робочої маси снаряду на 20,8 % перевищує показники, що показують спортсмени 1-ої групи, незважаючи на той факт, що обидві групи виконували контрольну вправу з вільними обтяженнями (рис. 4.1.А). При цьому, порівняння величини вихідного показника обсягу навантаження в окремому сеті має зовсім протилежну тенденцію (рис. 4.1.Б). Так, у спортсменів 1-ої групи показник обсягу навантаження в окремому сеті на 86,2 % перевищує показники, що використовували спортсмени 3-ої групи на початку дослідження. Відповідна різниця між досліджуваними показниками робочої



**Рисунок 4.1** - Зміна показників робочої маси снаряду (А) та обсягу навантаження в робочому сеті (Б) у спортсменів різних груп під час виконання контрольних вправ на м'язи нижніх кінцівок

маси снаряду та обсягом навантаження в окремому сеті зумовлена особливостями режимів навантаження для спортсменів 1-ої та 3-ої груп.

Порівняння результатів дослідження щодо вихідних показників робочої



маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті у спортсменів 2-ої та 4-ої груп, які використовували комплекси вправ на тренажерах за умови різної інтенсивності режиму роботи м'язів показало, у бодібілдерів 4-ої групи робоча маса снаряду була на 21,5 % більшою, ніж результати спортсменів 2-ої групи. У свою чергу, показник обсягу навантаження в окремому сеті, зафіксований на початку дослідження, саме у представників 2-ої групи є на 85,2 % більшим, ніж у спортсменів 4-ої групи для навантаження м'язів нижніх кінцівок у базовій вправі на тренажерах.

Встановлено, що протягом 12-тижневого періоду дослідження разом із позитивною динамікою розвитку максимальної сили м'язи нижніх кінцівок атлетів усіх 4 груп (див. табл. 4.6), відповідно змінюються показники робочої маси снаряду та обсягу навантаження. Однак, співвідношення між величиною показників робочої маси снаряду та обсягом навантаження в окремому сеті, що були встановлені на початку експерименту, зберігаються протягом усього періоду дослідження. Так, найбільш виражене зростання обох контрольованих показників - на 19,5 % ( $p < 0,05$ ) протягом усього періоду дослідження маємо у спортсменів 3-ої групи, які використовували комплекс силових вправ із вільними обтяженнями та режимом навантажень високої інтенсивності.

Так, наприкінці дослідження було встановлено, що найменшу величину робочої маси снаряду на даному етапі використовують спортсмени 1-ої групи в умовах режиму роботи середньої інтенсивності ( $R_a = 0,58$ ) та вправ із вільними обтяженнями. Однак у спортсменів 1-ої групи параметри робочої маси снаряду є на 61,9 % меншими, порівняно з результатами спортсменів 4-ої групи в умовах режиму роботи високої інтенсивності ( $R_a = 0,71$ ) та вправ на тренажерах. Різниця між даними групами за величиною показника обсягу навантаження в окремому сеті становить - 16,9 % з перевагою спортсменів 4-ої групи. Найбільший обсяг навантаження в окремому сеті у розмірі 1597 кг використовують спортсмени 2-ої групи в умовах режиму роботи м'язів середньої інтенсивності ( $R_a = 0,58$ ) та комплексу вправ на тренажерах.

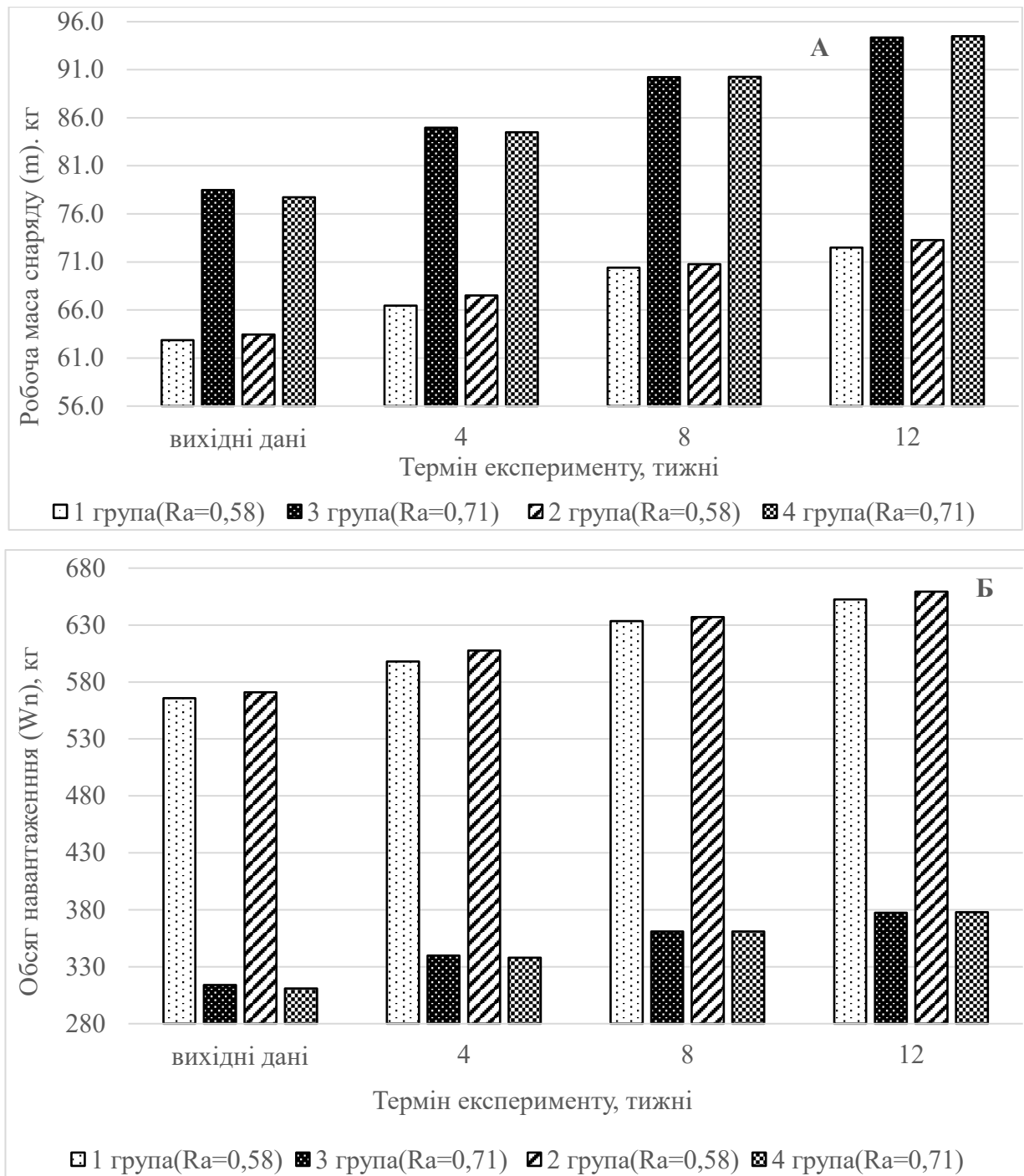
Нижче представлені результати особливостей зміни показників робочої

маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті в умовах використання 12-тижневого періоду досліджень розроблених моделей тренувальних занять, які спортсмени застосовують під час виконання контрольних вправ на м'язи грудей (рис. 4.2).

Отримані на початку дослідження результати свідчать про те, що не зважаючи на практично однаковий рівень розвитку максимальної сили грудних м'язів (див. табл. 4.1) у спортсменів 1-ої та 3-ої групи під час виконання вправ із вільними обтяженнями, а також учасників 2-ої та 4-ої груп в умовах використання контрольних вправ на тренажерах, величина показників робочої маси снаряду та обсяг виконаної роботи в окремому сеті у першу чергу залежить від особливостей режимів навантажень, що застосовували учасники досліджень.

Аналіз результатів виявлених на початку дослідження вказує на те, що у представників 3-ої групи показник робочої маси снаряду - на 24,9 % перевищує параметри, що показали спортсмени 1-ої групи. Даний факт свідчить про те, що саме в умовах використання третьої моделі тренувальних занять (див. рис. 3.3) з режимом роботи високої інтенсивності, відбуваються подібні зміни. При цьому, порівняльний аналіз результатів величини показника обсягу навантаження в окремому сеті, які використовують представники даних груп на початку дослідження, показує зовсім протилежне співвідношення. Встановлено, що використання спортсменами 1-ої групи режиму навантажень середньої інтенсивності сприяло тому, що показник обсягу навантаження в окремому сеті на 80,2 % перевищує значення, що були встановлені в учасників 3-ої групи, незважаючи на те, що представники обох груп виконували подібний комплекс вправ із вільними обтяженнями.

Дослідження особливостей зміни параметрів робочої маси снаряду ( $m$ ) та обсягу навантаження в окремому сеті ( $W_n$ ) у спортсменів 2-ої та 4-ої груп, за умови використання різних режимів роботи та різного комплексу вправ на тренажерах разом із однаковим рівнем розвитку силових можливостей м'язів грудей, свідчить, що показники робочої маси снаряду у спортсменів 4-ої



**Рисунок 4.2** – Зміна показників робочої маси снаряду (А) та обсягу навантаження у робочому сеті (Б), які спортсмени різних груп використовували під час виконання контрольних вправ на грудні м'язи

групи на початку дослідження - на 22,5 % перевищують результати, що були у спортсменів 2-ої групи. При цьому, у спортсменів 2-ої та 4-ої груп, так як і в учасників інших двох груп, отримано результати щодо зміни параметрів показника обсягу навантаження в окремому сеті мають протилежну різницю

між групами. У спортсменів 2-ої групи на початку дослідження обсяг навантаження в окремому сеті, для навантаження м'язів грудей у базовій вправі на тренажерах, на 83,6 % перевищує результати, що були зафіксовані у спортсменів 4-ої групи.

Результати використання спортсменами обстежених груп розроблених нами моделей тренувальних занять вказують на те, що величина досліджуваних показників робочої маси снаряду (рис. 4.2. А) та обсягу навантаження в окремому сеті (рис. 4.2. Б) змінюється за такою ж тенденцією, як відбуваються позитивні зрушення у розвитку максимальної сили грудних м'язів (див. табл. 4.1). При цьому, аналіз результатів показує, що встановлені на початку експерименту співвідношення між величиною робочої маси снаряду та обсягом навантаження в окремому сеті у спортсменів усіх 4 груп зберігаються протягом усього 12-тижневого періоду використання експериментальних моделей тренувальних занять у бодібілдингу.

Встановлено, що найбільш суттєве підвищення показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті - на 21,6 % ( $p < 0,05$ ) під час виконання силових вправ на грудні м'язи протягом усього періоду дослідження маємо у спортсменів 4-ої групи, які використовували комплекс силових вправ на тренажерах та режими роботи м'язів високої інтенсивності.

На основі аналізу результатів отриманих в кінці дослідження було встановлено, що саме у представників 1-ої та 2-ої групи, в умовах використання подібного режиму роботи середньої інтенсивності із різними комплексами тренувальних вправ, показник робочої маси снаряду має практично однакові значення і при цьому в середньому є на 30,2 % меншим, ніж дані, що зафіксовані у спортсменів інших двох груп. У свою чергу, показники обсягу навантаження в окремому сеті, які на даному етапі дослідження практично ідентичні у спортсменів 1-ої та 2-ої груп, у середньому на 74,4 % перевищують показники учасників 3-ої та 4-ої груп, які використовують режим роботи високої інтенсивності в поєднанні з різними комплексами тренувальних вправ (у першому випадку з вільними

обтяженнями, а в іншому – на тренажерах).

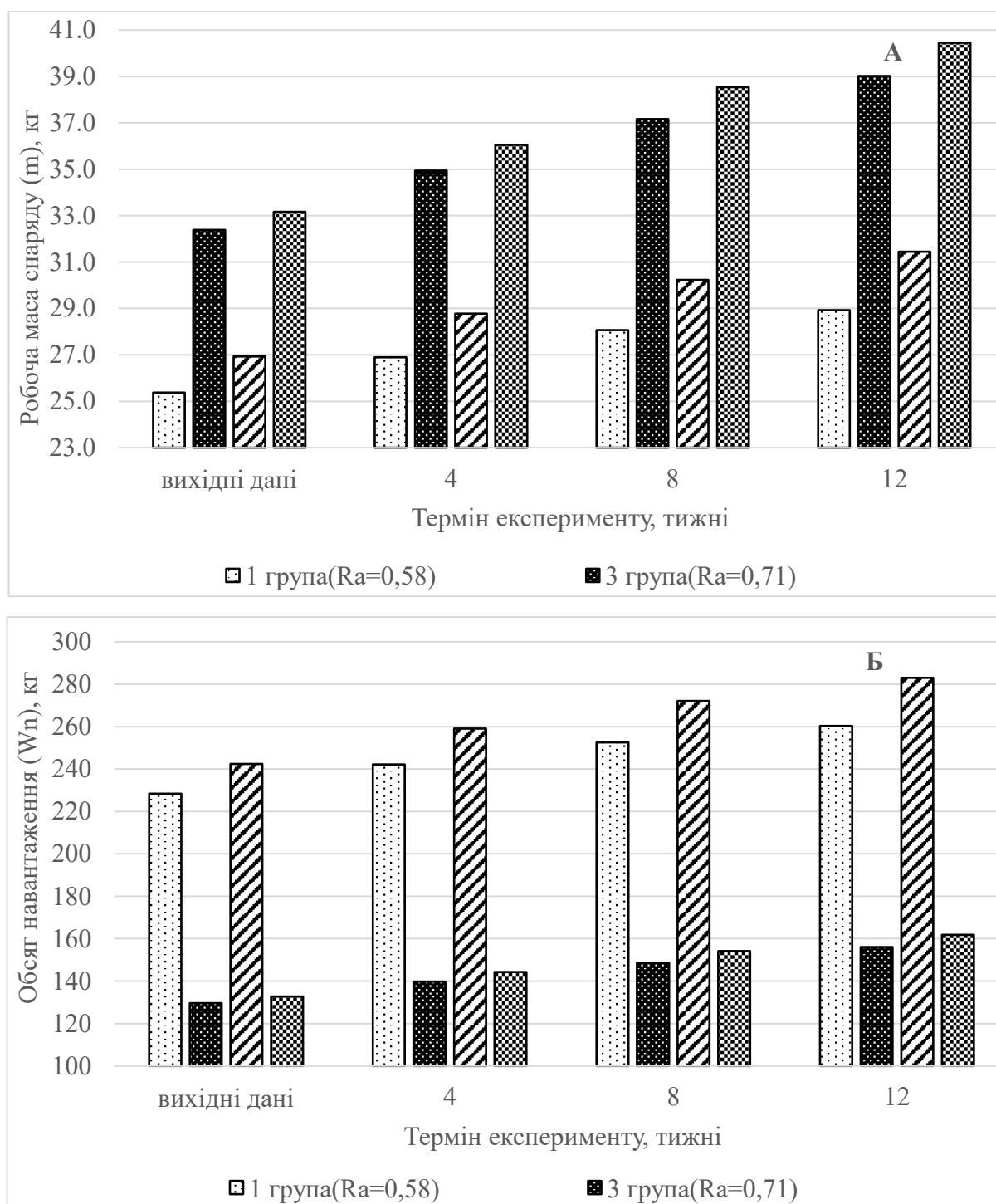
Нижче представлено результати зміни робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті під час виконання учасниками різних груп базових вправ із вільними обтяженнями та на тренажерах на двоголовий м'яз плеча протягом 12-тижневого періоду експерименту в умовах виконання моделей тренувальних занять (рис. 4.3).

Отримані на початку дослідження результати показують, що не зважаючи на подібні параметри розвитку максимальної сили двоголового м'язу плеча у спортсменів різних груп (див. табл. 4.4), маємо суттєву різницю між показниками робочої маси снаряду, так і обсягом виконаної роботи в окремому сеті, що зафіксовані протягом усіх етапів експерименту навіть у тих групах, що використовували однакові за інтенсивністю режими роботи, чи навпаки – подібні за структурою комплекси силових вправ.

Встановлено, що на початку експерименту у представників 4-ої групи показник робочої маси снаряду - на 27,7 % перевищує результати спортсменів 1-ої групи, незважаючи на той факт, що обидві групи виконували контрольну вправу із вільними обтяженнями (див. рис. 4.3.А). Можна припустити, що відповідна різниця між групами щодо використовуваних показників робочої маси снаряду під час виконання контрольної вправ на двоголовий м'яз плеча, насамперед пов'язано з особливістю структури режиму роботи м'язів високої інтенсивності (див. рис. 3.3).

У свою чергу, порівняння величини вихідного показника обсягу навантаження в окремому сеті, яку спортсмени 1-ої та 3-ої груп використовували на початку дослідження, спостерігаємо зовсім іншу ситуацію (див. рис. 4.3.Б) порівняно з результатами робочої маси снаряду. Встановлено, що показник обсягу навантаження в окремому сеті саме у спортсменів 1-ої групи, які використовували режим роботи середньої інтенсивності та разом із силовими вправами із вільними обтяженнями для розвитку двоголового м'язу плеча на - 76,2 % перевищили результати, що показали спортсмени 3-ої групи.

Дослідження особливостей зміни робочої маси снаряду та обсягу



**Рисунок 4.3** – Зміна показників робочої маси снаряду (А) та обсягу навантаження в робочому сеті (Б), які спортсмени різних груп використовували під час виконання контрольних вправ на двоголовий м'яз плеча протягом 12 тижнів

навантаження в окремому сеті у спортсменів 2-ої та 4-ої груп, за умови використання різних режимів навантаження та подібного комплексу вправ на

тренажерах разом із однаковим рівнем розвитку силових можливостей двоголового м'язу плеча, показали такі результати. Так, робоча маса снаряду, зафіксована у спортсменів 4-ої групи на початку дослідження, - на 23,2 % перевищує результати, що отримані у спортсменів 2-ої групи. При цьому, у спортсменів 2-ої та 4-ої груп, так як і в учасників інших двох груп, отримані результати мають зовсім іншу різницю між групами. Встановлено, що використовуваний спортсменами 2-ої груп на початку дослідження показник обсягу навантаження в окремому сеті, для навантаження двоголового м'язу плеча під час виконання вправи на тренажерному пристрої є на 82,7 % ( $p < 0,01$ ) вищим за результати, що були зафіксовані у спортсменів 4-ої групи.

Отримані результати свідчать про те, що за період 12-тижневого дослідження, контрольовані показники робочої маси снаряду (див. рис. 4.3.А) та обсягу навантаження в окремому сеті (див. рис. 4.3. Б) мають зростання своїх параметрів із тією ж самою прогресією, що і у випадку із динамікою розвитку максимальної сили двоголового м'язу плеча (див. табл. 4.4). При цьому, встановлене на початку експерименту відповідне співвідношення між величиною робочої маси снаряду та обсягом навантаження в окремому сеті під час виконання силових вправ на розвиток силових можливостей двоголового м'язу плеча, зберігаються протягом усього періоду дослідження.

Встановлено, що найбільш суттєве зростання показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті - на 21,9 % ( $p < 0,05$ ) під час виконання контрольних вправ на двоголовий м'яз плеча виявлено у спортсменів 4-ої групи, які використовували комплекс силових вправ на тренажерах та режим роботи високої інтенсивності.

Отримані наприкінці дослідження результати свідчать про те, що насамперед спортсмени 1-ої групи, які під час тренувань використовували режим роботи м'язів середньої інтенсивності ( $R_a = 0,58$ ), застосовували найменшу величину робочої маси снаряду в вправах із вільними обтяженнями для навантаження двоголового м'язу плеча. Однак використовувані спортсменами 1-ої групи показники робочої маси снаряду є на 39,8 %

меншими, ніж результати чоловіків 4-ої групи в умовах режиму роботи високої інтенсивності ( $R_a = 0,71$ ) та вправ на тренажерах. При цьому, найбільш високі показники обсягу навантаження в окремому сеті мають спортсмени 2-ої групи і вони є на 81,2 % вищими, за результати, що було зафіксовано у бодібілдерів 3-ої групи. Однак спортсмени 3-ої групи використовують найменший серед усіх обсяг навантаження в окремому сеті, структурні компоненти моделі їх тренувальних занять мають суттєві відмінності від тих, що застосовували під час експерименту спортсмени 2-ої групи.

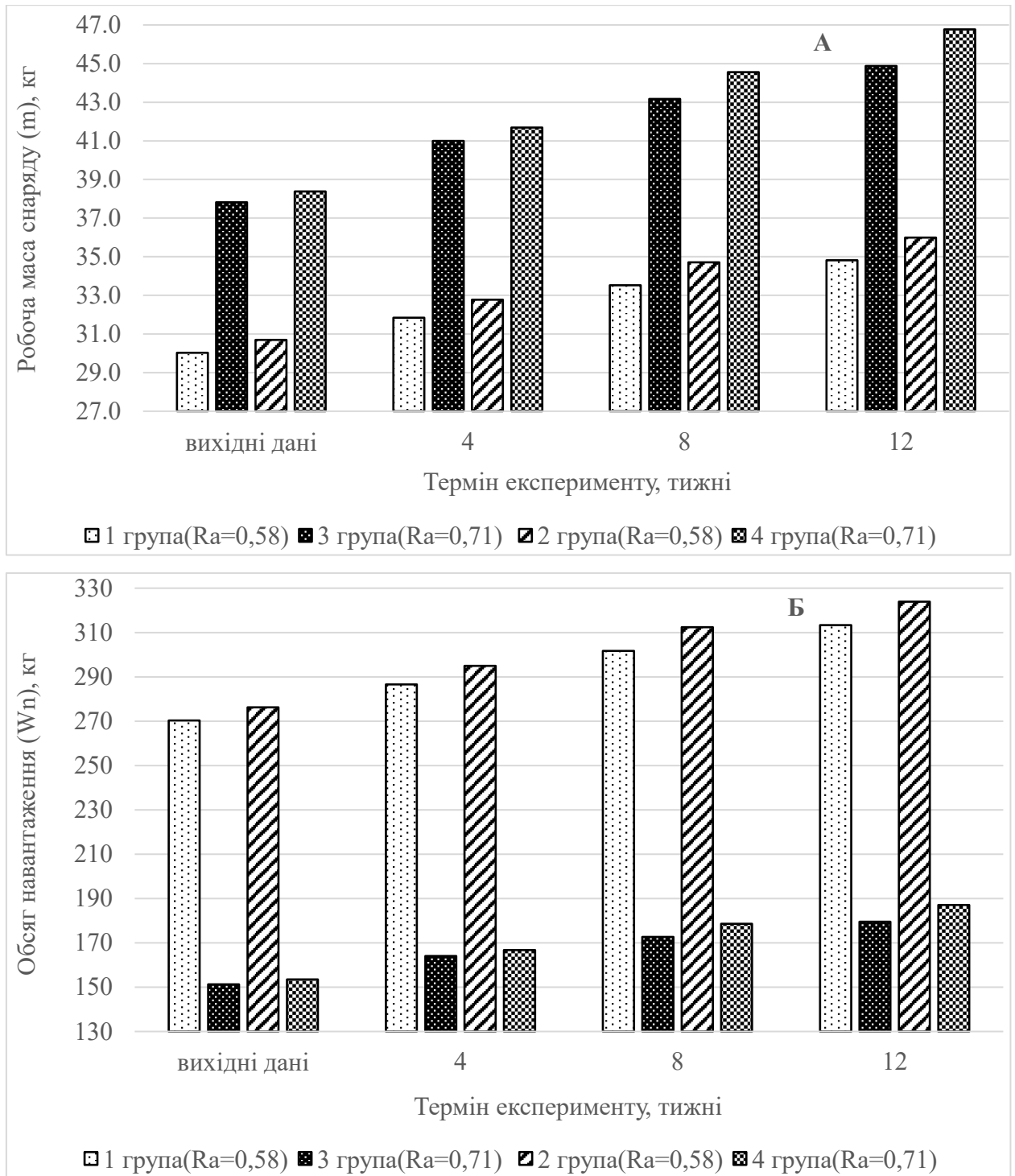
Нижче представлені результати особливостей зміни робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті за 12-тижневий період досліджень, які спортсмени різних груп застосовують під час виконання контрольних вправ на триголовий м'яз плеча з вільними обтяженнями та на тренажерах (рис. 4.4).

Отримані на початку дослідження результати свідчать про те, що не зважаючи на практично однаковий рівень розвитку максимальної сили триголового м'язу плеча (див. табл. 4.5) у спортсменів 1-ої та 3-ої групи під час виконання вправ із вільними обтяженнями, а також учасників 2-ої та 4-ої груп в умовах використання контрольних вправ на тренажерах, величина робочої маси снаряду та обсягу виконаної роботи в окремому сеті у першу чергу залежить від особливостей режимів навантажень, які застосовували спортсмени під час досліджень.

Встановлено, що на початку дослідження у спортсменів 3-ої групи показник робочої маси снаряду був на 25,9 % вищим, ніж параметри, які мають спортсмени 1-ої групи під час виконання контрольної вправи для триголового м'язу плеча. Даний факт свідчить про те, що використання режиму навантажень високої інтенсивності в поєднанні із комплексом вправ із вільними обтяженнями так вплинуло на величину робочої маси снаряду.

На основі порівняльного аналізу результатів величини обсягу навантаження в окремому сеті, яку використовували спортсмени 1-ої та 3-ої груп на початку дослідження було встановлено зовсім інше співвідношення,





**Рисунок 4.4** – Зміна показників робочої маси снаряду (А) та обсягу навантаження в робочому сеті (Б), що спортсмени різних груп використовували під час виконання контрольних вправ на триголовий м'яз плеча протягом 12 тижнів дослідження

ніж у наведених вище даних. Так, використання спортсменами 1-ої групи режиму роботи м'язів середньої інтенсивності сприяло зростанню обсягу

навантаження в окремому сеті - на 78,6 %, ніж у спортсменів 3-ої групи, незважаючи на те, що представники обох груп виконували подібний комплекс вправ із вільними обтяженнями.

Аналіз вихідного рівня показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті під час виконання силових вправ на триголовий м'яз плеча у спортсменів 2-ої та 4-ої груп показав такі тенденції. Встановлено, що величина робочої маси снаряду спортсменів 4-ої групи на початку дослідження є на 25,0 % вищою, ніж результати спортсменів 2-ої групи.

Отримані на початку дослідження результати вказують на те, що показники обсягу навантаження в окремому сеті мають зовсім іншу різницю, ніж дані зміни робочої маси снаряду у спортсменів 2-ої та 4-ої груп. Використана спортсменами 2-ої групи на початку дослідження величина обсягу навантаження в окремому сеті для навантаження триголового м'язу плеча у базовій вправі на тренажерах є на 79,9 % вищою, ніж результати спортсменів 4-ої групи.

Результати 12-тижневого періоду експерименту показують, що робоча маса снаряду та обсяг навантаження в окремому сеті підвищуються з такими самими темпами, як і зростання показників максимальної сили триголового м'язу плеча під час виконання контрольних вправ. При цьому, виявлене нами співвідношення між величиною робочої маси снаряду та обсягом навантаження в окремому сеті у спортсменів усіх 4-ох груп зберігаються протягом усіх етапів дослідження.

Встановлено, що найбільш суттєве підвищення робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті на 21,9 % ( $p < 0,05$ ) відбулося під час виконання контрольних вправ на триголовий м'яз плеча протягом усього періоду дослідження у спортсменів 4-ої групи, які використовували під час тренувань режим роботи високої інтенсивності у поєднанні з силовими вправами на тренажерних пристроях.

Аналіз результатів отриманих у кінці дослідження показує, що у спортсменів 1-ої та 2-ої груп, в умовах використання подібного режиму

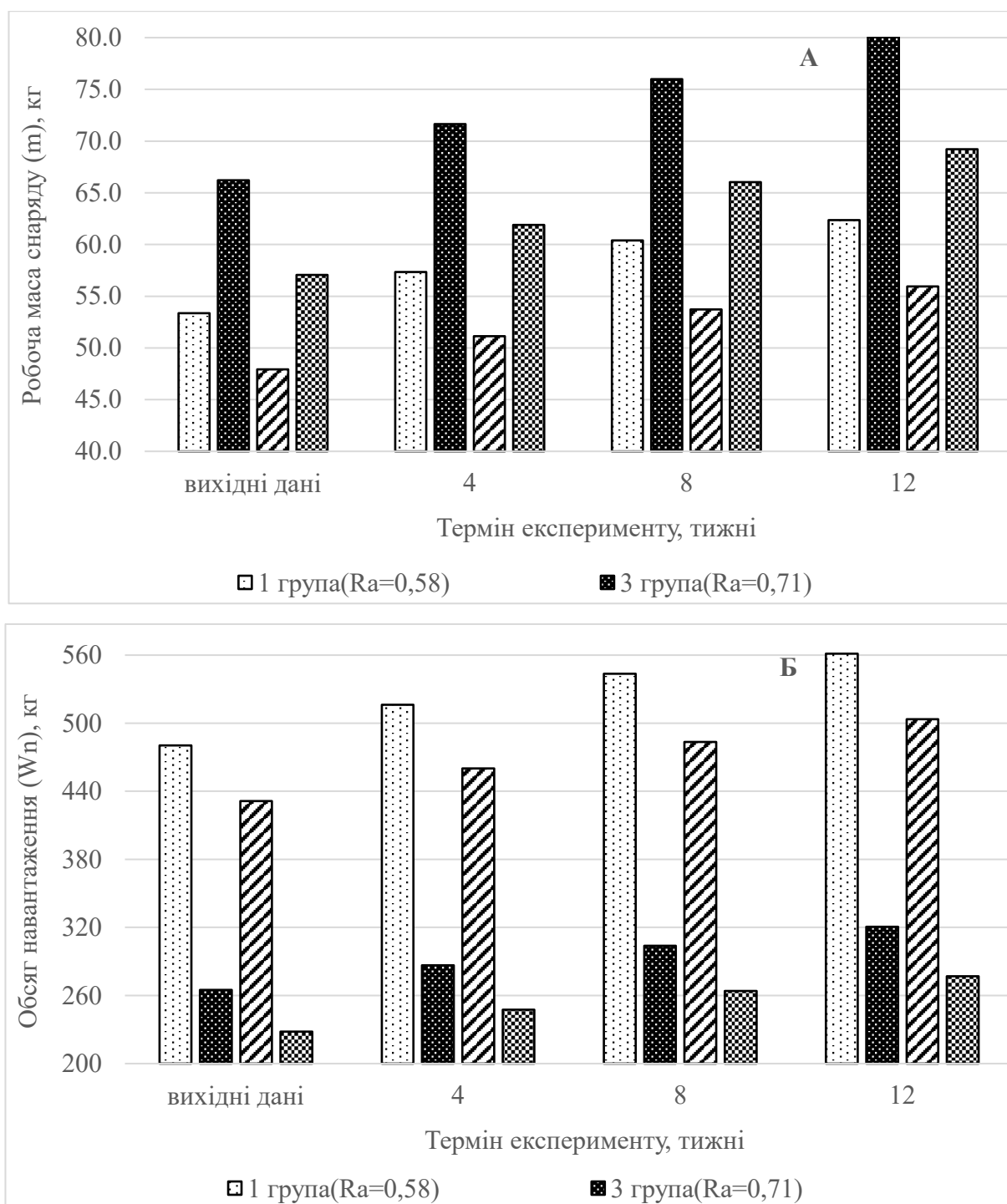
навантажень середньої інтенсивності та різних комплексів тренувальних вправ, робоча маса снаряду має відмінності лише на 3,3 %. Практично подібну різницю (у 4,2 %) маємо у спортсменів 3-ої та 4-ої груп. При цьому, показники робочої маси снаряду у них у середньому є на 30,0 % більшими ( $p < 0,05$ ), ніж у спортсменів інших двох груп.

У свою чергу, виявлені на останньому етапі дослідження результати щодо зміни величини обсягу навантаження в окремому сеті під час виконання контрольних вправ на триголовий м'яз плеча, мають відмінності між спортсменами 1-ої та 2-ої груп лише на 3,4 та 4,1 %, ніж дані спортсменів 3-ої та 4-ої груп. Показники обсягу навантажень в окремому сеті, що використовують спортсмени 1-ої та 2-ої груп під час тренувань в кінці дослідження, перевищують у середньому на 73,1 % ( $p < 0,05$ ) величину контрольованого показника спортсменів 3-ої та 4-ої груп, які використовують режим навантажень високої інтенсивності у поєднанні з комплексами тренувальних вправ із вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях.

Нижче представлено результати зміни показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті під час виконання учасниками різних груп контрольних вправ на м'язи спини протягом 12-тижневого періоду досліджень в умовах використання експериментальних моделей тренувальних занять (рис. 4.5).

Аналіз отриманих на початку дослідження результатів свідчить про те, що серед спортсменів обстежених груп є достовірна різниця між показниками робочої маси снаряду під час виконання вправ на м'язи спини протягом усіх контрольних етапів експерименту, навіть за умов подібності режимів роботи м'язів, чи навпаки – однотипних (із вільними обтяженнями чи на тренажерах) за структурою комплексів силових вправ. Відповідну відмінність між цими групами бачимо під час контролю показників обсягу навантажень в окремому сеті під час навантаження м'язів спини у заданих умовах рухової активності.

Нами виявлено, що показник робочої маси снаряду, зафіксований на початку експерименту у спортсменів 3-ої групи перевищує - на 24,1 % дані



**Рисунок 4.5** – Зміна показників робочої маси снаряду (А) та обсягу навантаження в робочому сеті (Б), що спортсмени використовували під час виконання контрольних вправ для навантаження м'язів спини протягом 12-ти тижнів дослідження

спортсменів 1-ої групи. При цьому, слід звернути увагу, що представники 1-ої та 3-ої груп виконували контрольну вправу для навантаження м'язів спини з

вільними обтяженнями (див. рис. 4.5. А). Даний факт свідчить про те, що відповідна відмінність між групами щодо використовуваних показників робочої маси снаряду під час виконання контрольної вправи на м'язи спини, пов'язана з величиною заданих режимів роботи м'язів високої інтенсивності: амплітуда руху, кількість повторень, тривалість концентричної та ексцентричної фаз руху.

Порівняльний аналіз між вихідними величинами обсягу навантаження в окремому сеті, що використовують під час занять спортсмени 1-ої та 3-ої груп на початку дослідження, показує достовірну різницю між показниками цих груп. При цьому, нами спостерігається зовсім інша тенденція (див. рис. 4.5.Б) порівняно з результатами, встановленими відносно робочої маси снаряду (див. рис.4.5. А). У свою чергу, цей показник обсягу навантаження в окремому сеті саме у спортсменів 1-ої групи на 81,3 % ( $p < 0,01$ ) перевищує результати, ніж у спортсменів 3-ої групи. При цьому, учасники обох груп під час м'язової діяльності використовують подібний комплекс вправ із вільними обтяженнями, але саме режим навантаження впливає на величину обсягу навантаження в окремому сеті.

Аналіз результатів дослідження вихідного рівня робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті під час виконання силових вправ на м'язи спини у спортсменів 2-ої та 4-ої груп показує різну тенденцію до зрушень залежно від особливостей використовуваної моделі тренувальних занять. Встановлено, що не зважаючи на подібний рівень розвитку показника максимальної сили м'язів спини у спортсменів цих груп на початку дослідження, величина робочої маси снаряду, що зафіксована у спортсменів 4-ої групи є на 19,1 % вищою ( $p < 0,05$ ), ніж результати спортсменів 2-ої групи.

У свою чергу, аналіз характерів зрушень показників обсягу навантаження в окремому сеті залежно від особливостей використовуваних спортсменами 2-ої та 4-ої груп моделей тренувальних занять під час виконання силових вправ для навантаження м'язів спини на тренажері має зовсім іншу тенденцію, стосовно зміни показника робочої маси снаряду. Отримані

результати вказують на те, що використаний спортсменами 2-гої групи на початку дослідження показник обсягу навантаження в окремому сеті у базовій вправі для м'язів спини на тренажері є на 88,9 % вищим ( $p < 0,01$ ), ніж результати спортсменів 4-ої групи.

Отримані результати досліджень свідчать про зростання показників робочої маси снаряду (див. рис. 4.5.А) та обсягу навантаження в окремому сеті (див. рис. 4.5.Б) під час виконання контрольних вправ. Разом з цим, показники робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті зростають за тією ж самою прогресією, як і динаміка розвитку максимальної сили м'язів спини (див. табл. 4.3). При цьому, встановлене на початку експерименту відповідне співвідношення між величиною робочої маси снаряду та обсягом навантаження в окремому сеті під час виконання силових вправ на розвиток м'язів спини, зберігається протягом усього періоду дослідження.

Отже, саме у спортсменів 4-ої групи, які використовували комплекс силових вправ на тренажерах та режим роботи м'язів високої інтенсивності, маємо найбільше зростання робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті - на 21,3 % ( $p < 0,05$ ) під час виконання контрольних вправ для навантаження м'язів спини протягом усього періоду дослідження.

Отримані наприкінці дослідження результати свідчать про те, що спортсмени 2-ої групи, які під час тренувань використовували режим роботи середньої інтенсивності, застосовували найменшу величину робочої маси снаряду під час виконання вправ на тренажерах для навантаження м'язів спини. При цьому, у спортсменів 2-ої групи показники робочої маси снаряду, які вони використовували протягом експерименту є на 23,7 % меншими ( $p < 0,05$ ), ніж результати спортсменів 4-ої групи, які застосовували під час тренувань найбільші його величини в умовах режиму навантажень високої інтенсивності у поєднанні із комплексом вправ на тренажерах.

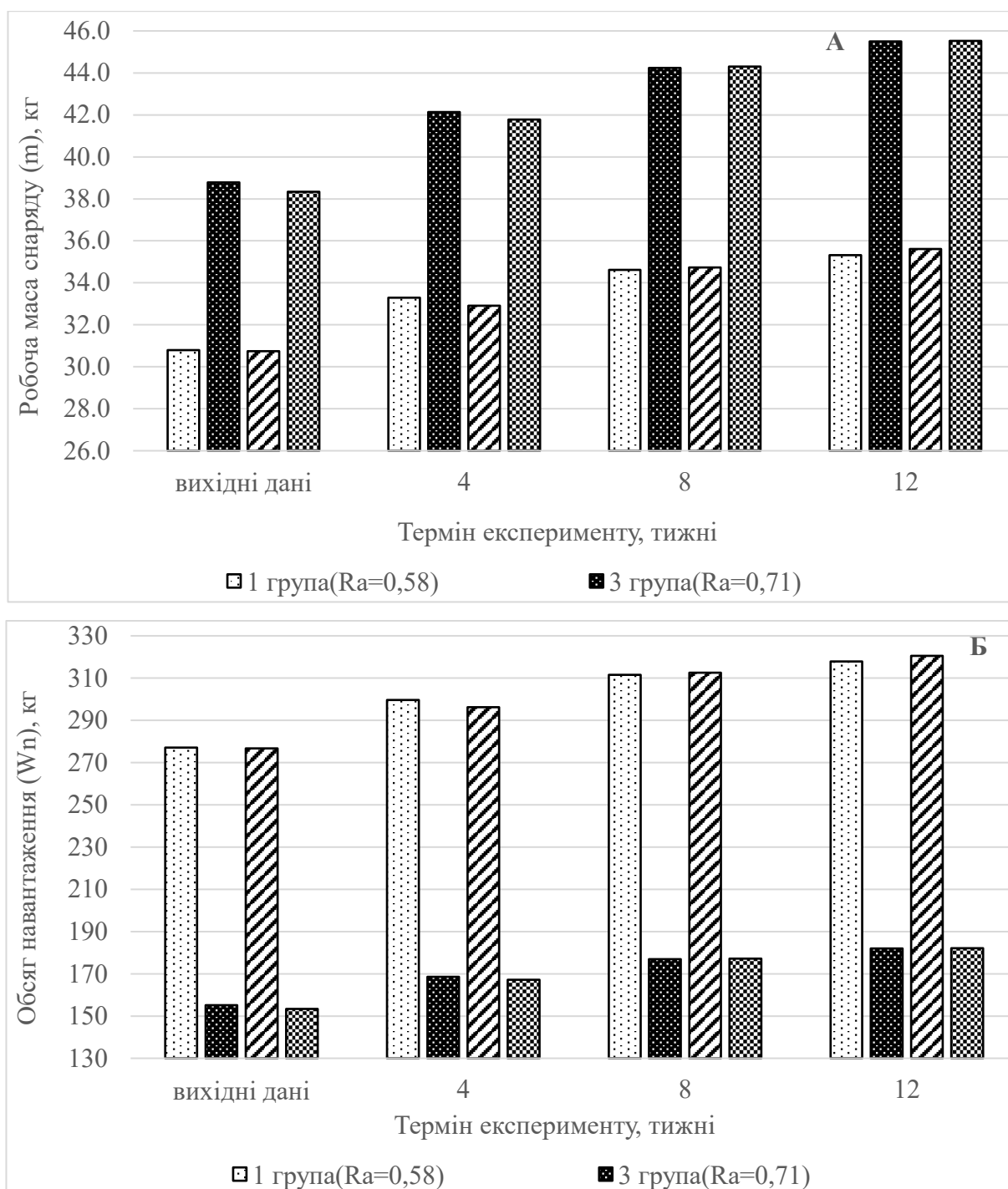
Встановлено, що протягом останніх 4 тижнів дослідження найбільші показники обсягу навантаження в окремому сеті під час виконання контрольних вправ із вільними обтяженнями на м'язи спини були показані

спортсменами 1-ої групи в умовах режиму роботи середньої інтенсивності. При цьому, встановлені спортсменами 1-ої групи результати є у 2 рази вищими, ніж показники обсягу навантажень в окремому сеті, що були показані бодібілдерами 4-ої групи. Таким чином, саме спортсмени 4-ої групи на даному етапі експерименту використовують найнижчі серед усіх учасників показники обсягу навантаження в окремому сеті та найвищу величину робочої маси снаряду під час тренувальної діяльності, спрямованої на зростання максимальної сили м'язів спини.

Нижче представлено результати особливостей зміни показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті в умовах використання розроблених моделей тренувальних занять, які спортсмени всіх обстежених груп застосовують під час виконання контрольних вправ для навантаження дельтоподібних м'язів із вільними обтяженнями або на тренажерах (рис. 4.6).

Отримані на початку дослідження результати показують, що не зважаючи на практично однаковий рівень розвитку максимальної сили дельтоподібного м'язу (див. табл. 4.2) у спортсменів 1-ої та 3-ої груп під час силових вправ із вільними обтяженнями, а також між спортсменами 2-ої та 4-ої груп під час виконання контрольних вправ на тренажерах, величина робочої маси снаряду та обсягу виконаної роботи в окремому сеті в першу чергу залежить від особливостей режимів роботи м'язів, які задіяли спортсмени.

Аналіз результатів досліджень виявлених на початку експерименту вказує на те, що у спортсменів 3-ої групи показник робочої маси снаряду є на 25,9 % вищим, ніж показники спортсменів 1-ої групи під час виконання контрольної вправи для навантаження дельтоподібних м'язів. На основі порівняльного аналізу результатів величини обсягу навантаження в окремому сеті, які використовують спортсмени 1-ої та 3-ої груп на початку дослідження було встановлено зовсім інше співвідношення, ніж наведені вище дані. Так, отримані результати свідчать про те, що використання спортсменами 1-ої групи режиму роботи середньої інтенсивності сприяло тому, що показник обсягу навантаження в окремому сеті є на 78,6 % вищим, ніж значення, які



**Рисунок 4.6** - Зміна показників робочої маси снаряду (А) та обсягу навантаження у робочому сеті (Б), що спортсмени різних груп використовували для навантаження дельтоподібних м'язів протягом 12-тижнів дослідження

мають спортсмени 3-ої групи, незважаючи на те, що представники обох груп виконували подібний комплекс вправ із вільними обтяженнями.



Встановлено, що на початку дослідження показники робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті, під час навантаження дельтоподібних м'язів спортсменами 2-ої та 4-ої груп мають різне міжгрупове співвідношення контрольованих показників. При цьому, рівень розвитку максимальної сили дельтоподібних м'язів у спортсменів даних груп на початку дослідження є таким же самим.

Результати використання спортсменами обстежених груп розроблених нами моделей тренувальних занять вказують на те, що величина робочої маси снаряду (див. рис. 4.6 .А) та обсягу навантаження в окремому сеті (див. рис. 4.6. Б) змінюється із такою ж самою прогресією, що сприяла позитивним змінам у розвитку максимальної сили грудних м'язів (див. табл. 4.2). При цьому, аналіз результатів зафіксованих протягом усіх етапів експерименту свідчить про те, що виявлене на його початку співвідношення між величиною робочої маси снаряду та обсягом навантаження в окремому сеті у спортсменів усіх 4 груп зберігаються протягом усього 12-тижневого періоду використання експериментальних моделей тренувальних занять.

Встановлено, що протягом усього періоду дослідження найбільш суттєве підвищення показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті на 18,7 % ( $p < 0,05$ ) є під час навантаження дельтоподібних м'язів спортсменів 4-ої групи, які використовували комплекс силових вправ на тренажерах та режим роботи м'язів високої інтенсивності.

На основі аналізу результатів отриманих наприкінці дослідження було встановлено, що саме у спортсменів 1-ої та 2-ої групи, в умовах використання протягом експерименту подібного режиму роботи середньої інтенсивності та різними комплексами тренувальних вправ, показник робочої маси снаряду під час навантаження дельтоподібних м'язів, має практично однакові значення і при цьому в середньому є меншим - на 28,9 % ( $p < 0,05$ ), ніж дані, спортсменів інших двох груп. У свою чергу, показники обсягу навантаження в окремому сеті, які на даному етапі дослідження практично є ідентичними у спортсменів 1-ої та 2-ої груп, у середньому є - на 76,1 % вищими ( $p < 0,01$ ), ніж дані

спортсменів 3-ої та 4-ої груп, що використовують режими роботи м'язів високої інтенсивності разом із різними комплексами тренувальних вправ.

Таким чином, на основі аналізу отриманих результатів щодо особливостей зміни показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті, що використовуються спортсменами різних груп під час виконання тренувальних вправ на певну м'язову груп в умовах застосування розроблених моделей тренувальних занять на етапі спеціалізованої базової підготовки у бодібілдингу, можна зробити наступні узагальнення:

- під час ідентичних показниках розвитку максимальної сили тієї чи іншої м'язової групи, саме у спортсменів 4-ої групи, які використовували розроблені нами моделі тренувальних занять з комплексом вправ на тренажерних пристроях у поєднанні з режимом роботи високої інтенсивності, показник робочої маси снаряду є найбільшим. При цьому, в заданих умовах м'язової діяльності спортсмени даної групи під час тренувальних занять використовують найменші показники обсягу навантажень в окремому сеті;

- використання під час тренувальної діяльності моделі тренувальних занять з комплексом вправ із вільними обтяженнями в поєднанні з режимом роботи м'язів середньої інтенсивності, призводить до того, що спортсмени 1-ої групи, не зважаючи на практично однаковий вихідний рівень розвитку силових можливостей порівняно з іншими учасниками, застосовують найменші показники робочої маси снаряду. Однак, вони в заданих умовах м'язової діяльності під час тренувальних занять використовують найбільші показники обсягу навантажень в окремому сеті.

- величина показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті, які спортсмени використовують у тренувальному процесі, переважно залежить від особливостей режимів роботи м'язів спортсменів. При цьому, використання різних комплексів вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях на величину досліджуваних показників не впливає.

### **4.3 Зміна морфометричних показників тіла бодібілдерів в умовах використання різних комплексів вправ та режимів роботи м'язів під час тренувальних занять**

У сучасній системі підготовки в бодібілдингу, контроль за характером зміни морфометричних показників тіла спортсменів дозволяє чітко визначити особливості впливу різних за структурою та величиною силових навантажень на процеси довготривалої адаптації організму до відповідних умов м'язової діяльності [4, 27, 176]. Тому цілком закономірно, що дослідження проблеми пошуку оптимальних варіантів поєднання найбільш ефективних комплексів тренувальних вправ із різними за обсягом та інтенсивністю режимами навантаження – є одним із пріоритетних напрямів науково-дослідної роботи широкої плеяди фахівців з фізичного виховання і спорту [19, 31, 136].

Тому, одним із першочергових завдань нашого досліджень було визначення особливостей зміни показників обвідних розмірів тіла та компонентного складу маси тіла спортсменів усіх чотирьох груп в умовах використання експериментальних моделей тренувальних занять з відповідною варіативністю поєднання комплексів вправ з вільними обтяженнями чи на тренажерах із застосуванням різної інтенсивності роботи груп м'язів.

Нижче представлено результати динаміки обвідних розмірів грудної клітки у спортсменів різних груп в умовах використання запропонованих окремо експериментальних моделей тренувальних занять (табл. 4.7).

Отримані на початку дослідження результати обвідних розмірів грудної клітки спортсменів усіх 4 груп показують однаковий рівень розвитку та не мають достовірної відмінності, що підтверджено за допомогою критерій Краскела Уолліса. Виявлена ідентичність величини контрольованих показників між учасниками експериментальних груп на початку дослідження, дозволяє чітко визначити ефективність впливу запропонованих моделей тренувальних занять протягом 12-тижневого етапу досліджень на характер адаптаційних змін в їх організмі за рахунок зростання м'язової маси тіла.

**Таблиця 4.7** – Зміна обвідних розмірів грудної клітки (см) у бодібілдерів різних груп під час дослідження, (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	109,00 (3,12) N = 9,69 p = 0,07	108,15 (2,75) -0,8 % <sup>1*</sup>	109,25 (2,88) 1,0 % <sup>1*</sup>	110,40 (2,30) 1,0 % <sup>1*</sup> 1,3 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 37.75^{***}$ W = 0.78 <sup>***</sup>
3	107,00 (1,28) N = 9,69 p = 0,07	108,80 (1,30) 1,7 % <sup>1*</sup>	110,15 (1,15) 1,2 % <sup>1*</sup>	111,15 (0,87) 0,9 % <sup>1*</sup> 3,9 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48.00^{***}$ W = 1.00 <sup>***</sup>
2	107,35 (4,75) N = 9,69 p = 0,07	107,00 (4,65) -0,3 <sup>1</sup>	108,20 (4,33) 1,1 % <sup>1*</sup>	110,50 (4,57) 2,1 % <sup>1*</sup> 2,9 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 45.99^{***}$ W = 0.95 <sup>***</sup>
4	109,50 (2,87) N = 9,69 p = 0,07	112,50 (1,98) 2,7 % <sup>1*</sup>	113,85 (1,20) 1,2 % <sup>1*</sup>	114,85 (1,02) 0,9 % <sup>1*</sup> 4,9 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 47.71^{***}$ W = 0.99 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

Виявлені після 4 тижнів використання учасниками дослідження експериментальних моделей тренувальних занять вказують на те, що достовірне зростання обвідних розмірів грудної клітки маємо лише у спортсменів 3-ої (на 1,7 %, p < 0,05) та 4-ої груп (на 2,7 %, p < 0,05), порівняно з вихідними даними. При цьому, у спортсменів 1-ої та 2-ої груп, які використовували під час тренувань режим роботи середньої інтенсивності ( $R_a = 0,58$ ) не залежно від комплексу силових вправ, змін цього морфометричного показника не відбулось.

Результати дослідження виявлені після 8 тижнів досліджень свідчать про те, що серед представників усіх 4-ох груп не залежно від особливостей моделей тренувальних занять, які вони використовували в умовах м'язової діяльності, обвідні розміри грудної клітки мають позитивні зрушення - на 1,1 % (p < 0,05), порівняно з результатами після 4 тижнів експерименту.

Встановлено, що отримані протягом останніх 4-ох тижнів дослідження результати вказують на те, що у спортсменів 2-ої групи, які використовували під час тренувань режим роботи груп м'язів середньої інтенсивності в комбінації з комплексами вправ на тренажерах, темпи зростання обвідних розмірів грудної клітки є у 2 рази швидшими, ніж у бодібілдерів інших груп.

Аналіз результатів дослідження показує позитивну динаміку збільшення обвідних розмірів грудної клітки спортсменів усіх обстежених груп, але з різною прогресією. Так, найбільше зростання цього морфометричного показника (на 4,9 %,  $p < 0,05$ ) маємо у спортсменів 4-ої групи в умовах режимів роботи груп м'язів високої інтенсивності разом із комплексами вправ на тренажерах. Однак, найменшу тенденцію до збільшення обвідних розмірів м'язів грудної клітки (тільки на 1,3 %,  $p < 0,05$ ), мають спортсмени 1-ої групи, які використовували під час тренувань режим роботи середньої інтенсивності разом із комплексами вправ із вільними обтяженнями.

Нижче представлено результати динаміки обвідних розмірів м'язів плеча у спортсменів різни груп в умовах використання 12-тижневого періоду досліджень запропонованих моделей тренувальних занять, що мають відмінності між собою за варіативністю використання комплексів силових вправ (з вільною вагою обтяження чи на тренажерах) та режимами роботи груп м'язів високої та середньої інтенсивності (табл. 4.8).

Аналіз отриманих даних на початку дослідження свідчить про те, що показники обвідних розмірів м'язів плеча у представників усіх 4 груп не мають відмінностей один від одного, що було доведено за допомогою методів математичної статистики. Отримані результати дозволять нам виявити ступінь впливу різних варіацій поєднання режимів роботи та запропонованих комплексів силових вправ на характер процесів довготривалої адаптації організму спортсменів до подібного стресового подразника, а також виявити темпи зростання м'язової маси.

Результати досліджень виявлені після перших 4 тижнів використання спортсменами різних груп розроблених моделей занять показують зростання

**Таблиця 4.8** – Зміна обвідних розмірів плеча (см) у бодібілдерів обстежених груп протягом дослідження, (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	38,75 (1,10) H = 2,83 p = 0,41	38,60 (1,22) -0,4% <sup>1</sup>	39,35 (0,87) 1,9 % <sup>1*</sup>	39,90 (0,68) 1,4 % <sup>1*</sup> 2,9 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 39,88^{***}$ W = 0,83 <sup>***</sup>
3	38,60 (1,08) H = 2,83 p = 0,41	39,30 (1,03) 1,8 % <sup>1*</sup>	40,10 (0,67) 2,0 % <sup>1*</sup>	40,60 (0,82) 1,2 % <sup>1*</sup> 5,2 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
2	38,30 (1,27) H = 2,83 p = 0,41	38,05 (1,35) -0,6 % <sup>1</sup>	38,85 (1,50) 2,1 % <sup>1*</sup>	39,85 (0,97) 2,5 % <sup>1*</sup> 4,0 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 45,00^{***}$ W = 0,93 <sup>***</sup>
4	38,95 (1,45) H = 2,83 p = 0,41	39,95 (1,18) 2,5 % <sup>1*</sup>	40,80 (1,23) 2,1 % <sup>1*</sup>	41,60 (1,15) 1,9 % <sup>1*</sup> 6,8 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

обвідних розмірів м'язів плеча лише у спортсменів 3-ої (на 1,8 %, p < 0,05) та 4-ої груп (на 2,5 %, p < 0,05). У свою чергу, у спортсменів 1-ої та 2-ої груп спостерігаємо лише незначну тенденцію до зменшення обвідних розмірів цього показника, можливо за рахунок зниження рівня жирової маси, що відбулось внаслідок використання великого обсягу навантаження в окремому сеті.

Встановлено, що за період другого місяця тренувань в заданих умовах м'язової діяльності, обвідні розміри м'язів плеча спортсменів усіх груп показують позитивну динаміку до зростання у середньому - на 2,0 % (p < 0,05), незалежно від особливостей використаних моделей занять.

Отримані протягом останніх 4 тижнів експериментальних досліджень результати свідчать про те, що найбільше зростання показника маємо у

спортсменів 2-ої групи (на 2,5 %,  $p < 0,05$ ) в умовах використання режиму роботи середньої інтенсивності у поєднанні з комплексом вправ на тренажерах. Встановлено, що найменшу тенденцію до його зростання маємо у спортсменів 2-ої групи (на 1,2 %,  $p < 0,05$ ), які використовували під час тренувань режим роботи високої інтенсивності у комбінації із комплексом вправ із вільними обтяженнями.

Отримані результати протягом 12-тижневого періоду досліджень показують позитивну динаміку зростання обвідних розмірів м'язів плеча у спортсменів різних груп, незалежно від особливостей використаних ними експериментальних моделей тренувальних занять. Однак, під час досліджень встановлено, що найменші зрушення обвідних розмірів м'язів плеча (на 2,9 %,  $p < 0,05$ ) зафіксовано у спортсменів 1-ої групи. У свою чергу, у спортсменів 4-ої групи в умовах використання режиму роботи високої інтенсивності у поєднанні з комплексом вправ на тренажерах, маємо найбільшу динаміку зростання величини обвідних розмірів м'язів плеча, які у 2-3 рази перевищують результати бодібілдерів 1-ої групи.

Нижче представлені результати зміни обвідних розмірів м'язів стегна у бодібілдерів різних груп на етапі спеціалізованої базової підготовки під час використання експериментальних моделей тренувальних занять (табл. 4.9).

Аналіз результатів на початку дослідження щодо величини обвідних розмірів м'язів стегна у спортсменів показав відповідні відмінності між спортсменами 4-ої та 2-ої груп (на 1,9 %,  $p < 0,05$ ). Однак, результати даного тестування у спортсменів 1-3 груп, не мають суттєвих відмінностей.

Результати досліджень, після першого місяця тренувань спортсменів різних групи з певною варіативністю поєднання різних за інтенсивністю режимів навантаження та комплексів силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях, показують досить строкату тенденцію до змін.

Так, достовірне зростання показників обвідних розмірів м'язів стегна виявлено у спортсменів 3-ої (на 1,8 %,  $p < 0,05$ ) та 4-ої груп (на 2,4 %,  $p < 0,05$ ), порівняно з вихідними даними. Однак, у спортсменів 1-ої групи, які

**Таблиця 4.9** – Зміна обвідних розмірів м'язів стегна (см) у бодібілдерів різних груп протягом дослідження, (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n=64)

Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df=3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	57,00 (1,68) N = 19,99* p = 0,03	56,10 (1,27) -1,6 % <sup>1*</sup>	57,20 (1,50) 1,9 % <sup>1*</sup>	58,00 (1,28) 1,4 % <sup>1*</sup> 1,7 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 41,28^{***}$ W = 0,86 <sup>***</sup>
3	56,20 (2,18) N = 19,99* p=0,03	57,25 (1,68) 1,8 % <sup>1*</sup>	58,00 (1,75) 1,3 % <sup>1*</sup>	58,20 (1,28) 1,0 % <sup>1</sup> 3,5 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 45,90^{***}$ W = 0,95 <sup>***</sup>
2	56,45 (2,73) N = 19,99* p = 0,03	56,15 (2,70) -0,5 % <sup>1</sup>	57,40 (2,62) 2,2 % <sup>1*</sup>	58,00 (1,87) 1,0 % <sup>1</sup> 2,7 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 46,21^{***}$ W = 0,96 <sup>***</sup>
4	58,50 (1,45) N = 19,99* p = 0,03	59,90 (1,47) 2,4 % <sup>1*</sup>	60,75 (1,18) 1,4 % <sup>1*</sup>	61,25 (0,87) 0,8 % <sup>1</sup> 4,7 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 47,71^{***}$ W = 0,99 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

використовували під час занять режим роботи м'язів середньої інтенсивності ( $R_a = 0,58$ ), маємо достовірне зниження цього показника - на 1,6 % (p < 0,05). Даний факт свідчить про активацію компенсаторних механізмів в організмі спортсменів цієї групи в заданих умовах м'язової діяльності.

Результати зміни параметрів обвідних розмірів м'язів стегна у спортсменів усіх груп після другого місяця занять показують позитивну динаміку контрольованих показників незалежно від особливостей запропонованих їм моделей тренувальних занять. Таку саму позитивну тенденцію збільшення обвідних розмірів м'язів стегна у спортсменів усіх чотирьох груп було виявлено в останніх чотирьох тижнях дослідження.

Аналіз результатів дослідження протягом усього періоду використання спортсменами експериментальних моделей тренувальних занять, показує



позитивну динаміку збільшення обвідних розмірів м'язів стегна, але з різною прогресією. Так, найбільше зростання цього показника маємо у спортсменів 4-ої групи (на 4,7 %,  $p < 0,05$ ) під час використання режиму навантажень високої інтенсивності у поєднанні з комплексом вправ на тренажерах. А найменшу тенденцію до збільшення обвідних розмірів м'язів стегна маємо у спортсменів 1-ої групи (на 1,7 %,  $p < 0,05$ ), які використовували під час тренувань зовсім протилежну спортсменам 4-ої групи модель тренувальних занять.

Нижче представлено результати динаміки обвідних розмірів м'язів гомілки спортсменів різних груп протягом 12 тижнів використання різної варіативності комплексів силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах у поєднанні з режимами роботи високої чи середньої інтенсивності (табл. 4.10).

**Таблиця 4.10** – Зміна обвідних розмірів м'язів гомілки (см) у бодібілдерів різних груп під час дослідження, (медіана, міжквартильний розмах (IQR),  $n = 64$ )

Групи	Термін спостереження, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	38,60 (1,08) H = 6,53 p = 0,08	38,10 (1,05) -1,1 % <sup>1</sup>	39,00 (0,95) 2,3 % <sup>1*</sup>	39,05 (0,85) 0,1 % <sup>1</sup> 1,2 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 41,26^{***}$ W = 0,86 <sup>***</sup>
3	38,50 (0,85) H = 6,53 p = 0,08	39,05 (1,02) 1,4 % <sup>1*</sup>	39,45 (0,92) 1,0 % <sup>1*</sup>	39,50 (0,82) 0,1 % <sup>1</sup> 2,6 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 45,19^{***}$ W = 0,94 <sup>***</sup>
2	38,70 (1,15) H = 6,53 p = 0,08	38,55 (1,18) 0,4 % <sup>1</sup>	39,40 (1,15) 1,0 % <sup>1*</sup>	39,40 (0,95) 0,0 % <sup>1</sup> 1,8 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 37,54^{***}$ W = 0,78 <sup>***</sup>
4	39,00 (0,80) H = 6,53 p = 0,08	40,00 (0,45) 2,5 % <sup>1*</sup>	40,45 (0,77) 1,1 % <sup>1*</sup>	40,30 (0,78) -0,4 % <sup>1</sup> 3,3 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 42,22^{***}$ W = 0,88 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,001$ .

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

Дослідження вихідних величин обвідних розмірів м'язів гомілки учасників різних груп, до початку використання розроблених моделей тренувальних занять показує, що контрольовані показники не мають достовірної різниці один від одного. Дану обставину підтверджують результати критерію Краскела Уолліса. У зв'язку з цим, отримані дані вихідних параметрів обвідних розмірів м'язів гомілки учасників усіх груп, дозволяють нам виявити ефективність впливу різних варіацій поєднання режимів навантаження та запропонованих комплексів силових вправ на характер процесів довготривалої адаптації організму спортсменів.

Отримані після перших 4 тижнів експерименту результати свідчать про те, що у спортсменів 4-ої групи маємо зростання обвідних розмірів м'язів гомілки на 2,5 % ( $p < 0,05$ ), а у представників 3-ої групи – на 1,4 % ( $p < 0,05$ ), відповідно. При цьому, у бодібілдерів інших двох груп, які використовували в моделях тренувальних занять режим роботи середньої інтенсивності – достовірних змін цього морфометричного показника не відбулося.

У процесі аналізу результатів досліджень фіксованих протягом другого місяця тренувань було встановлено, що обвідні розміри м'язів гомілки представників 2-4-ої груп мають позитивну динаміку зростання у середньому - на 1,0 % ( $p < 0,05$ ), незалежно від режиму роботи та особливостей комплексу тренувальних вправ. При цьому, найбільше зростання цього показника (на 2,3 %,  $p < 0,05$ ) було отримано у спортсменів 1-ої групи.

Результати третього місяця експериментальних досліджень свідчать про те, що незважаючи на достатню різницю в структурі, величині інтенсивності та обсягу силових навантажень згідно моделей тренувальних занять, показники обвідних розмірів м'язів гомілки не змінюють своїх параметрів.

Встановлено, що отримані за весь період дослідження результати свідчать про позитивну тенденцію до збільшення обвідних розмірів м'язів гомілки у спортсменів цих груп. Однак, встановлено, що найменше збільшення обвідних розмірів м'язів гомілки (на 1,2 %,  $p < 0,05$ ) маємо у спортсменів 1-ої групи, які використовували під час тренувань режим

навантажень високої інтенсивності у поєднанні з вправами із вільними обтяженнями. Зато у спортсменів 4-ої групи в умовах використання зовсім протилежної моделі тренувальних занять, маємо найбільшу динаміку зростання цього показника (на 3,3 %,  $p < 0,05$ ), порівняно із вихідними даними.

Таким чином, на основі отриманих результатів дослідження щодо особливостей зміни обвідних розмірів м'язів тіла (грудної клітки, плеча, стегна та гомілки) у спортсменів чотирьох груп в умовах використання розроблених моделей тренувальних занять на етапі спеціалізованої базової підготовки у бодібілдингу, можна зробити наступні узагальнення:

- найбільш прискорене збільшення обвідних розмірів м'язів тіла за рахунок гіпертрофії переважно швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «Б» відбувається в умовах використання моделі тренувальних занять з комплексом тренувальних вправ на тренажерних пристроях у поєднанні з режимом роботи груп м'язів високої інтенсивності;

- використання в процесі моделювання тренувальних занять режиму навантажень середньої інтенсивності у поєднанні з комплексом силових вправ з вільними обтяженнями призводить до мінімального зростання параметрів обвідних розмірів м'язів тіла, що можливо пов'язано з активацією компенсаторних механізмів у організмі спортсменів внаслідок енергетичного

- дефіциту викликаного великим обсягом навантажень та зниженням адаптаційних резервів.

Результативність у змагальній діяльності спортсменів оцінюється не лише за показниками симетричного розвитку м'язової маси певних груп м'язів, але й від рівня їх жирової маси [48, 188]. Саме спортсмени з низьким рівнем жирової маси тіла та симетрично розвиненими м'язовими групами, мають найбільші шанси на перемогу під час змагань у бодібілдингу. Таким чином, одним із важливих та одночасно інформативних критеріїв оцінки ефективності тренувальної діяльності у бодібілдингу, є контроль за показниками компонентного складу маси тіла [66, 93].

Нижче представлено результати зміни показників активної клітинної

маси тіла (%) у спортсменів різних груп в умовах використання експериментальних моделей тренувальних занять (табл. 4.11).

**Таблиця 4.11** – Зміна показників активної клітинної маси тіла (%) у бодібілдерів різних груп під час дослідження, (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	61,93 (4,66) N = 1,74 p = 0,62	62,68 (4,74) 0,7 % <sup>1*</sup>	63,21 (4,79) 0,5 % <sup>*</sup>	63,35 (4,74) 0,1 % <sup>1</sup> 1,4 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 48,00^{***}$ W = 1,00 <sup>***</sup>
3	63,13 (0,97) N = 1,74 p = 0,62	63,77 (1,03) 0,6 % <sup>1</sup>	64,01 (1,16) 0,2 % <sup>1</sup>	64,27 (1,17) 0,2 % <sup>1</sup> 1,1 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 39,71^*$ W = 0,82 <sup>*</sup>
2	62,93 (3,82) N = 1,74 p = 0,62	62,74 (4,79) -0,2 % <sup>1</sup>	63,18 (4,91) 0,4 % <sup>1</sup>	63,43 (4,67) 0,2 % <sup>1</sup> 0,5 % <sup>2</sup>	$\chi^2 = 39,85^*$ W = 0,83 <sup>*</sup>
4	62,50 (3,00) N = 1,74 p = 0,62	62,90 (2,84) 0,4 % <sup>1</sup>	63,34 (2,43) 0,4 % <sup>1</sup>	63,83 (1,96) 0,5 % <sup>1</sup> 1,3 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 38,02^*$ W = 0,79 <sup>*</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** <sup>\*</sup> – різниця статистично занчуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** <sup>\*\*\*</sup> – різниця статистично занчуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

Отримані на початку дослідження результати свідчать про те, що вихідні показники (АКМТ) не мають достовірних відмінностей між спортсменами обстежених груп, що дозволяє більш детально оцінити вплив використовуваних під час експерименту навантажень на характер зміни даного показника біоімпедансометрії.

Виявлені після перших 4 місяців використання спортсменами різної варіативності поєднання запропонованих режимів роботи м'язів із комплексами силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах результати зміни показника АКМТ показують достовірне зростання лише у

спортсменів 1-ої групи. На даному етапі серед спортсменів інших груп достовірних змін контрольованого показника не відбулось.

Встановлено, що протягом другого місяця досліджень, не зважаючи на використання під час тренувань спортсменами різних груп зовсім різних моделей занять, контрольований показник компонентного складу маси тіла не змінює свої параметри. Відповідну тенденцію до змін цього показника нами спостерігалось протягом останнього місяця проведення даного експерименту.

Аналіз результатів дослідження 12-тижневого періоду використання його учасниками різних за режимами навантаження та комплексами силових вправ моделей тренувальних занять свідчить про те, що показник АКМТ достовірно змінюється у середньому - на 1,3 % ( $p < 0,05$ ) у спортсменів 1-ої, 3-ої та 4-ої груп. У спортсменів 2-ої групи достовірних змін контрольованого показника компонентного складу маси тіла не виявлено.

Нижче представлено результати зміни показників АКМТ у спортсменів усіх чотирьох груп в умовах використання розроблених для кожної з них моделей тренувальних занять, структура яких відрізняється за інтенсивністю режимів роботи та варіативністю силових вправ з вільними обтяженнями ти на тренажерах (табл. 4.12).

Виявлені на початку дослідження результати свідчать про те, що вихідні показники АКМТ не мають між бодібілдерами всіх чотирьох груп, які беруть участь в експерименті, достовірних відмінностей. Даний факт доводить, що для вирішення поставлених завдань було вірно підібрано контингент.

Аналіз результатів біоімпедансометрії отриманих після першого місяця дослідження свідчить про позитивну динаміку показника АКМТ у спортсменів практично всіх груп, окрім 1-ої групи. Так, найбільше зростання цього показника - на 3,6 % ( $p < 0,05$ ) маємо у спортсменів 3-ої групи. Мінімальне достовірне зростання показника АКМТ у середньому - на 1,8 % ( $p < 0,05$ ) спостерігаємо у спортсменів 2-ої групи.

Результати контролю за зміною показника АКМТ протягом другого місяця досліджень свідчать про подальше його зростання. Однак, у атлетів

**Таблиця 4.12** – Результати зміни показників активної клітинної маси тіла (кг) бодібілдерів різних груп, (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Група	Термін спостереження, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	46,06 (4,18) N = 1,05 p = 0,78	46,18 (4,50) 0,3 % <sup>1</sup>	47,29 (4,48) 2,4 % <sup>1*</sup>	47,56 (4,08) 0,6 % <sup>1</sup> 3,2 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 44,40^{***}$ W = 0,92 <sup>***</sup>
3	45,08 (4,89) N = 1,05 p = 0,78	46,70 (4,87) 3,6 % <sup>1*</sup>	47,50 (4,56) 1,7 % <sup>1*</sup>	47,74 (5,05) 0,5 % <sup>1</sup> 5,9 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 46,87^{***}$ W = 0,97 <sup>***</sup>
2	44,97 (5,46) N = 1,05 p = 0,78	45,81 (5,52) 1,8 % <sup>1*</sup>	46,62 (6,85) 1,7 % <sup>1*</sup>	47,68 (6,90) 2,3 % <sup>1*</sup> 6,0 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 31,49^{***}$ W = 0,65 <sup>***</sup>
4	46,22 (6,67) N = 1,05 p = 0,78	47,36 (5,85) 2,5 % <sup>1*</sup>	48,85 (5,86) 3,1 % <sup>1*</sup>	49,48 (6,15) 1,3 % <sup>1</sup> 7,0 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 45,07^{***}$ W = 0,93 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

3-групи темпи зростання цього показника складу тіла знизились вдвічі, порівняно з результатами за попередній період. Найбільше зростання показника АКМТ - на 3,0 % (p < 0,05) на даному етапі дослідження виявлено у спортсменів 4-ої групи.

Встановлено, що протягом останніх 4-тижневого періоду тренувань з використанням спортсменами різних груп розроблених для них моделей тренувальних занять з різною комбінацією режимів роботи високої та середньої інтенсивності з комплексом вправ з вільними обтяженнями чи на тренажерах, досліджуваний показник складу тіла показує своє зростання лише у спортсменів 2-ої (на 2,3 %) та 4-ої (на 1,3 %) груп. Можливо, що відповідна відсутність достовірних змін показника АКМТ у чоловіків 1-ої та 3-ої груп пов'язана з підвищенням рівня резистентності організму до відповідного стресового подразника.

Отримані результати щодо зміни показників АКМТ спортсменів різних груп у заданих умовах м'язової діяльності за увесь період дослідження свідчать про те, що найбільш позитивну його динаміку (на 7,0 %,  $p < 0,05$ ) маємо у спортсменів 4-ої групи. При цьому, саме у спортсменів 1-ої групи, які використовують під час тренувань режим роботи груп м'язів середньої інтенсивності у поєднанні із вправами з вільними обтяженнями, маємо найменшу тенденцію його зростання, що становить лише - 3,2 % ( $p < 0,05$ ).

Нижче представлені результати показують характер зміни показника безжирової маси тіла (БЖМТ, кг) у бодібілдерів різних груп протягом усіх етапів дослідження в умовах використання експериментальних моделей тренувальних занять (табл. 4.13).

**Таблиця 4.13** – Результати зміни показників безжирової маси тіла (кг) бодібілдерів різних груп, (медіана, міжквартильний розмах, IQR), ( $n = 64$ )

Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df=3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	72,43 (5,86) N = 1,78 p = 0,61	73,65 (9,52) 1,7 % <sup>1*</sup>	74,11 (8,30) 0,6 % <sup>1</sup>	74,93 (8,41) 1,1 % <sup>1</sup> 3,4 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 28,58^{***}$ W = 0,59 <sup>***</sup>
3	71,10 (6,88) N = 1,78 p = 0,61	73,20 (7,39) 2,9 % <sup>1*</sup>	73,70 (6,86) 0,7 % <sup>1</sup>	73,83 (7,01) 0,2 % <sup>1</sup> 3,8 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 38,77^{***}$ W = 0,81 <sup>***</sup>
2	71,14 (7,63) N = 1,78 p = 0,61	71,42 (7,41) 0,4 % <sup>1</sup>	72,59 (8,51) 1,6 % <sup>1*</sup>	73,39 (7,86) 1,1 % <sup>1</sup> 3,1 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 29,10^{***}$ W = 0,60 <sup>***</sup>
4	73,08 (10,51) N = 1,78 p = 0,61	75,23 (9,74) 2,9 % <sup>1*</sup>	76,67 (9,00) 1,9 % <sup>1*</sup>	77,29 (8,05) 0,8 % <sup>1</sup> 5,7 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 45,04^{***}$ W = 0,93 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,001$ .

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

Аналіз результатів даних представлених на початку дослідження

свідчить про те, що вихідні показники БЖМТ мають практично подібні параметри, що підтверджено за допомогою математичного критерію Краскела Уолліса [166]. Дана обставина є позитивним фактором, який дозволяє нам визначити ефективність впливу розроблених для кожної з дослідних груп спортсменів моделей тренувальних занять на особливості зміни показника БЖМТ на кожному з етапів дослідження.

Результати перших 4 тижнів експериментальних досліджень показують найбільш суттєве зростання показника БЖМТ - на 2,9 % ( $p < 0,05$ ) маємо у спортсменів 3-ої та 4-ої груп, які використовують під час занять режим роботи високої інтенсивності, але зовсім протилежні комплекси силових вправ. При цьому, у спортсменів 2-ої групи, які під час тренувань використовують режим роботи середньої інтенсивності, цей показник складу тіла не змінився.

Але протягом 2 місяця використання спортсменами експериментальних моделей тренувальних занять, показники БМТ мають позитивну динаміку підвищення лише у спортсменів 2-ої (на 1,6 %) та 4-ої (на 1,9 %) групи.

Результати останнього 4-тижневого періоду вказують на те, що достовірних змін показника складу тіла серед спортсменів усіх 4-х груп не було виявлено. Даний факт може бути обґрунтований лише одним припущенням, що через 12 тижнів використання однотипної моделі тренувальних занять, незалежно від особливостей режиму роботи м'язів чи структури комплексів тренувальних вправ – необхідно проводити корекції компонентів навантаження та умов м'язової діяльності у цілому.

Аналіз результатів дослідження виявлених протягом 12 тижнів використання його учасниками різних моделей тренувальних занять показує, що найбільше зростання показників БМТ на 5,7 % ( $p < 0,05$ ) встановлено у спортсменів 4-ої групи в умовах режиму роботи високої інтенсивності та комплексу вправ на тренажерах. У свою чергу, найменш позитивну динаміку зростання цього показника протягом експерименту на 3,1 % ( $p < 0,05$ ) маємо у спортсменів 2-ої групи за увесь період проведення дослідження.

Нижче представлено результати зміни показників жирової маси тіла



(ЖМТ, %) у бодібілдерів різних груп в умовах використання розроблених для кожної з них моделей тренувальних занять, структура яких має відмінності за інтенсивністю режимів роботи м'язів та варіативністю силових вправ з вільними обтяженнями чи на тренажерах (табл. 4.14).

**Таблиця 4.14** – Результати зміни показників жирової маси тіла (%) у бодібілдерів різних груп (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n=64)

Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	15,43 (3,91) N = 1,71 p = 0,63	13,11 (3,07) -2,3 % <sup>1*</sup>	12,02 (1,65) -1,1 % <sup>1</sup>	11,39 (1,42) -0,6 % <sup>1</sup> -4,0 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 45,90^{***}$ W = 0,95 <sup>***</sup>
3	14,45 (1,78) N = 1,71 p=0,63	14,34 (1,46) -0,1 % <sup>1</sup>	14,38 (1,48) 0,04 % <sup>1</sup>	14,34 (1,52) -0,04 % <sup>1</sup> -0,1 % <sup>2</sup>	$\chi^2 = 14,38^*$ W = 0,30 <sup>*</sup>
2	15,98 (3,33) N = 1,71 p = 0,63	13,46 (1,60) -2,5 % <sup>1*</sup>	12,60 (1,67) -0,8 % <sup>1</sup>	12,33 (1,74) -0,3 % <sup>1</sup> -3,6 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 41,18^{***}$ W = 0,85 <sup>***</sup>
4	15,32 (3,55) N = 1,71 p = 0,63	14,51 (2,28) -0,8 % <sup>1</sup>	14,43 (1,75) -0,1 % <sup>1</sup>	14,65 (1,67) 0,2 % <sup>1</sup> -0,7 % <sup>2</sup>	$\chi^2 = 4,72$ W = 0,09

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

Виявлені на початку дослідження результати показують відсутність достовірної різниці між вихідними показниками ЖМТ (у відсотках) серед спортсменів усіх 4 груп, що дозволяє їм протягом 12 тижнів використання експериментальних моделей чітко оцінити їх вплив на процеси довготривалої адаптації організму, або спостерігати за проявом компенсаторних реакцій.

Аналіз результатів отриманих після першого місяця дослідження свідчить про достовірне (p < 0,05) зменшення контрольованого показника (ЖМТ, %) у спортсменів 1-ої (на 2,3%) та 2-ої (на 2,5%) груп, які під час тренувань використовували режим роботи середньої інтенсивності. Відповідні

його зміни у спортсменів 1-ої та 2-ої груп, обумовлені можливою активацією компенсаторних механізмів у заданих умовах м'язової діяльності, що потребує залучення додаткових енергетичних ресурсів.

Виявлені у спортсменів 3-ої та 4-ої груп дані стосовно зміни показника складу маси тіла, мають лише недостовірну тенденцію до його зниження.

Результати показника ЖМТ протягом 2 місяця досліджень свідчать про відсутність достовірних змін у спортсменів усіх груп, незалежно від особливостей моделей тренувальних занять, які вони використовують під час м'язової діяльності. Водночас, відповідну тенденцію до змін цього показника спостерігаємо і на заключному етапі проведення експериментальних досліджень (за останні 4 тижні), що свідчить про підвищення рівня резистентності організму спортсменів до рівня тренувальних навантажень, які використовувались під час запропонованих для них груп моделей занять.

Встановлено, що за 12-тижневого періоду досліджень саме в умовах використання моделей тренувальних занять із режимом роботи середньої інтенсивності, незалежно від особливостей комплексу силових вправ, цей показник складу тіла має найбільш суттєве достовірне зменшення у спортсменів 1-ої (на 4,0 %) та 2-ої (на 3,6 %) груп. У двох інших групах, які використовували під час тренувальних занять режим роботи м'язів високої інтенсивності протягом всього періоду, цей показник достовірно не змінився.

Нижче представлені результати зміни показника ЖМТ у бодібілдерів різних груп протягом усіх етапів дослідження в умовах використання експериментальних моделей тренувальних занять (табл. 4.15).

Отримані на початку дослідження результати свідчать про те, що вихідні показники ЖМТ (у кг) мають практично подібні величини у спортсменів усіх груп. Отже, вони сприяють ефективному визначенню рівня впливу практичної реалізації запропонованих учасникам дослідження моделей тренувальних занять на даний показник складу маси тіла.

Результати виявлені після першого місяця використання спортсменами різних груп експериментальних моделей тренувальних занять мають

**Таблиця 4.15** – Результати зміни показників жирової маси тіла (кг) бодібілдерів різних груп (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	13,27 (3,93) N = 2,43 p = 0,48	10,94 (3,65) -17,5 % <sup>1*</sup>	9,92 (2,43) -9,3 % <sup>1*</sup>	9,66 (2,18) -2,6 % <sup>1*</sup> -27,2 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 43,60^{***}$ W = 0,90 <sup>***</sup>
3	11,88 (1,71) N = 2,43 p = 0,48	11,94 (1,55) 0,5 % <sup>1</sup>	12,21 (1,78) 2,3 % <sup>1*</sup>	12,31 (1,88) 0,8 % <sup>1</sup> 3,6 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 27,52^*$ W = 0,57 <sup>*</sup>
2	13,29 (4,17) N = 2,43 p = 0,48	11,45 (2,69) -13,8 % <sup>1*</sup>	10,22 (2,43) -10,7 % <sup>1*</sup>	10,31 (2,03) 0,9 % <sup>1</sup> -22,4 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 38,81^{***}$ W = 0,80 <sup>***</sup>
4	13,60 (3,05) N = 2,43 p = 0,48	13,11 (1,82) -3,6 % <sup>1</sup>	13,16 (1,71) 0,4 % <sup>1</sup>	13,34 (1,72) 1,4 % <sup>1</sup> -1,9 % <sup>2</sup>	$\chi^2 = 6,82$ W = 0,14

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

достовірне зменшення показника ЖМТ - на 17,5 % (p < 0,05) у спортсменів 1-ої та - на 13,8 % (p < 0,05) 2-ої груп. При цьому, у спортсменів 3-ої та 4-ої груп, які під час тренувань використовують режим роботи високої інтенсивності, цей показник достовірної динаміки не має.

Отримані результати контролю за зміною показників ЖМТ протягом другого місяця досліджень свідчить про те, що він продовжує показувати зменшення - на 9,3 % (p < 0,05) у спортсменів 1-ої та - на 10,7% (p < 0,05) та 2-ої груп, але уже з меншою прогресією, порівняно із попередніми місяцями експерименту. При цьому, у спортсменів 3-ої групи навпаки, є його зростання - на 2,3 % (p < 0,05).

Протягом останніх 4 тижнів тренувань лише у спортсменів 1-ої групи, які під час тренувальних занять використовували режим роботи середньої інтенсивності із комплексом вправ із вільними обтяженнями, цей показник має зростання - на 2,6 % (p < 0,05). При цьому, у представників інших трьох груп,

на даному етапі експерименту, достовірних змін цього показника не відбулось.

На основі аналізу отриманих результатів щодо зміни показників ЖМТ у спортсменів різних груп в заданих умовах м'язової діяльності, виявлених протягом всього періоду дослідження, можна зробити узагальнення, що найбільш суттєве зменшення цього показника - на 27,2 % ( $p < 0,05$ ) маємо у спортсменів 1-ої та - на 22,4 % ( $p < 0,05$ ) 2-ої груп. При цьому, саме у бодібілдерів 3-ої групи, які використовують під час тренувань режим роботи високої інтенсивності у поєднанні із силовими вправами на тренажерах, спостерігаємо зростання цього показника - на 3,6 % ( $p < 0,05$ ), відповідно.

Нижче представлено результати зміни показників сухої клітинної маси тіла (СКМТ) у спортсменів різних груп в умовах використання розроблених для кожної з них моделей тренувальних занять, структура яких має відмінності за інтенсивністю режимів роботи та варіативністю силових вправ із вільними обтяженнями та на тренажерах (табл. 4.16).

Встановлено, що на початку дослідження достовірної різниці між вихідними показниками СКМТ серед учасників усіх 4 груп не існує. Даний факт чітко визначає особливості зміни процесів довготривалої адаптації організму спортсменів до заданих умов м'язової діяльності.

Аналіз результатів отриманих після першого місяця дослідження свідчить про достовірне ( $p < 0,05$ ) зростання показника СКМТ лише серед спортсменів 3-ої (на 3,4 %) та 4-ої (на 2,4 %) груп, які під час тренувань використовували режим роботи м'язів високої інтенсивності. Виявлені у спортсменів 1-ої та 2-ої груп результати відносно зміни цього показника складу тіла, демонструють лише недостовірну тенденцію до його зростання.

Результати контролю за зміною показників СКМТ протягом другого місяця досліджень свідчать про достовірне зростання цього показника у спортсменів 1-ої, 2-ої та 4-ої груп незалежно від особливостей моделей тренувальних занять, які вони використовують під час м'язової діяльності. При цьому, серед спортсменів 3-ої групи, достовірної позитивної динаміки на даному етапі дослідження не встановлено.

**Таблиця 4.16** – Результати зміни сухої клітинної маси тіла (кг) у бодібілдерів різних груп (медіана, міжквартильний розмах, IQR), (n = 64)

Група	Термін експерименту, тижні				$\chi^2$ , p df = 3
	Вихідні дані	4	8	12	
1	11,81 (1,08) N = 1,35 p = 0,71	11,83 (1,16) 0,1 % <sup>1</sup>	12,12 (1,14) 2,4 % <sup>1*</sup>	12,18 (1,05) 0,5 % <sup>1</sup> 3,1 % <sup>2*</sup>	$\chi^2 = 44,40^{***}$ W = 0,92 <sup>***</sup>
3	11,55 (1,36) N = 1,35 p = 0,71	11,95 (1,34) 3,4 % <sup>1*</sup>	12,06 (1,17) 0,9 % <sup>1</sup>	12,23 (1,30) 1,4% <sup>1</sup> 5,9% <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 46,87^{***}$ W = 0,97 <sup>***</sup>
2	11,45 (1,40) N = 1,35 p = 0,71	11,61 (0,93) 1,4 % <sup>1</sup>	11,86 (1,68) 2,1 % <sup>1*</sup>	12,22 (1,78) 3,0 % <sup>1*</sup> 6,7 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 32,43^{***}$ W = 0,67 <sup>***</sup>
4	11,84 (1,71) N = 1,35 p = 0,71	12,13 (1,50) 2,4 % <sup>1*</sup>	12,50 (1,50) 3,0 % <sup>1*</sup>	12,68 (1,58) 1,4 % <sup>1</sup> 7,1 % <sup>2***</sup>	$\chi^2 = 45,75^{***}$ W = 0,95 <sup>***</sup>

**Примітка 1.** <sup>1</sup> – різниця (%) порівняно з попередніми результатами.

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – різниця (%) порівняно з вихідними значеннями.

**Примітка 3.** \* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,05.

**Примітка 4.** \*\*\* – різниця статистично значуща на рівні – p < 0,001.

**Примітка 5.** – df – число ступенів свободи; U – критерій Манна-Уїтні;  $\chi^2$  – критерій Фрідмана; W – коефіцієнт Кендала.

Водночас, що на заключному етапі проведення досліджень лише у спортсменів 2-ої групи, які використовують режим роботи середньої інтенсивності у поєднанні з комплексом вправ на тренажерах, маємо достовірне його зростання - на 3,0 % (p < 0,05). Однак, серед представників інших груп виявлена лише позитивна тенденції до зміни показника СКМТ.

Встановлено, що за 12 тижнів досліджень саме в умовах використання моделей тренувальних занять з режимом роботи високої інтенсивності у поєднанні з комплексом силових вправ на тренажерах, показник СКМТ показує найбільш суттєве зростання - на 7,1 % (p < 0,05) у спортсменів 4-ої групи. У свою чергу, найменшу позитивну динаміку цього показника - на 3,1 % (p < 0,05) маємо у спортсменів 1-ої групи, які використовували під час тренувальних занять режим роботи середньої інтенсивності у поєднанні із силовими вправами з вільними обтяженнями.

Таким чином, на основі отриманих результатів щодо особливостей зміни

досліджуваних показників компонентного складу маси тіла (жирової маси, активної клітинної маси, безжирової маси, сухої клітинної маси) у спортсменів усіх обстежених груп в умовах використання розроблених експериментальних моделей тренувальних занять на етапі спеціалізованої базової підготовки у бодібілдингу, можна зробити наступні висновки:

– використання під час тренувальної діяльності режиму роботи м'язів високої інтенсивності у поєднанні з комплексом силових вправ на тренажерах сприяє найбільш суттєвому зростанню показників активної клітинної, безжирової та сухої клітинної маси тіла бодібілдерів. При цьому, використання спортсменами під час м'язової діяльності комбінації із режимом роботи високої інтенсивності та комплексами вправ із вільними обтяженнями демонструють позитивну динаміку зростання представлених вище показників компонентного складу маси тіла, але з меншою прогресією;

– використання під час розробки моделей тренувальних занять режиму роботи м'язів середньої інтенсивності, не залежно з яким комплексом вправ (з вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях) його об'єднують, впливає лише на суттєве зменшення показників жирової маси тіла спортсменів (у відсотках та кілограмах) внаслідок великого обсягу навантажень. У заданих умовах м'язової діяльності, показники активної клітинної, безжирової та сухої клітинної маси тіла спортсменів мають лише у деяких випадках тенденцію до позитивних змін;

– отримані результати дозволяють оцінити перебіг адаптаційно-компенсаторних реакцій у заданих умовах тренувальної діяльності спортсменів-бодібілдерів.

#### **4.4 Вплив експериментальних моделей тренувальних занять на характер зміни біохімічних показників сироватки крові у бодібілдерів різних груп**

Одним із наукових напрямків у бодібілдингу спрямованих на вивчення

проблеми вдосконалення тренувального процесу на різних етапах підготовки за рахунок розробки нових методик, моделей занять, тренувальних програм використання яких позитивно впливатиме на процеси довготривалої адаптації організму спортсменів різного рівня тренуваності, є дослідження особливостей зміни біохімічних показників крові для визначення адаптаційно-компенсаторних реакцій організму на стресовий подразник у заданих умовах м'язової діяльності [94, 119, 209].

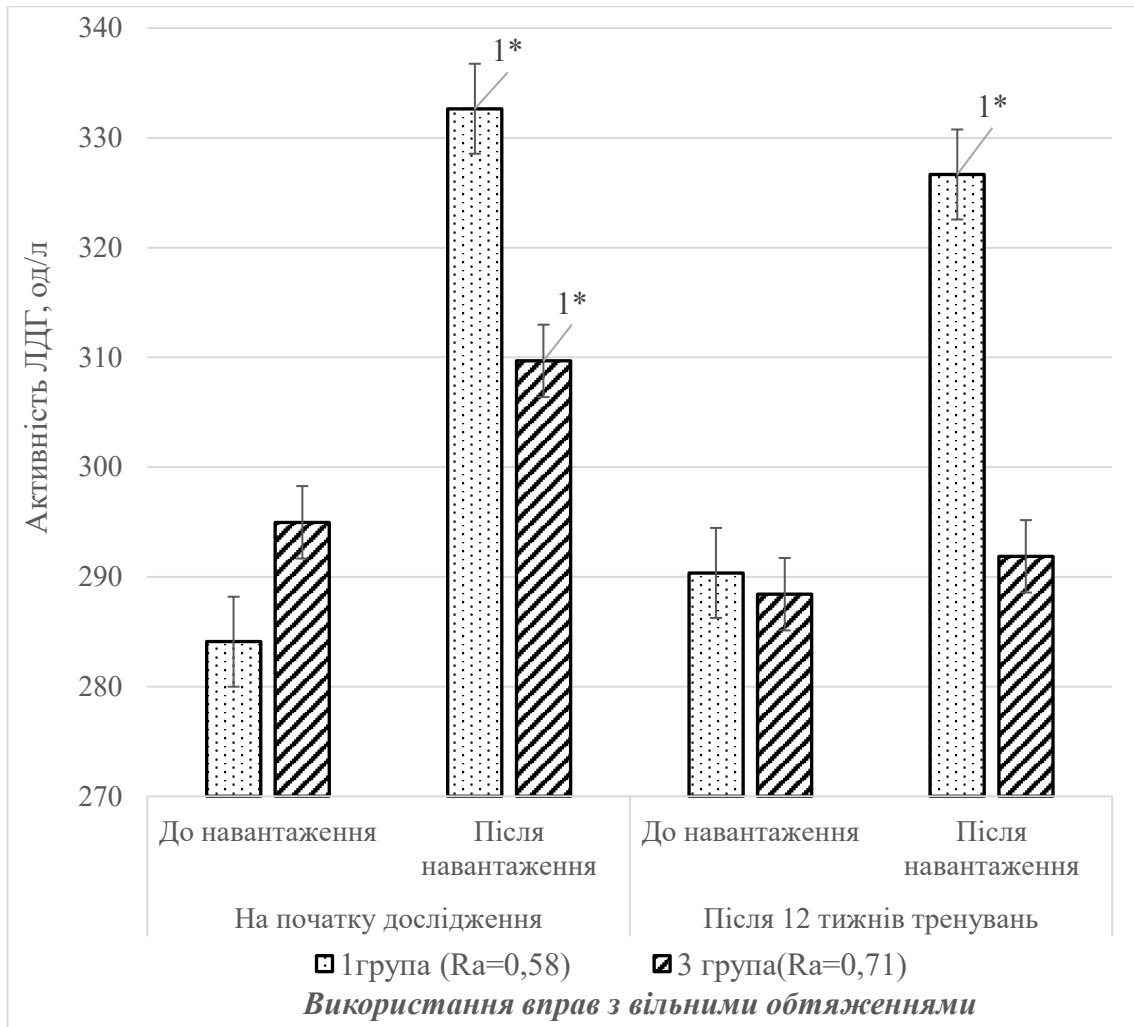
Поглиблене вивчення особливостей адаптаційно-компенсаторних реакцій організму бодібілдерів на етапі спеціалізованої базової підготовки в умовах використання моделей занять з варіативним поєднанням різних за інтенсивністю режимів роботи м'язів та комплексів силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях, вимагає проведення додаткових досліджень.

Одним із інформативних біохімічних маркерів крові в умовах силових навантажень, який відображає активацію компенсаторних реакцій внаслідок накопичення лактату чи структурних руйнувань м'язових волокон в процесі анаеробно-гліколітичного режиму енергозабезпечення під час м'язової діяльності спортсменів, є фермент лактатдегідрогенази [3, 7, 29].

З метою вивчення особливостей змін активності ферменту лактатдегідрогенази у сироватці крові спортсменів різних груп в процесі використання 12-тижнів періоду експериментальних моделей тренувальних занять були проведені дослідження, результати лабораторного контролю яких представлено на рис. 4.7–4.8.

Нижче представлені особливості зміни активності ферменту лактатдегідрогенази (ЛДГ) у сироватці крові спортсменів 1-ої та 3-ої груп під час використання вправ із вільними обтяженнями протягом 12 тижнів тренувань в умовах різних режимів роботи груп м'язів (рис. 4.7).

Встановлено, що на початку дослідження активність ферменту ЛДГ в сироватці крові у спортсменів 1-ої групи у відповідь на тренувальні навантаження у режимі середньої інтенсивності зростає на 17,1 % ( $p < 0,05$ ),



**Примітка 1.** <sup>1</sup> – порівняно з показниками до навантаження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – порівняно з показниками до початку дослідження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 3.** \* різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Рисунок 4.7** – Зміна активності ЛДГ в сироватці крові спортсменів 1 та 3 груп під час використання вправ із вільними обтяженнями протягом 3 місяців тренувань в умовах різних режимів роботи груп м'язів ( $R_a$ ),  $n = 32$

порівняно зі станом спокою. При цьому, у спортсменів 3-ої групи цей біохімічний показник крові має зростання своїх параметрів – на 4,9 % ( $p < 0,05$ ) після тренувальних навантажень в режимі роботи високої інтенсивності.

Отримані результати свідчать про те, що у спортсменів 1-ої групи він продовжує зростати, як і на початку експерименту, у середньому - на 12,5 % ( $p < 0,05$ ), порівняно зі станом спокою. Даний факт вказує на збільшення активності процесу довготривалої адаптації, але запропонована модель



тренувальних занять з використанням режиму роботи середньої інтенсивності разом із вправами із вільними обтяженнями та залученням анаеробно-гліколітичного виду енергозабезпечення м'язової діяльності, продовжує для спортсменів даної групи бути потужним стресовим подразником.

У свою чергу, у спортсменів 3-ої групи, активність ферменту ЛДГ в сироватці крові не змінюється після тренувального заняття, порівняно зі станом спокою. Результати спортсменів 3-ої групи свідчать про можливе підвищення рівня резистентності організму до подібних навантажень, або про перерозподіл режимів енергозабезпечення із перевагою у використанні під час тренувань анаеробно-алактатного та адаптаційних резервів організму.

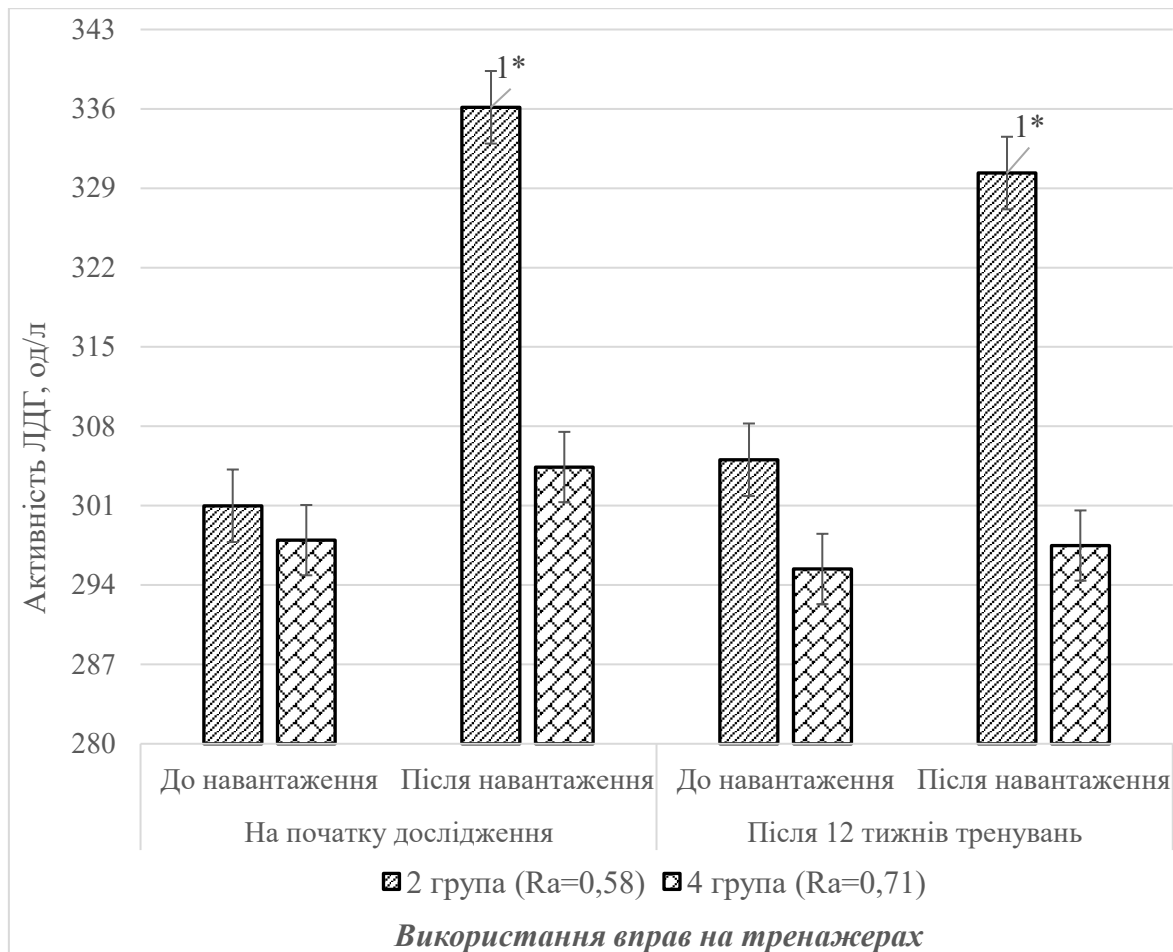
Особливості зміни базального рівня активності ферменту лактатдегідрогенази в сироватці крові у спортсменів 1-ої та 3-ої груп, свідчить про недостовірну тенденцію до зміни даного біохімічного показника.

Нижче представлені результати зміни показника активності ферменту лактатдегідрогенази у сироватці крові спортсменів 2-ої та 4-ої груп під час використання моделей тренувальних занять, які мають відмінності за інтенсивністю режимів роботи, але подібними комплексами силових вправ на тренажерах (рис. 4.8).

Виявлені на початку дослідження параметри показника ЛДГ у сироватці крові спортсменів у стані спокою, не мають достовірної різниці серед 2-ої та 4-ої груп, що дозволяє чітко визначити вплив запропонованих навантажень на характер зміни адаптаційно-компенсаторних реакцій на фізичний подразник.

Аналіз результатів біохімічного контролю зафіксованих на початку досліджень свідчить про те, що у спортсменів 2-ої групи показник активності ферменту ЛДГ у сироватці крові має зростання на 11,6 % ( $p < 0,05$ ) після тренувальних занять в умовах заданої моделі тренувань, порівняно зі станом спокою до початку навантажень. При цьому, цей показник виявлений після тренувального заняття порівняно зі станом спокою, має лише недостовірну тенденції до зростання - на 2,1 % ( $p > 0,05$ ) у спортсменів 4-ої групи.

Встановлено, результати біохімічного контролю, що зафіксовані у кінці



**Примітка 1.** <sup>1</sup> – порівняно з показниками до навантаження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – порівняно з показниками до початку дослідження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 3.** \* різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Рисунок 4.8** – Зміна активності ЛДГ в сироватці крові спортсменів 2 та 4 груп під час використання вправ на тренажерах протягом 3 місяців тренувань в умовах різних режимів роботи груп м'язів ( $R_a$ ),  $n = 32$

3 місяців дослідження мають тенденцію до зростання активності ферменту лактатдегідрогенази - на 8,3 % ( $p < 0,05$ ) у спортсменів 2-ої групи після тренувальних занять із режимом роботи середньої інтенсивності та комплексами вправ на тренажерах, порівняно зі станом спокою. При цьому виявлену не 3,3 % менш потужну реакцію щодо зростання активності показника ЛДГ у сироватці крові спортсменів 2-ої групи на фізичний подразник, порівняно з результатами зафіксованими на початку дослідження, можна обґрунтувати підвищенням адаптаційних резервів їх організму за рахунок підвищення запасів глікогену в м'язах та оптимізацією системи

енергозабезпечення м'язової діяльності спортсменів.

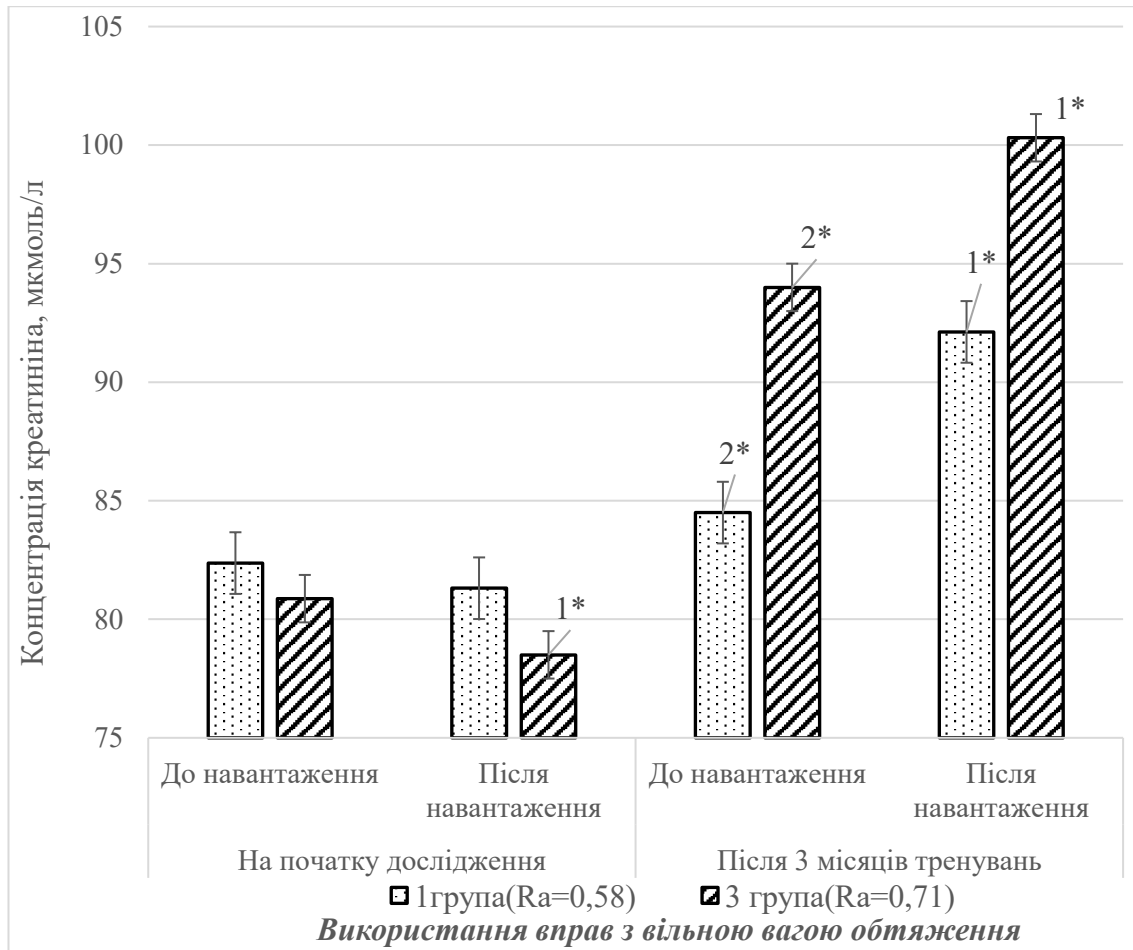
У свою чергу, у спортсменів 4-ої групи активність даного ферменту у сироватці крові на кінці дослідження не змінюється після тренувального заняття, порівняно зі станом спокою. Даний факт вказує на те, що енергозабезпечення в умовах використання режиму роботи високої інтенсивності відбувається переважно за рахунок креатинфосфокіназного механізму ресинтезу АТФ, внаслідок чого накопичення продуктів розпаду в працюючих м'язах є мінімальним і не викликає підвищення активності ферменту лактатдегідрогенази у сироватці крові спортсменів.

Пошук ефективних шляхів та методів щодо прискореного зростання м'язової маси у спортсменів в бодібілдингу на різних етапах підготовки, а також визначення найбільш інформативних маркерів оцінки динаміки її розвитку, є одним із пріоритетних завдань, які ставлять перед собою тренери та провідні науковці світу [51, 89, 136]. Одним із таких інформативних показників, що відображають особливості зміни розвитку показників м'язової маси тіла в умовах тренувальної діяльності, є біохімічний показник оцінки рівня концентрації креатиніну у сироватці крові спортсменів [63, 214, 234].

З метою вивчення особливостей змін концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів усіх чотирьох груп спортсменів в умовах використання розроблених моделей тренувальних занять були проведені протягом 12 тижнів дослідження, результати лабораторного контролю які представлено нами нижче (рис. 4.9, 4.10).

Представлені на рис. 4.9 результати показують особливості зміни концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів 1-ої та 3-ої груп в умовах використання режимів роботи середньої та високої інтенсивності у поєднанні з комплексом вправ із вільними обтяженнями.

Аналіз результатів на рис. 4.9 свідчить про те, що на початку досліджень концентрація креатиніну в сироватці крові учасників 1-ої групи має тенденцію до зменшення - на 1,3 % ( $p > 0,05$ ) після тренувального заняття, порівняно зі станом спокою. При цьому, у спортсменів 3-ої групи, які використовували



**Примітка 1.** <sup>1</sup> – порівняно з показниками до навантаження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – порівняно з показниками до початку дослідження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 3.** \* різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Рисунок 4.9** – Зміна концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів 1 та 3 груп під час використання вправ із вільними обтяженнями за 3 місяці тренувань в умовах різних режимів роботи груп м'язів ( $R_a$ ),  $n = 32$

подібний з учасниками 1-ої групи комплекс силових вправ, але зовсім інший режим роботи – цей показник крові зменшився після тренувального заняття більше ніж у 2 рази. Отримані результати вказують на прояв компенсаторних реакцій учасників даних груп на відповідних стресовий фізичний подразник.

Результати, що отримані по закінченню експерименту мають зростання концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів 1-ої групи - на 9,0 % ( $p < 0,05$ ) у відповідь на тренувальні навантаження в заданих умовах м'язової діяльності, порівняно зі станом спокою. Результати контролю після 12-

тижневого періоду використання спортсменами 3-ої групи розробленої моделі тренувальних занять, мають зростання концентрації в сироватці крові - на 6,7 % ( $p < 0,05$ ) у відповідь на фізичний подразник.

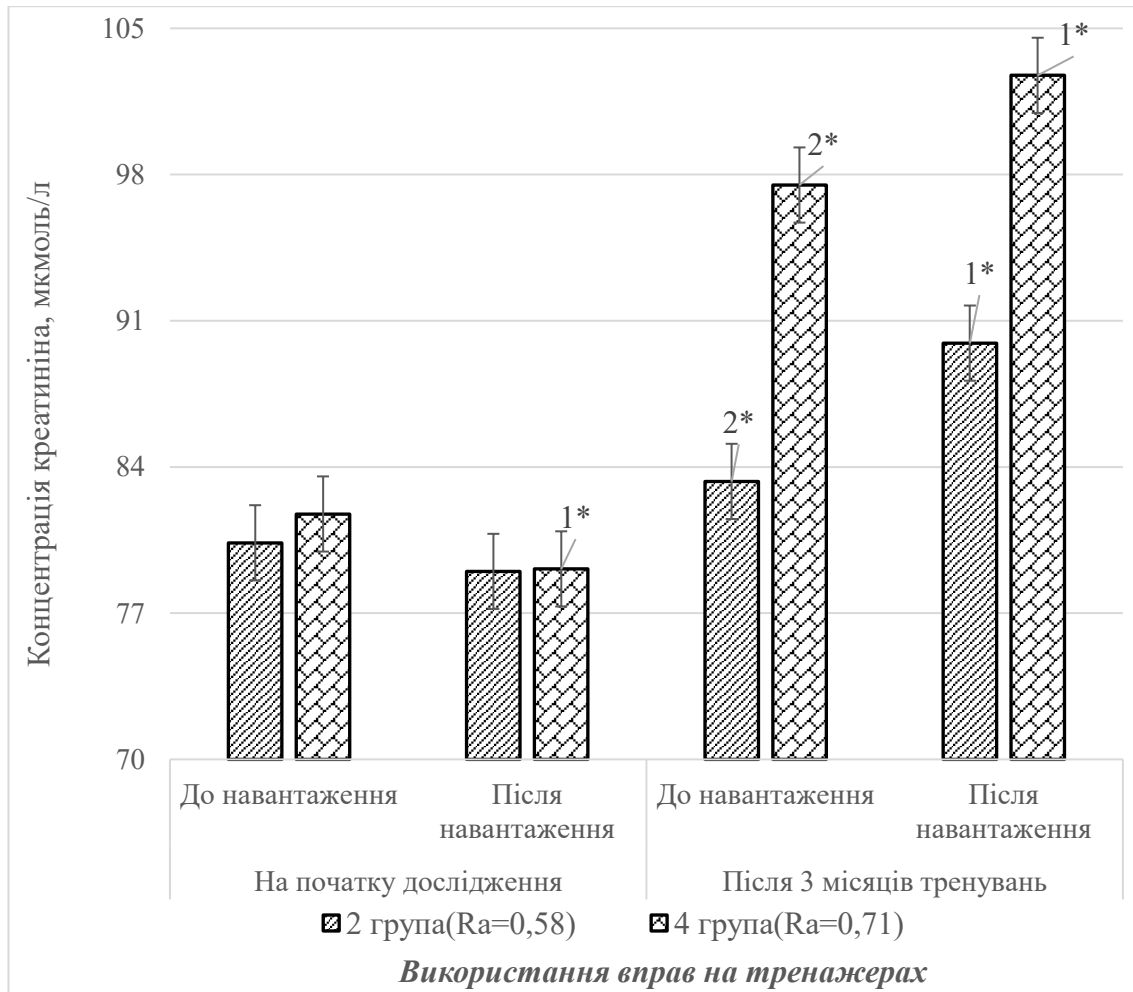
Під час дослідження особливостей зміни базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові було показано, що у спортсменів 1-ої групи цей показник зростає - на 2,6 % ( $p < 0,05$ ) після трьох місяців експерименту, порівняно з вихідними даними.

У той же час, базальний рівень концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів 3-ої групи, показує більше зростання - на 16,2 % ( $p < 0,05$ ) за подібний проміжок часу. Даний факт свідчить про те, що саме в умовах використання під час підготовки моделей тренувальних занять з комплексом вправ із вільними обтяженнями у поєднанні з режимом роботи м'язів високої інтенсивності, відбувається найбільше зрушення м'язової маси тіла серед спортсменів даних груп.

Нижче представлено результати зміни концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів 2-ої та 4-ої груп під час використання протягом тренувальних занять, що мають відмінності за інтенсивністю режимів роботи м'язів, але із подібними комплексами силових вправ на тренажерах (рис. 4.10).

Отримані на початку дослідження результати свідчать про те, що у спортсменів 2-ої групи показник концентрації креатиніну в сироватці крові має тенденцію до зменшення - на 1,7 % ( $p > 0,05$ ) у відповідь на силові навантаження, порівняно зі станом спокою. Подібну тенденцію до зменшення але з більш помітними змінами (на 3,2 %) після тренувального заняття мають спортсмени 4-ої групи.

Результати особливостей зміни рівня концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів 2-ої та 4-ої груп виявлені у кінці 12-тижневого періоду досліджень мають зовсім іншу тенденцію до змін у відповідь на фізичний подразник, порівняно з даними зафіксованими на початку експерименту. Так, у спортсменів 2-ої групи цей показник крові має зростання своєї концентрації - на 7,9 % ( $p < 0,05$ ) після навантажень протягом



**Примітка 1.** <sup>1</sup> – порівняно з показниками до навантаження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – порівняно з показниками до початку дослідження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 3.** \* різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Рисунок 4.10** – Зміна концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів 2 та 4 обстежених груп під час використання вправ на тренажерах за 3 місяці тренувань в умовах різних режимів роботи м'язів ( $R_a$ ), ( $n = 32$ )

тренувального заняття, порівняно зі станом спокою. У свою чергу, у спортсменів 4-ої групи він також має достовірне зростання - на 5,4 % ( $p < 0,05$ ) у заданих умовах м'язової діяльності, порівняно з даними зафіксованими до початку тренувального заняття.

Результати базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів 2-ої та 4-ої груп мають зростання, але і відмінності між спортсменами, які використовували різні моделі тренувальних занять. Так, у спортсменів 2-ої групи цей показник крові має зростання - на 3,6 % ( $p < 0,05$ )

протягом 12 тижнів експерименту, порівняно з вихідними даними. При цьому, базальний рівень концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів 4-ої групи, має зростання у 5,4 разів більше, ніж у бодібілдерів 2-ої групи.

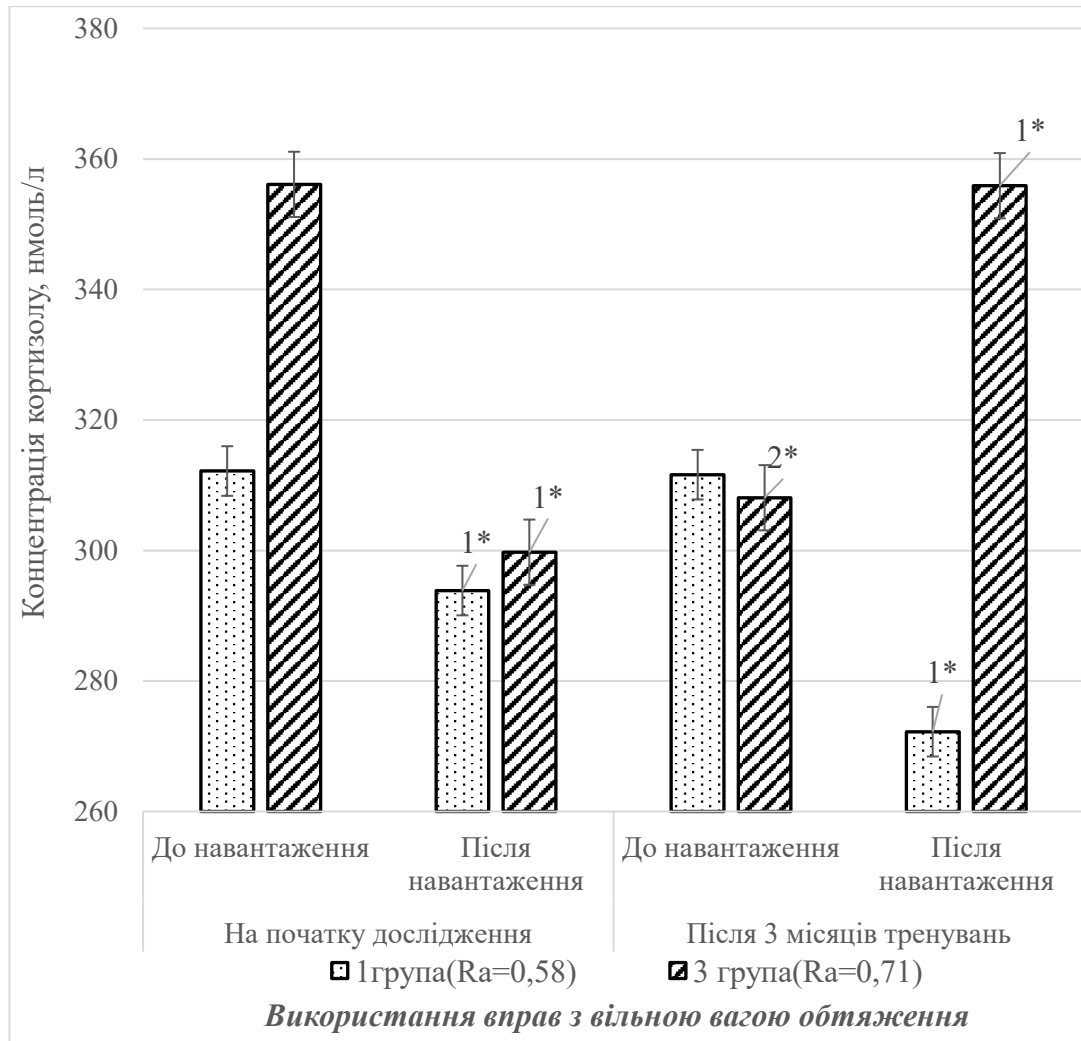
Практична реалізація в умовах даного дослідження комбінації поєднання комплексу вправ на тренажерах та режиму роботи м'язів високої інтенсивності під часі розробки моделей тренувальних занять сприяє найбільшому підвищенню базального рівня концентрації креатиніну в крові спортсменів, який підтверджує прояв процесу довготривалої адаптації організму та прискорення зростанню м'язової маси тіла спортсменів.

Контроль за проявом адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів в умовах силових навантажень, відбувається на основі аналізу результатів досліджень з використанням широко спектру фізіологічних та біохімічних методів діагностики [148]. Одним із ключових біохімічних маркерів для оцінки рівня резистентності організму спортсменів, які займаються фітнесом, бодібілдингом, пауерліфтингом та іншими силовими видами спорту, до стресового подразника в умовах навантажень різного обсягу та інтенсивності, є біологічно активний глюкокортикостероїдний гормон кори наднирників кортизол [121].

З метою вивчення особливостей змін концентрації кортизолу в сироватці крові учасників обстежених груп протягом 12-тижневого тренувального процесу, в умовах використання розроблених моделей тренувальних занять з різноманітною комбінацією поєднання режимів роботи високої чи середньої інтенсивності разом з комплексами силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах, були проведені дослідження, що представлені нижче.

Нижче представлено результати особливостей зміни концентрації стероїдного гормону кортизолу у сироватці крові спортсменів 1-ої та 3-ої груп під час використання вправ із вільними обтяженнями за 12-тижневий період експерименту в умовах різних режимів роботи груп м'язів (рис. 4.11).

Встановлено, що концентрації кортизолу в сироватці крові у спортсменів 1-ої групи у відповідь на тренувальні навантаження в режимі



**Примітка 1.** <sup>1</sup> – порівняно з показниками до навантаження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – порівняно з показниками до початку дослідження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 3.** \* різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Рисунок 4.11** – Зміна концентрації кортизолу в сироватці крові спортсменів 1 та 3 груп під час виконання вправ із вільними обтяженнями за 3 місяці тренувань в умовах різних режимів роботи груп м'язів ( $R_a$ ),  $n = 32$

роботи середньої інтенсивності зменшується - на 5,8 % ( $p < 0,05$ ), порівняно зі станом спокою. Подібна зміна цього біохімічного показника в сироватці крові є у спортсменів 3-ої групи, але з більш суттєвими змінами у 2,7 разів, порівняно із бодібілдерами 1-ої групи. Даний факт свідчить про те, що використання спортсменами обох груп розроблених моделей тренувальних занять, викликає в організмі прояв компенсаторних реакцій організму на стресовий подразник, що пов'язано зі значними енерговитратами та



активацією процесу глюконеогенезу внаслідок чого знижується концентрація кортизолу в сироватці крові.

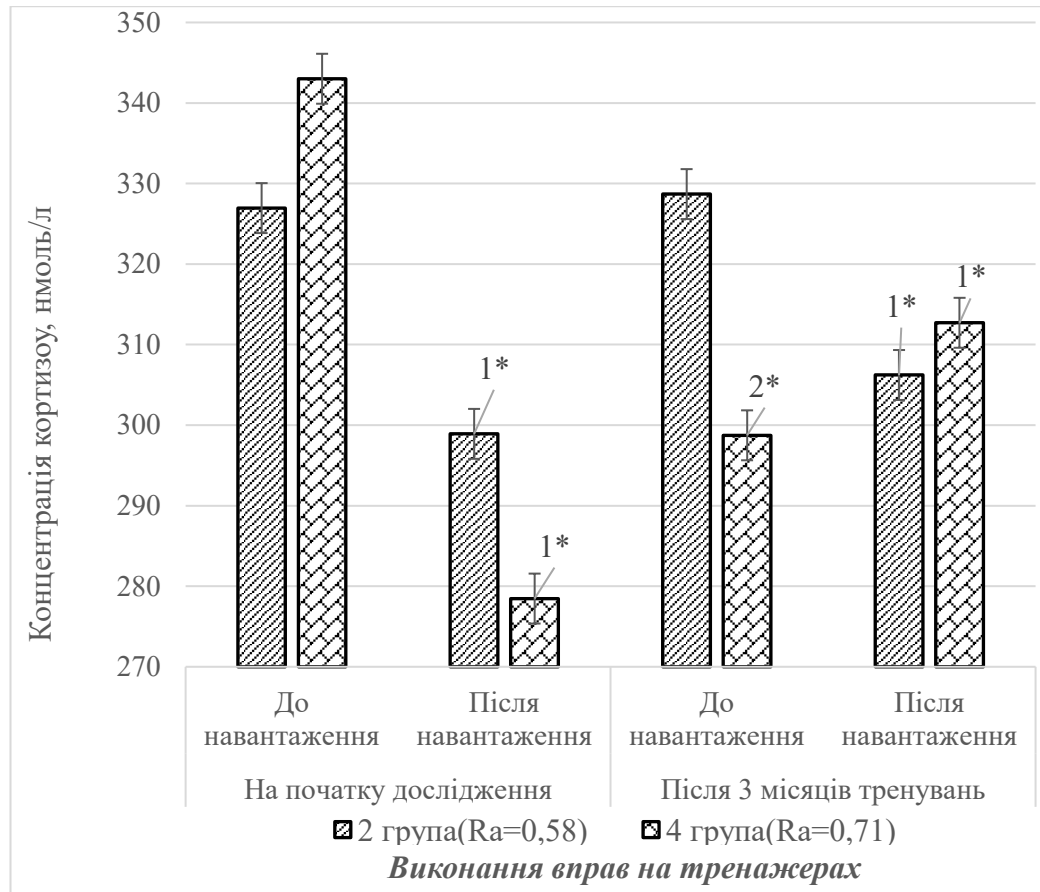
Отримані результати після 12 тижнів досліджень свідчать про те, що у спортсменів 1-ої групи показник концентрації кортизолу в крові у відповідь на тренувальні навантаження за окреме заняття продовжує зменшуватись, але виявлені зміни у 2,2 рази більші, ніж на початку експерименту. Даний факт вказує не на підвищення рівня резистентності організму до фізичного подразника в даних умовах м'язової діяльності, і не на прояв адаптаційних змін, а показує активність прояву компенсаторних реакцій викликаних зростанням енерговитрат для забезпечення виконання вправ із відповідними навантаженнями та розвитком енергодефіциту.

Виявлені у спортсменів 3-ої групи результати щодо зміни рівня концентрації кортизолу в сироватці крові у відповідь на заданий фізичний подразник свідчать про те, що він зростає - на 15,5 % ( $p < 0,05$ ) після тренувального заняття, порівняно зі станом спокою, але не виходить за межі фізіологічної норми. Отже, на основі порівняльного аналізу зміни цього біохімічного показника крові у спортсменів 3-ої групи можна заключити, що результати мають позитивну динаміку процесів довготривалої адаптації.

Нижче представлено результати зміни концентрації кортизолу в сироватці крові спортсменів 2-ої та 4-ої груп під час використання моделей тренувальних занять, що мають відмінності за інтенсивністю режимів роботи, але подібні за комплексами силових вправ на тренажерах (рис. 4.12).

Встановлені на початку дослідження результати показують що у спортсменів 2-ої групи після використання на заняттях навантажень середньої інтенсивності показник концентрації кортизолу в сироватці крові має їх зменшення - на 8,6 % ( $p < 0,05$ ), порівняно зі станом спокою. При цьому, у спортсменів 3-ої групи у відповідь на силові навантаження із режимом роботи високої інтенсивності, концентрація цього стероїдного гормону також зменшується - на 18,8 % ( $p < 0,05$ ), порівняно зі станом спокою.

Порівняльний аналіз отриманих результатів на початку дослідження



**Примітка 1.** <sup>1</sup> – порівняно з показниками до навантаження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – порівняно з показниками до початку дослідження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 3.** \* різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Рисунок 4.12** – Зміна концентрації кортизолу в сироватці крові спортсменів 2 та 4 груп під час використання вправ на тренажері за 3 місяці тренувань в умовах різних режимів роботи груп м'язів ( $R_a$ ),  $n = 32$

щодо особливостей зміни концентрації кортизолу в сироватці крові спортсменів 2-ої та 4-ої груп у відповідь на заданий фізичний подразник протягом усього періоду біохімічного контролю свідчить про те, що найбільша активність компенсаторних реакцій відбувається в умовах використання режиму роботи високої інтенсивності.

Отримані у кінці 12-тижневого періоду досліджень результати біохімічного контролю у спортсменів 2-ої групи, що зафіксовані після тренувального заняття в умовах використання режиму роботи середньої інтенсивності та комплексів вправ на тренажері, продовжують показувати

зменшення концентрації гормону кортизолу в сироватці крові - на 6,8 % ( $p < 0,05$ ) у відповідь на фізичний подразник, порівняно зі станом спокою.

Зміна рівня концентрації кортизолу в сироватці крові спортсменів 2-ої та 4-ої груп після 12 тижнів тренувань з використанням заданих моделей занять, показує що у спортсменів 2-ої групи він продовжує зменшуватись - на 6,8 % ( $p < 0,05$ ) у відповідь на стресовий подразник. Однак, у спортсменів 4-ої групи він навпаки, має достовірне зростання - на 4,7 % ( $p < 0,05$ ) під час режиму роботи високої інтенсивності, порівняно зі станом спокою.

Результати динаміки базального рівня концентрації кортизолу в сироватці крові у спортсменів 2-ої та 4-ої груп показують іншу динаміку цього гормону протягом усього експерименту. У спортсменів 2-ої групи базальний рівень досліджуваного гормону не змінюється. У спортсменів 4-ої групи він має зменшення - на 12,9 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з результатами на початку дослідження. Даний факт свідчить про те, що в організмі спортсменів 4-ої групи відбуваються адаптаційні зміни пов'язані з оптимізацією нейрогуморальних механізмів внаслідок тривалого періоду використання розробленої для них моделей тренувальних занять.

Таким чином, на основі аналізу отриманих результатів було встановлено, що тривале використання під час занять в бодібілдингу режимів роботи м'язів високої інтенсивності у поєднанні з комплексом вправ на тренажерах сприяє підвищенню фізіологічної норми оперативного показника концентрації кортизолу в сироватці крові спортсменів у відповідь на стресовий подразник, свідчить про відсутність високо рівня резистентності організму до відповідних параметрів навантаження та спроможність організму в таких умовах м'язової діяльності активізувати процеси довготривалої адаптації. Використання під час занять режиму роботи середньої інтенсивності, незалежно від особливостей комплексів силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах, запускають компенсаторні механізми в організмі спортсменів внаслідок великих енерговитрат, що в умовах тривалого періоду призводить до зриву довготривалої адаптації.

Вивчення особливостей змін концентрації тестостерону в сироватці крові бодібілдерів усіх 4 груп протягом 90 діб використання розроблених нами моделей тренувальних занять дозволило отримати результати біохімічного контролю, які представлено нижче (рис. 4.13–4.14).

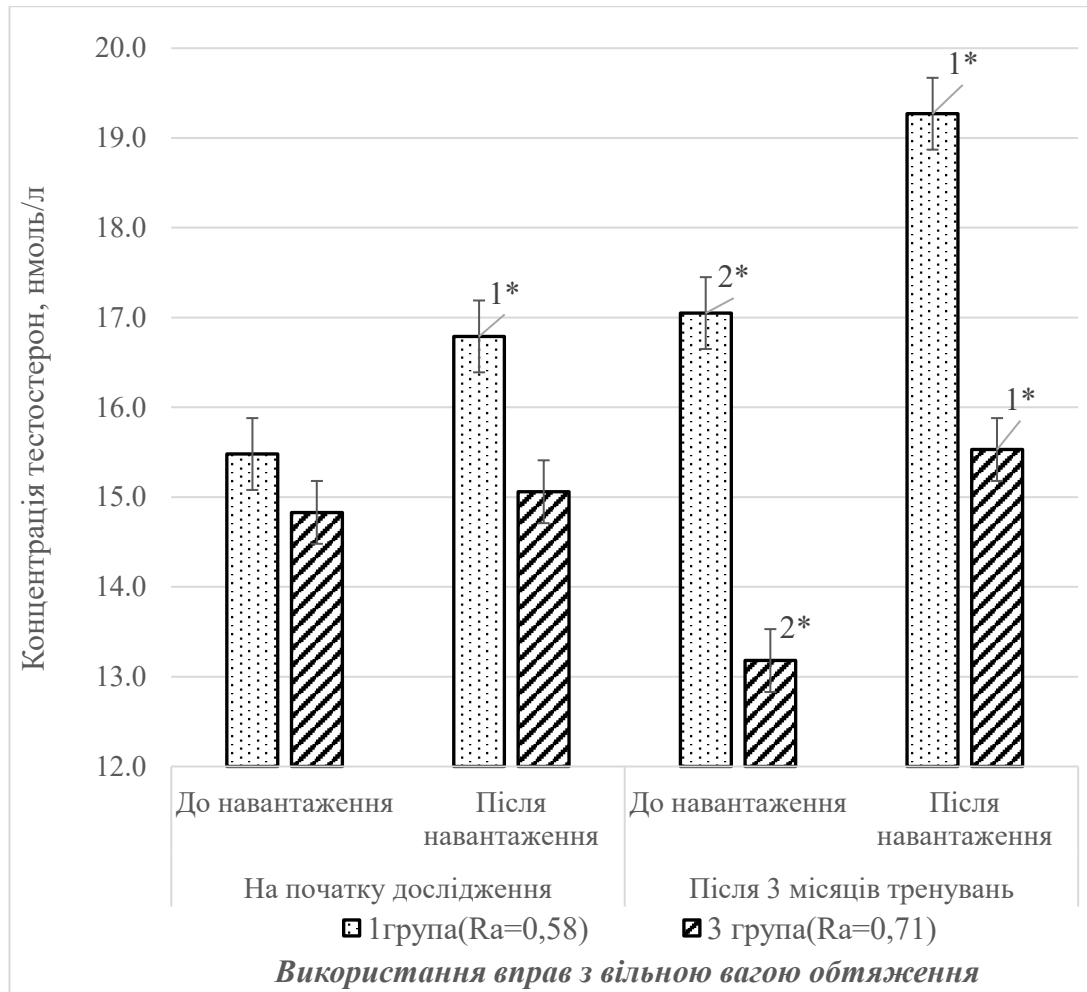
Отримані результати відображають характер зміни рівня концентрації гормону тестостерону у сироватці крові спортсменів 1-ої та 3-ої груп протягом експерименту із режимами роботи високої та середньої інтенсивності у поєднанні з силовими вправами з вільними обтяженнями (рис. 4.13).

Аналіз результатів представлених на рис. 4.13 свідчить про те, що на початку досліджень концентрація тестостерону в сироватці крові учасників 1-ої групи зростає – на 8,4 % ( $p < 0,05$ ), порівняно зі станом спокою. При цьому, у спортсменів 3-ої групи, досліджуваній показник крові не змінюється у відповідь на фізичний подразник з використання режиму роботи високої інтенсивності.

Виявлені після 3 місяців досліджень результати мають зростання концентрації тестостерону в сироватці крові спортсменів 1-ої групи - на 13,0 % ( $p < 0,05$ ), порівняно зі станом спокою. У свою чергу в кінці його маємо, що у спортсменів 3-ої групи цей показник концентрації гормону в крові зростає - на 17,8 % ( $p < 0,05$ ), у відповідь на фізичний подразник.

Динаміка базального рівня концентрації тестостерону в сироватці крові спортсменів 1-ої та 3-ої груп показує результати, що мають відмінності між ними. Так, у спортсменів 1-ої групи цей біохімічний показник крові має зростання - на 10,1 % ( $p < 0,05$ ) після трьох місяців експерименту, порівняно з вихідними даними. Відповідні зміни базального рівня концентрації тестостерону в сироватці крові спортсменів в умовах силових навантажень свідчать про збільшення активності нервово-гуморальної системи організму, що пов'язане з прискоренням процесів анаболізму.

У той же час, базальний рівень концентрації тестостерону в сироватці крові бодібілдерів 3-ої групи, навпаки, має тенденцію до зменшення - на 11,1 % ( $p < 0,05$ ), за подібний проміжок часу. Даний факт свідчить про те, що під



**Примітка 1.** <sup>1</sup> – порівняно з показниками до навантаження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – порівняно з показниками до початку дослідження –  $p < 0,05$ .

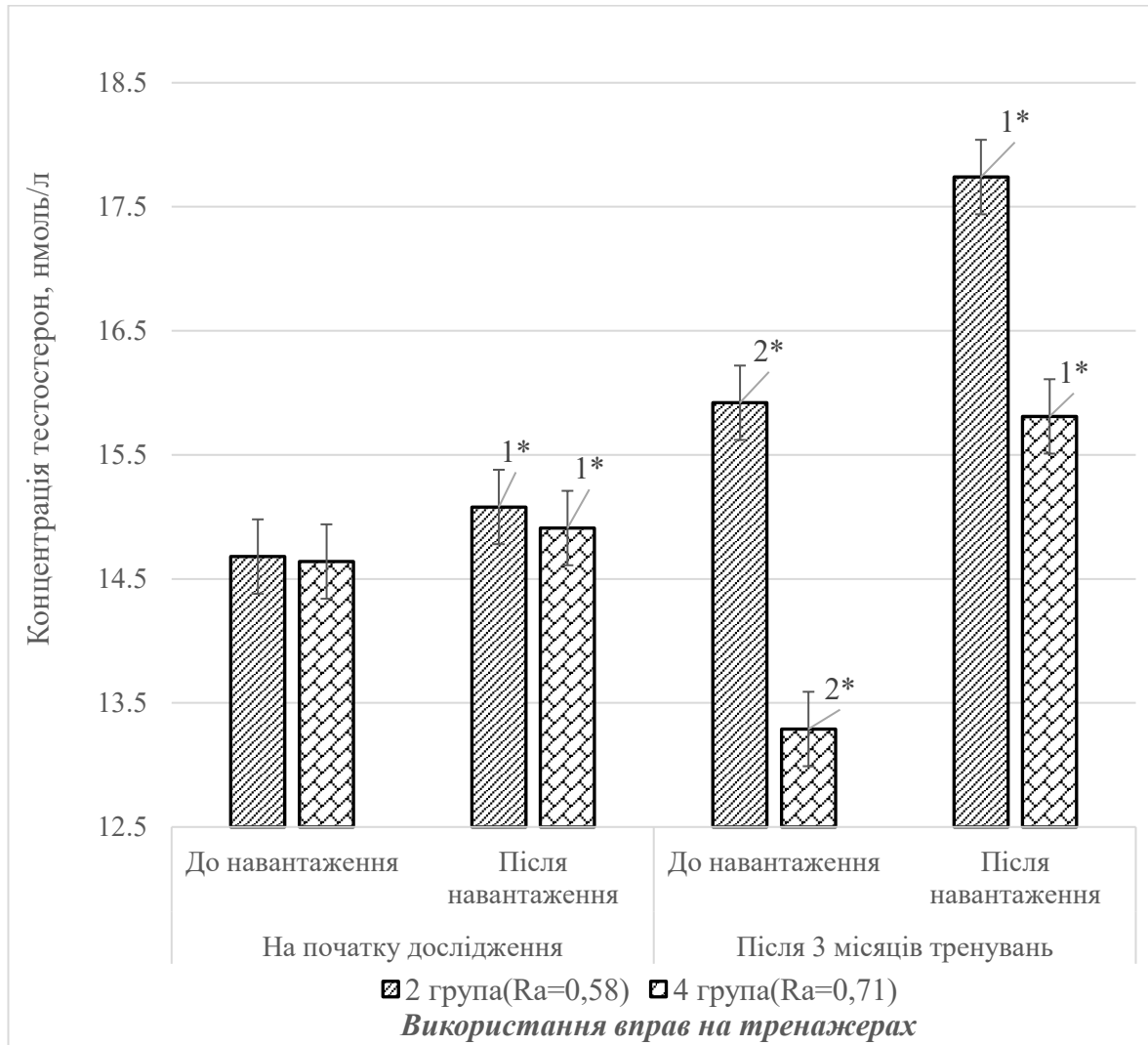
**Примітка 3.** \* різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Рисунок 4.13** – Зміна концентрації тестостерону в сироватці крові спортсменів 1 та 3 груп під час використання вправ із вільними обтяженнями за 3 місяці тренувань в умовах різних режимів роботи м'язів ( $R_a$ ), ( $n = 32$ )

час використання моделей тренувальних занять з режимом роботи високої інтенсивності, відбуваються суттєві адаптаційні зміни, що пов'язані із стабілізацією роботи ендокринної системи в організмі спортсменів та зниженням потреби у кількості тестостерону для забезпечення необхідного процесу метаболізму.

Нижче представлено результати зміни концентрації тестостерону в сироватці крові спортсменів 2-ої та 4-ої груп під час використання 12 тижнів моделей тренувальних занять, що мають різну інтенсивність режимів роботи,

але з подібними за комплексами силових вправ на тренажерах (рис. 4.14).



**Примітка 1.** <sup>1</sup> – порівняно з показниками до навантаження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 2.** <sup>2</sup> – порівняно з показниками до початку дослідження –  $p < 0,05$ .

**Примітка 3.** \* різниця статистично значуща на рівні –  $p < 0,05$ .

**Рисунок 4.14** – Зміна концентрації тестостерону в сироватці крові спортсменів 2 та 4 груп під час використання вправ на тренажерах протягом 3 місяців тренувань в умовах різних режимів роботи м'язів ( $R_a$ ),  $n = 32$

Таким чином, у спортсменів 2-ої групи показник концентрації тестостерону в сироватці крові має зростання - на 2,7 % ( $p < 0,05$ ), порівняно зі станом спокою. Подібну тенденцію щодо зростання цього показника у сироватці крові - на 1,8 % ( $p < 0,05$ ) після тренувального заняття порівняно з вихідними даними, спостерігаємо у спортсменів 4-ої групи.

Результати зміни рівня концентрації тестостерону в сироватці крові

спортсменів 2-ої та 4-ої груп виявлені в кінці 12 тижнів дослідження показують подібну тенденцію до зміни величини у відповідь на фізичний подразник, але з прогресією у середньому більше ніж у 5 разів, порівняно з даними на початку експерименту. Так, у спортсменів 2-ої групи цей показник крові має зростання - на 11,4 % ( $p < 0,05$ ), порівняно зі станом спокою. У свою чергу, у спортсменів 4-ої групи цей показник також має достовірне зростання - на 18,9 % ( $p < 0,05$ ), порівняно з даними зафіксованими до початку тренувального заняття.

Нами встановлено результати динаміки базального рівня концентрації тестостерону в сироватці крові спортсменів 2-ої та 4-ої груп, які використовували різні моделі тренувальних занять, мають відмінності між спортсменами за напрямком змін та величиною контрольованого показника. Так, у спортсменів 2-ої групи рівень концентрації даного стероїдного гормону в крові має тенденцію до зростання - на 8,4 % ( $p < 0,05$ ) після 12-тижневого періоду досліджень, порівняно із вихідними даними. При цьому, базальний рівень концентрації тестостерону в сироватці крові спортсменів 4-ої групи, навпаки, має його зменшення - на 9,2 % ( $p < 0,05$ ) після режиму роботи м'язів високої інтенсивності, порівняно з результатами на початку експерименту.

Отримані результати вказують на те, що використання під час розробки моделей тренувальних занять у бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки комбінацій із поєднанням комплексу вправ на тренажерах та режиму роботи м'язів високої інтенсивності, сприяє зниженню базального рівня концентрації тестостерону в крові спортсменів. Даний факт свідчить про виражені процеси довготривалої адаптації у заданих умовах м'язової діяльності, які пов'язані з оптимізацією роботи ендокринної системи організму спортсменів.

Таким чином, на основі отриманих результатів щодо особливостей зміни досліджуваних біохімічних показників крові (активності ферменту лактатдегідрогенази, концентрації кретиніну, тестостерону та кортизолу) у спортсменів усіх груп в умовах використання розроблених моделей

тренувальних занять на етапі спеціалізованої базової підготовки в бодібілдингу, можна зробити наступні висновки:

– використання під час тренувальної діяльності режиму роботи м'язів високої чи середньої інтенсивності незалежно від комплексу силових вправ на тренажерах чи з вільними обтяженнями, призводить до підвищення активності ферменту лактатдегідрогенази в сироватці крові спортсменів, що свідчить про потужне залучення до процесу м'язової діяльності анаеробно-гліколітичного виду енергозабезпечення та прискорене накопичення лактату в працюючих групах м'язів;

– встановлено, що використання під час тренувань розроблених нами моделей занять з варіацією поєднання режиму навантажень високої середньої інтенсивності не залежно від комплексу силових вправ, відбувається зниження концентрації кортизолу в сироватці крові бодібілдерів у відповідь на фізичний подразник, що свідчить про збільшення активності компенсаторних реакцій організму внаслідок значних енергозатрат;

– найбільше зростання базального рівня концентрації креатиніну в крові спортсменів відбувається під час використання експериментальної моделі тренувальних занять з режимом навантажень високої інтенсивності та силових вправ на тренажерах. Відповідне зростання базального рівня даного біохімічного показника крові свідчить про суттєві процеси довготривалої адаптації, що пов'язані зі зростанням м'язової маси тіла спортсменів.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Темпи розвитку максимальної м'язової сили бодібілдерів на етапі спеціалізованої базової підготовки найбільш виражені саме в умовах використання моделей тренувальних занять розроблених на основі варіативності поєднання комплексу вправ на тренажерних пристроях із режимом роботи м'язів високої інтенсивності. Подібна комбінація основних компонентів розробленої нами моделі занять дозволила задіяти під час



навантажень максимальну кількість швидко-скорочувальних рухових одиниць та одночасно знизити енерговитрати на активність більшої кількості м'язів-стабілізаторів тіла, що позитивно вплинуло на підвищення адаптаційних резервів організму, процесу економізації енергоресурсів та позитивну динаміку зстання силових можливостей бодібілдерів.

2. Встановлено, що показники робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті, які чітко демонструють величину тренувального навантаження спортсменів у бодібілдингу, повною мірою залежать від особливостей режимів навантаження, що використовуються під час занять, а не від комплексів силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах. Були виявлені закономірності щодо умов використання режиму роботи м'язів високої інтенсивності, в якому показник робочої маси снаряду має найбільші значення, а обсяг навантаження в окремому сеті – є найменшим. Однак, в умовах використання режиму роботи м'язів середньої інтенсивності, ми спостерігали зовсім протилежне співвідношення величини контрольованих показників.

3. Під час досліджень встановлено, що найбільш позитивні зміни обвідних розмірів та показників активної клітинної, безжирової та сухої клітинної маси тіла бодібілдерів тіла відбувається в умовах використання моделей тренувальних занять з комплексом тренувальних вправ на тренажерних пристроях у поєднанні з режимом роботи високої інтенсивності. Відповідні адаптаційні зміни можливо пов'язані з прискореною гіпертрофією переважно швидко-скорочувальних м'язових волокон типу «Б» та підвищенням резервів креатинфосфату в м'язах, а також оптимізацією креатинфосфокіназного механізму ресинтезу АТФ. Поєднанні в моделі тренувальних занять режими роботи м'язів середньої інтенсивності та комплексу вправ з вільними обтяженнями, призвело лише до суттєвого зниження показників жирової маси тіла спортсменів та мінімального зростання обвідних розмірів маси тіла, що обґрунтовано можливим проявом

підвищення активації компенсаторних механізмів в їхньому організмі внаслідок великого обсягу навантаження.

4. Вивчення особливостей зміни досліджуваних біохімічних показників крові спортсменів в умовах використання розроблених нами моделей тренувальних занять дозволяє чітко визначити перебіг адаптаційно-компенсаторних реакцій організму на стресовий подразник. Підвищення активності ферменту лактатдегідрогенази та зниження концентрації стероїдного гормону кортизолу у відповідь на роботу середньої інтенсивності під час виконання вправ з вільними обтяженнями, свідчить про значні енерговитрати в умовах анаеробно-гліколітичного режиму енергозабезпечення м'язової діяльності, що викликані великим обсягом навантаження. При цьому, найбільш суттєве збільшення базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові протягом усього періоду досліджень, в умовах використання моделей занять з режимом роботи м'язів високої інтенсивності, свідчить про прискорене зростання м'язової маси спортсменів, що і спостерігалось нами під час контролю за морфометричними показниками маси тіла. Виявлені в заданих умовах м'язової діяльності процеси довготривалої адаптації, підтверджуються зниженням базального рівня концентрації тестостерону в крові спортсменів та свідчить про стабілізацію роботи ендокринної системи спортсменів.

Результати даного розділу були висвітленні у даних працях [15, 29, 34, 35, 65, 180].

## РОЗДІЛ 5

### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вивчення проблеми вдосконалення тренувальної діяльності спортсменів у бодібілдингу, провідними фахівцями із силових видів спорту, спортивної фізіології, ендокринології, біохімії рухової активності, на основі отриманих результатів, напрямок яких був пов'язаний з питаннями пошуку найбільш ефективних шляхів підвищення адаптаційних резервів бодібілдерів та зростанням їх м'язової маси, показали необхідність розробки інтегральних моделей тренувальних занять з оптимальною варіативністю поєднання компонентів навантаження, комплексами силових вправ, різного співвідношення принципів та методів, закономірностей, що враховуватимуть фізіологічні механізми адаптаційно-компенсаторних реакцій в організмі на стресовий подразник [3, 9, 88, 111, 156].

Аналіз сучасної наукової літератури пов'язаної з удосконаленням тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу, силовому фітнесу та інших видах спорту, в яких досліджуються особливості адаптаційних змін в їхньому організмі в умовах використання під час м'язової діяльності різних за обсягом та інтенсивністю навантажень силового спрямування, свідчить не лише про постійно зростаючий інтерес науковців до поглибленого вивчення проблеми моделювання системи підготовки, але й дослідження особливостей зміни показників ендокринної, кардіореспіраторної, системи енергозабезпечення у відповідь на певний фізичний подразник [16, 142, 229].

Проблема відсутності чіткого алгоритму вдосконалення тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу на даному етапі підготовки та обґрунтованості щодо доцільності використання тих чи інших режимів навантажень у поєднанні з відповідними комплексами силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах з урахуванням особливостей зміни фізіологічних процесів адаптації в їхньому організмі – є одним із найбільш спірних питань серед науковців та фахівців для даної галузі наук протягом

останнього десятиліття [19, 31, 136, 158].

Під час досліджень *уперше* розроблено моделі тренувальних занять на основі варіативного поєднання режимів роботи груп м'язів спортсменів високої чи середньої інтенсивності з різними комплексами силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях для підвищення адаптаційних резервів організму та прискореного зростання їх м'язової маси разом із підвищенням рівня розвитку показників максимальної сили. Розробка експериментальних моделей тренувальних занять є одним із фундаментальних напрямів удосконалення системи підготовки та пошуку ефективних механізмів корекції навантажень, спрямованих на підвищення результативності спортсменів у найкоротший термін часу за мінімальним обсягу навантажень.

*Уперше* з'ясовано, що темпи зростання показників максимальної м'язової сили спортсменів, обвідних розмірів тіла, а також підвищення рівня активної клітинної маси, параметрів безжирової та сухої клітинної маси тіла, під час тривалого періоду використання різних моделей тренувальних занять у бодібілдингу, переважно залежать від інтенсивності режимів роботи м'язів. При цьому, суттєвої переваги у заданих умовах м'язової діяльності за різними комплексами силових вправ із вільними обтяженнями чи роботи на тренажерах під час досліджень, не виявлено. У свою чергу, отримані нами в процесі проведення експерименту результати, були дуже схожі за характером зміни морфофункціональних показників організму під час проведення серії досліджень провідними науковцями із силового фітнесу та хортингу [5, 30, 62, 229]. Однак, у наших дослідженнях використовувались зовсім інші показники інтенсивності режиму роботи та брали участь переважно нетреновані чоловіки, які займались силовим фітнесом та спортсмени, які займались хортингом більше трьох років, що повною мірою змінює темпи зростання показників максимальної м'язової сили та обвідних розмірів їхнього тіла за рахунок низького рівня резистентності організму до подібного стресового фізичного подразника.

На основі проведених досліджень було **вперше** у бодібілдингу виявлено, що найбільш суттєве збільшення базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів протягом досліджень, зростання параметрів якого свідчить про прискорене зростання м'язової маси, спостерігалось саме в умовах використання режиму роботи м'язів високої інтенсивності не залежно від різновиду запропонованих учасникам комплексів силових вправ. При цьому, у спортсменів, які використовували розроблені нами моделі тренувальних занять із режимами роботи середньої інтенсивності, зростання базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові у них була в 5 разів меншою, ніж у опонентів. У свою чергу, подібні дослідження проводились у силовому фітнесі з метою вивчення особливостей впливу режимів навантажень низької ( $R_a = 0,53$ ) та високої ( $R_a = 0,72$ ) інтенсивності на адаптаційні можливості організму нетренованих чоловіків 18-20 років з низьким рівнем резистентності до силових навантажень [4, 5, 21, 22, 30, 62]. Дослідниками також було виявлено достовірне підвищення базального рівня креатиніну в сироватці крові нетренованих чоловіків, але лише за умов використання у тренувальному процесі із силового фітнесу режиму роботи високої інтенсивності але з достатньо меншою динамікою контрольованого біохімічного показника, порівняно з отриманими нами результатами.

Запропонований нами механізм удосконалення тренувального процесу спортсменів **доповнює** існуючі у бодібілдингу шляхи оптимізації системи підготовки [84, 147, 194], основна спрямованість яких пов'язана з корекцією величини показників інтенсивності роботи та обсягу навантаження із розробкою програм тренувальних занять, що мають відмінності за напрямом і структурою, комплексами силових вправ із різноманітною варіацією їхнього поєднання, послідовністю використання широкого спектру тренувальних принципів та методів. Обґрунтованість запропонованого нами механізму вирішення даної проблеми пов'язана із використанням відповідної комбінації компонентів навантаження, величина параметрів яких залежить від особливостей фізіологічних процесів, що впливають на зниження активності

компенсаторних механізмів та підвищенням швидкості адаптації організму до зовнішнього подразника внаслідок збільшення активності рухових одиниць, оптимізації роботи м'язів синергістів, стабілізації системи енергозабезпечення.

Проведені дослідження *розширили* наукові дані [58, 78, 136] щодо особливостей зміни величини показників робочої маси снаряду та обсягу навантаження в окремому сеті залежно від особливостей режиму навантажень, який використовувався під час розробки моделей тренувальних занять. Так, наприклад, в умовах використання режиму роботи м'язів середньої інтенсивності із різними комплексами тренувальних вправ, показник робочої маси снаряду під час виконання силових вправ з максимальним залученням дельтоподібного м'язу, у середньому на 28,9 % є меншим, порівняно з параметрами, які застосовують спортсмени в умовах режиму навантажень високої інтенсивності. При цьому, рівень обсягу навантаження в окремому сеті у середньому є на 76,1 % вищим, ніж у спортсменів, які використовують режим навантажень високої інтенсивності разом із різними комплексами тренувальних вправ. Отримані нами результати підтверджують дослідження провідних фахівців у силовому фітнесі та змішаних єдиноборств [4, 5, 21, 30, 63, 64], які використовували подібні за інтенсивністю режими навантажень та вивчали особливості їх впливу на показники робочої маси снаряду, обсягу навантажень в робочому сеті для підвищення функціональних можливостей початківців у фітнесі та рівня спеціальної ударної підготовки спортсменів у хортингу та ММА.

На основі результатів проведеного дослідження щодо темпів розвитку максимальної м'язової сили спортсменів у контрольних вправах та обвідних розмірів маси тіла залежно від особливостей використання учасниками експериментальних моделей тренувальних занять у бодібілдингу, набула **подальшого вирішення** проблема пошуку адекватних індивідуальних можливостей спортсменів, залежно від рівня резистентності їхнього організму до величини стресового подразника, показників навантаження (кількість

повторень в окремому сеті, тривалість роботи у концентричній та ексцентричній фазах руху, амплітуда руху та інші) від яких залежить режим інтенсивності роботи груп м'язів [82, 123, 227].

Нами встановлено, що найбільш прискорене зростання показників максимальної сили спортсменів основних груп м'язів та їх обвідних розмірів тіла, відбуваються в умовах використання моделей тренувальних занять, що містять комплекси тренувальних вправ на тренажерних пристроях разом із режимом роботи високої інтенсивності. При цьому, рівень резистентності організму бодібілдерів до стресового подразника в умовах використання режиму роботи високої інтенсивності разом із комплексом силових вправ, зростає у 2–3 рази повільніше, ніж із м'язовою діяльністю під час застосування роботи м'язів середньої інтенсивності, що сприяє більш тривалому та вираженому процесу довготривалої адаптації. Отримані нами результати, **співпадають** з результатами досліджень інших науковців [60, 144, 230], які вивчали питання адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів, нетренованих людей, військових на силові навантаження різного обсягу та інтенсивності під час занять силовим фітнесом.

У процесі експериментальних досліджень **вперше** була спроба обґрунтувати основні чинники виникнення проблеми, пов'язаної із прискореним зменшенням компонентного складу жирової маси тіла у бодібілдерів та одночасно дуже повільними темпами зростання обвідних розмірів маси тіла в умовах тривалого періоду використання навантажень середньої та низької інтенсивності разом із великими обсягами роботи, яку низка провідних науковців з фізичного виховання та біології [176, 196, 222] поглиблено вивчають протягом тривалого періоду часу.

Отримані нами під час досліджень результати щодо зміни показників жирової маси тіла (ЖМ, кг) спортсменів обстежених груп в умовах заданих моделей тренувальних занять вказують на те, що саме під час використання режиму навантажень середньої інтенсивності та комплексу вправ із вільними обтяженнями спостерігаємо найбільш суттєве достовірне зменшення

показників компонентного складу маси тіла - на 27,2 % ( $p < 0,05$ ) разом із незначною позитивною тенденцією до підвищення обвідних розмірів тіла у середньому - на 1,7 %. При цьому, у групі бодібілдерів, які використовують під час тренувань режим роботи високої інтенсивності разом із силовими вправами на тренажерах, спостерігаємо зниження рівня жирової маси тіла (ЖМТ, кг) - на 1,9 % ( $p < 0,05$ ), а обвідні розміри тіла у середньому зросли - на 4,9 % ( $p < 0,05$ ), відповідно.

Порівняльний аналіз отриманих нами результатів щодо зміни показників жирової маси тіла у спортсменів різних груп на початку та у кінці дослідження, а також рівня концентрації стероїдного гормону кортизолу в їх крові, дозволяє стверджувати про активацію компенсаторних механізмів пов'язаних з підвищенням енерговитрат у заданих умовах м'язової діяльності. Так, в групі спортсменів, у яких виявлено протягом дослідження максимальне достовірне зниження жирової маси тіла, спостерігаємо також і зниження концентрації кортизолу в їх крові у відповідь на тренувальні навантаження незалежно від етапу експерименту.

Виявлені нами під час досліджень дані **підтверджують** напрям роботи широкої плеяди науковців зі спортивної фізіології та біохімії [61, 179, 232, 237], які на основі своїх результатів стверджували, що відповідний прояв подібних змін показників жирової маси тіла та гострої гормональної відповіді на фізичний подразник стероїдного гормону кортизолу, пов'язані переважно із значними енергетичними витратами запасів м'язового глікогену та вуглеводу в умовах використання силових навантажень з великим обсягом роботи та збільшенням активності процесу глюконеогенеза. У свою чергу, результати досліджень провідних фахівців із силового фітнесу [4, 22, 29, 229] вказують на те, що в умовах використання параметрів навантажень із великим обсягом роботи під час розробки програм тренувальних занять чи моделювання тренувального процесу, показники інтенсивності будуть мати низький чи середній рівень. Відповідні зміни показників обсягу та інтенсивності навантажень, суттєво впливатимуть на особливості режиму тренувань та



характер адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів під час короткочасної та довготривалої адаптації.

Отримані нами дані **доповнюють** результати досліджень науковців [3, 7, 29], які в свої роботах проводили порівняльний аналіз впливу тренувального процесу силової спрямованості на активність ферменту лактатдегідрогенази в сироватці крові спортсменів, як одного із інформативних маркерів оцінки адекватності тренувальних навантажень функціональним можливостям спортсменів в умовах анаеробно-гліколітичного виду енергозабезпечення м'язової діяльності. Так, під час наших досліджень було виявлено, що саме в умовах використання моделі тренувальних занять із режимом роботи середньої інтенсивності та вправ із вільними обтяженнями максимально зростає активність ферменту ЛДГ в крові спортсменів, що свідчить про залучення насамперед анаеробно-гліколітичного виду енергозабезпечення. При цьому, отримані нами результати **підтверджують** роботи фахівців [198, 222], які на основі своїх досліджень стверджують, що в умовах використання навантажень високої інтенсивності, енергозабезпечення відбувається переважно за рахунок креатинфосфокіназного механізму ресинтезу АТФ, внаслідок чого накопичення продуктів розпаду у працюючих м'язах є мінімальним і не викликає підвищення активності ферменту лактатдегідрогенази у сироватці крові спортсменів.

Під час досліджень було встановлено, що визначення напряму динаміки базального рівня концентрації стероїдного гормону тестостерону в сироватці крові учасників різних груп протягом заданого періоду використання розроблених моделей тренувальних занять, є одним і основних біохімічних маркерів оцінки перебігу процесів довготривалої адаптації у бодібілдингу.

Досліджено, що під час біохімічного контролю крові протягом 12-тижневого періоду досліджень було встановлено, що базальний рівень концентрації тестостерону в сироватці крові має зниження своїх параметрів у середньому - на 10,2 % ( $p < 0,05$ ) в обох групах бодібілдерів, які використовували під час тренувального процесу режим роботи високої

інтенсивності не залежно від комплексів силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах. Отримані дані **доповнюють** результати досліджень низки фахівців, які займаються вивченням фізіологічних механізмів адаптації в спорті [7, 85, 204] та стверджують про те, що зменшення базального рівня у спортсменів в умовах силових навантажень свідчать про стабілізацію нейрогуморальної регуляції процесів їхнього метаболізму.

У свою чергу, виявлені під час досліджень дані показують навпаки, порівняно з представленими вище результатами, підвищення базального рівня стероїдного гормону тестостерону в сироватці крові бодібілдерів у середньому на 9,2 % ( $p < 0,05$ ) лише за умов використання моделей тренувальних занять із режимом роботи середньої інтенсивності не залежно від структури комплексів тренувальних занять. Виявлені результати підтверджують дані переважної більшості досліджень у силових видах спорту, в яких використовувався діагностичний метод біохімічного аналізу крові спортсменів [46, 177], що силові навантаження сприяють підвищенню базального рівня тестостерону спортсменів внаслідок прискорення процесів анаболізму.

Таким чином, незважаючи на широку популяризацію використання в сучасних наукових дослідженнях [55, 76, 179] показника базального рівня концентрації гормону тестостерону в сироватці крові спортсменів в умовах силових навантажень для оцінки характеру адаптаційно-компенсарних реакцій організму на стресовий подразник, залишається одним із спірних питань та вимагає поглибленого вивчення даної проблеми широким колом науковців.

Набули *подальшого* розвитку механізми розв'язання проблеми ефективного використання біохімічних маркерів крові (тестостерону, кортизолу, креатиніну, лактатдегідрогенази) у бодібілдерів, як одних із інформативних маркерів контролю за фізіологічними процесами короткочасної та довготривалої адаптації в умовах пошуку найбільш оптимальних шляхів удосконалення тренувальної діяльності в бодібілдингу на різних етапах підготовки. Отримані нами результати більш широко

розкривають дослідницьку діяльність низку авторів [22, 119, 209], які чітко обґрунтовують на основі практичної реалізації використання цілого комплексу біохімічних критерії та оптимального поєднання певних показників, що дозволяють встановити особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій організму на стресовий подразник, залежно від моделі тренувальних занять для подальшої оптимізації режимів навантаження чи корекції комбінацій силових вправ.

У результаті дисертаційного дослідження, отримані нами результати дозволяють більш **поглиблено розкрити** механізми вдосконалення тренувального процесу в бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки шляхом розробки оптимальної, для прискореного підвищення адаптаційних резервів організму спортсменів. Виявлені закономірності адаптаційно-компенсаторних змін в організмі бодібілдерів залежно від варіативності поєднання режимів роботи високої та середньої інтенсивності із комплексами силових вправ із вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях, дозволяють чітко спрогнозувати характер процесів довготривалої адаптації та особливостей зміни рівня резистентності систем організму спортсменів до величини зовнішнього подразника. Інтегральний підхід до системи контролю за перебігом адаптаційних змін та адекватності показників тренувальних навантажень функціональним можливостям організму спортсменів, дозволяє фахівцям даного напрямку чітко визначити основний спектр біохімічних маркерів крові, морфофункціональних параметрів та розробити нові шляхи управління тренувальним процесом спортсменів у бодібілдингу.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі показано розв'язання наукової проблеми пов'язаної з пошуком нових механізмів удосконалення тренувального процесу спортсменів у бодібілдингу шляхом розробки експериментальних моделей тренувальних занять з різною варіацією поєднання режимів роботи груп м'язів високої та середньої інтенсивності з комплексами силових вправ із вільними обтяженнями та на тренажерних пристроях. За підсумками отриманих результатів було зроблені такі висновки:

1. Аналіз науково-методичної літератури свідчить про те, що проблема пошуку сучасних ефективних та одночасно безпечних механізмів удосконалення фізичної підготовки спортсменів у бодібілдингу на етапі спеціалізованої базової підготовки протягом останнього десятиліття активно вивчається науковцями. Однак, в доступній нам науковій літературі відсутні результати дослідження, які б вивчали особливості впливу різних за структурою моделей тренувальних занять на динаміку силових можливостей та морфометричних показників складу тіла спортсменів, а також характер адаптаційно-компенсаторних реакцій організму в умовах о поєднання різних режимів роботи м'язів високої та середньої інтенсивності з комплексами силових вправ із вільними обтяженнями та на тренажерах.

Проблема відсутності чіткого алгоритму щодо вдосконалення тренувального процесу та обґрунтованості доцільності використання тих чи інших моделей тренувальних занять для забезпечення прискореного зростання м'язової маси та силових можливостей спортсменів – є одним із найбільш спірних та одночасно актуальних питань серед науковців та фахівців у даній галузі наук на сучасному етапі розвитку бодібілдингу.

2. Розроблено моделі тренувальних занять на основі варіативного поєднання режимів роботи груп м'язів спортсменів високої чи середньої інтенсивності з різними комплексами силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерних пристроях: із комплексом силових вправ із вільними

обтяженнями та режимом роботи м'язів середньої інтенсивності ( $Ra=0,58$ ); із комплексом силових вправ на тренажерах та режимом роботи м'язів середньої інтенсивності ( $Ra=0,58$ ); із комплексом силових вправ із вільними обтяженнями та режимом роботи м'язів високої інтенсивності ( $Ra=0,71$ ); із комплексом силових вправ на тренажерах та режимом роботи м'язів високої інтенсивності ( $Ra=0,71$ ). Розробка експериментальних моделей тренувальних занять сприяла підвищенню адаптаційних резервів організму та прискореному зростанню показників максимальної сили їх м'язової маси, удосконаленню системи фізичної підготовки спортсменів та пошуку ефективних механізмів корекції навантажень, спрямованих на підвищення їх результативності у найкоротший термін часу за мінімального обсягу навантажень.

3. Використання моделей тренувальних занять розроблених на основі варіативності поєднання комплексів вправ на тренажерних пристроях з режимом роботи високої інтенсивності дозволяє досягти суттєвого розвитку максимальної м'язової сили бодібілдерів. Подібна комбінація основних компонентів розробленої нами моделі занять дозволяє задіяти під час навантажень максимальну кількість швидко-скорочувальних рухових одиниць та одночасно знизити енерговитрати спортсменів за рахунок зменшення активності великої кількості м'язів стабілізаторів маси тіла, що прискорило темпи підвищення адаптаційних резервів організму та призвело до процесу економізації енергоресурсів.

4. Величини основних контрольних показників навантаження спортсменів у бодібілдингу, до яких відносяться робоча маса снаряду ( $m$ ) та обсяг навантаження в окремому сеті ( $W_n$ ), повністю залежать від структури режиму роботи м'язів, які навантажуються під час занять, а не від комплексів силових вправ із вільними обтяженнями чи на тренажерах. Одже, в умовах використання режиму роботи високої інтенсивності – показник робочої маси снаряду має найбільш високи значення, а параметри обсягу навантаження в окремому сеті – є найменшими в учасників усіх обстежених груп. Однак, в умовах використання режиму роботи м'язів середньої інтенсивності,

отримуємо зовсім інше співвідношення величини контрольованих показників.

В умовах використання режиму роботи м'язів середньої інтенсивності із різними комплексами тренувальних вправ, показник робочої маси снаряду під час виконання силових вправ із максимальним залученням, наприклад, дельтоподібного м'язу, є у середньому на 28,9 % меншим, порівняно з показниками, які застосовують спортсмени під час режиму навантажень високої інтенсивності. При цьому, рівень обсягу навантаження в окремому сеті у середньому є на 76,1 % вищим, ніж у спортсменів, які використовують режим навантажень високої інтенсивності разом із різними комплексами тренувальних вправ.

5. Темпи зростання обвідних розмірів тіла та зростання певних показників компонентного складу маси тіла бодібілдерів (активна клітинна, безжирова та суха клітинна маси тіла) виявились найвищими саме під час використання моделі тренувальних занять з комплексом силових вправ на тренажерах у поєднанні з режимом роботи високої інтенсивності. У свою чергу, використання обох моделей тренувальних занять з режимом роботи середньої інтенсивності не залежно від структури комплексу силових вправ, призвело лише до суттєвого зниження показників жирової маси тіла спортсменів та мінімального зростання показників обвідних розмірів, що обґрунтовано можливим проявом підвищення активації компенсаторних механізмів в їхньому організмі внаслідок великого обсягу навантаження.

6. Динаміка зміни показників жирової маси тіла спортсменів обстежених груп в умовах заданих моделей тренувальних занять вказують на позитивне використання режиму навантажень середньої інтенсивності та комплексу вправ із вільними обтяженнями тому, що отримано найбільш суттєве зменшення показників компонентного складу маси тіла - на 27,2 % ( $p < 0,05$ ) разом із незначною позитивною тенденцією до підвищення обвідних розмірів тіла у середньому - на 1,7 % ( $p < 0,05$ ). При цьому, у групі бодібілдерів, які використовують під час тренувань режим роботи високої інтенсивності разом із силовими вправами на тренажерах, спостерігаємо зниження рівня жирової

маси тіла - на 1,9 % ( $p < 0,05$ ), а обвідні розміри тіла у середньому зросли - на 4,9 % ( $p < 0,05$ ), відповідно.

Порівняльний аналіз зміни показників жирової маси тіла у спортсменів різних груп на початку та у кінці дослідження, а також рівня концентрації стероїдного гормону кортизолу в їх крові, дозволяє підвищити активацію компенсаторних механізмів пов'язаних з певними енерговитратами під час м'язової діяльності. Так, у групі спортсменів, у яких виявлено протягом дослідження максимальне достовірне зниження жирової маси тіла, спостерігаємо також і зниження концентрації кортизолу в їх крові у відповідь на тренувальні навантаження не

7. Найбільш прискорене зростання показників максимальної сили спортсменів основних груп м'язів та їх обвідних розмірів тіла, відбувається в умовах використання моделей тренувальних занять, що містять комплекси тренувальних вправ на тренажерних пристроях разом із режимом роботи високої інтенсивності. При цьому, рівень резистентності організму бодіблдерів до стресового подразника в умовах використання режиму роботи високої інтенсивності разом із комплексом силових вправ, зростає у 2–3 рази повільніше, ніж із м'язовою діяльністю під час застосування роботи м'язів середньої інтенсивності, що сприяє більш тривалому та вираженому процесу довготривалої адаптації спортсменів.

8. Результати адаптаційно-компенсаторних реакцій організму бодіблдерів на заданий подразник, у процесі біохімічного аналізу сироватки крові сприяють підвищенню активності ферменту лактатдегідрогенази та зниженню концентрації гормону кортизолу у відповідь на роботу м'язів середньої інтенсивності, що свідчить про значні енерговитрати в умовах анаеробно-гліколітичного режиму енергозабезпечення м'язової діяльності, які викликані великим обсягом навантаження. При цьому, найбільш виражене збільшення базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові протягом всього періоду досліджень, в умовах використання моделі занять з режимом роботи високої інтенсивності, свідчить про прискорене зростання

м'язової маси спортсменів. Виявлені в заданих умовах м'язової діяльності процеси довготривалої адаптації, підтверджуються зниженням базального рівня концентрації тестостерону в крові спортсменів та свідчать про позитивні прояви метаболічних процесів та стабілізацію роботи ендокринної системи спортсменів.

9. Запропонований нами механізм удосконалення фізичної підготовки спортсменів у бодібілдингу шляхом розробки експериментальних моделей тренувальних занять для прискореного підвищення адаптаційних резервів організму дозволяє чітко спрогнозувати характер процесів довготривалої адаптації та особливості зміни рівня резистентності систем організму спортсменів до величини зовнішнього подразника. Інтегральний підхід до системи контролю за перебігом адаптаційних змін під час використання бодібілдерами розроблених експериментальних моделей занять, дозволяє фахівцям з даного напрямку чітко визначити основний спектр біохімічних маркерів крові, морфофункціональних параметрів та розробити нові шляхи управління тренувальним процесом у бодібілдингу.

Перспективи подальших досліджень вбачаються у вивченні особливостей побудови навчально-тренувальних занять бодібілдерів з використанням певних моделей засобів тренування, які б, з одного боку, були спрямовані на оптимізацію обсягу та інтенсивності навантажень на м'язову систему, а з іншого, на поліпшення структури руху під час виконання силових вправ.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антомонов М. Ю. Математическая обработка и анализ медикобиологических данных. Киев : Мединформ, 2006. 558 с.
2. Виру А. А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. Москва : Медицина, 1984. 136 с.
3. Волков Н. И., Несен Э. Н., Осипенко А. А., Корзун С. Н. Биохимия мышечной деятельности: учебник. Киев : Олимпийская литература, 2001. 502 с.
4. Дубачинський О. В., Славітяк О. С., Боднар А. І., Петренко О. В. Характер змін показників складу тіла юнаків у процесі занять фітнесом залежно від тривалості періодів навантаження та відновлення. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018. № 2 (11). С. 265–270. DOI: 10.26693/jmbs03.02.265
5. Дубачинський О. В., Чернозуб А. А., Петренко О. В., Твеліна А. О., Абрамов К. В., Лютович Ю. А. Розвиток максимальної сили чоловіків під час використання в фітнесі різних інтервалів відпочинку між сетами. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018. № 6 (15). С. 339–345. DOI: 10.26693/jmbs03.06.339
6. Комплекс КМ-АР-01 комплектація «Діамант – АСТ» (аналізатор состава тела): инструкция оператора. Санкт-Петербург: Изд. Центр. «Діамант», 2007. 18 с.
7. Кремер У. Дж., Рогол А. Д. Эндокринная система, спорт и двигательная активность. Киев : Олимпийская литература, 2008. 600 с.
8. Лапутин А. Н. Атлетическая гимнастика. Київ : Здоров'я, 1990. 176 с.
9. Лопатина А. Б. Теоретические аспекты изменения биохимических показателей крови организма спортсменов как показатель адаптационных процессов. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2014. № 2 (31). С. 117-122.

10. Мартиросов Э. Г., Николаев Д. В., Руднев С. Г. Технологии и методы определения состава тела. Москва : Наука, 2006. 248 с.
11. Меерсон Ф. З., Пшенникова М. Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. Москва : Медицина, 1988. 253 с.
12. Олешко В. Г. Підготовка спортсменів в силових видах спорту. Київ : ДІА, 2011. 442 с.
13. Потоп В, Чернозуб А, Федоров С, Савенко А, Штефюк І, Цзе Чжао, Сивохоп Е. Основні аспекти удосконалення силової підготовки в змішаних єдиноборствах. *Сучасний стан і перспективи вдосконалення національної системи фізичного виховання і спорту в умовах війни та у післявоєнний період* : зб. матеріалів ІІ наук.-практ. конф., присвяченої 75-й річниці каф. фіз. вих. ДВНЗ «УжНУ», м. Ужгород, 19-20 квіт. 2023 р. Ужгород, 2023. С. 35–41. ДВНЗ «УжНУ», 2023.  
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/59520/1/%d0%a2%d0%b5%d0%b7%d0%b8%20%d0%b4%d0%be%2075%20%d0%ba%d0%b0%d1%84%d0%b5%d0%b4%d1%80%d0%b8%20%d0%a4%d0%92%20%281%29.pdf>
14. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте: учебник для студентов вузов физической культуры. Киев : Олимпийская литература, 1997. 584 с.
15. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. Киев : Олимпийская литература, 2015. 680 с.
16. Рыбина И. Л., Ширковец Е. А. Алгоритм оценки адаптационных изменений организма спортсменов с использованием данных клинико-лабораторного контроля. *Вестник спортивной науки*. 2017. № 4. С. 36–40.
17. Рыкова М. П., Антропова Е. Н., Виноградова О Л. Адаптационные возможности системы иммунитета человека в условиях силовых тренировок. *Физиология человека*. 2007. № 33 (1). С. 101–108.
18. Славитяк О. С. Проблема поиска безопасных и эффективных методов снижения травматизма в бодибилдинге на этапе специализированной

базовой підготовки. *Педагогіка, психологія та методико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2014. № 6. С. 63-68.

DOI:10.15561/20755279.2014.0612

19. Славитяк О. С. Особенности влияния различных режимов тренировки на динамику силовых показателей бодибилдеров на этапе специализированно-базовой подготовки. *Педагогіка, психологія та методико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2015. № 2. С. 64–69.

DOI:10.15561/18189172.2015.0211

20. Стаценко Е. А., Пономарева А. Г. Контроль протекания адаптационных реакций у спортсменов с помощью показателя соотношения анаболических и катаболических процессов. *Вестник спортивной медицины*. 2012. № 3. С. 44–47.

21. Титова А. В., Боднар А. И., Кураса Г.А., Конопляник О. В., Абрамов К. В. Критерии контроля оценки адекватности силовых нагрузок функциональным возможностям организма людей различного уровня физической подготовки в процессе занятий фитнесом. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2017. № 6 (9). С. 53–59. DOI: 10.26693/jmbs02.07.053

22. Титова А. В., Чорный О. Г., Долгов А. А., Гладир Т. А. Параметры биохимического контроля как критерии адаптационных изменений в организме спортсменов различного уровня тренированности в условиях силового фитнеса. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018. № 2 (11). С. 278–283. DOI: 10.26693/jmbs03.02.278

23. Тихорський О. А. Удосконалення методики тренування м'язів плеча для висококваліфікованих бодібілдерів. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2015. № 5(49). С. 118–123.

24. Тихорский А. Эффективность методики тренировочного процесса высококвалифицированных бодибилдеров мезоморфного типа телосложения в соревновательном периоде. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2016. № 5 (55). С. 83–88.

25. Тихорський О. А., Джим В. Ю. Побудова навчально-тренувального процесу висококваліфікованих бодібілдерів у змагальному мезоциклі змагального періоду. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2017. № 9 (91). С. 107–113.
26. Уилмор Дж. Х., Костилл Д. Л. Физиология спорта. Киев : Олимпийская литература, 2001. 504 с.
27. Усыченко В. В. Характеристика антропометрических показателей выдающихся спортсменов, специализирующихся в бодибилдинге : материалы Междун. научн. конф. аспирантов, [под ред. В.Монолаки]. м. Кишинев, Молдавия. 2009 р. С. 326–330.
28. Хартманн Ю., Тюннеманн Х. Современная силовая тренировка. Берлин : Штортферлаг, 1988. 335 с.
29. Цзе Чжао, Олешко В, Глухов І. Пріоритетність використання вправ на тренажерах чи з вільною вагою обтяження в бодібілдингу. В: *Фізична активність і якість життя людини* : зб. тез. доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Луцьк, 08 червня 2023 р. Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2023. С. 48–50. <https://conferences.vnu.edu.ua/public/conferences/24/schedConfs/24/accommodati on-0.pdf>
30. Чернозуб А. А. Критичні межі максимально безпечного рівня тренувальних навантажень в силовому фітнесі та методика їх визначення. *Загальна патологія та патологічна фізіологія*. 2014. № 9 (4). С. 104–112.
31. Чернозуб А. А. Морфофункциональные реакции организма культуристов в условиях разных режимов физической нагрузки. *Природничий альманах*. 2015. № 21. С. 97–105.
32. Чернозуб А. А. Безпечні та критичні рівні фізичних навантажень для тренуваних та нетренуваних осіб в умовах м'язової діяльності силової спрямованості. *Фізіологічний журнал*. 2016. № 62 (2). С. 110–117.
33. Чеховська Л., Грибовська І., Маланчук Г. Особливості "Bikini body guide" як інноваційної фітнес-програми. В: Проблеми активізації рекреаційно-оздоровчої діяльності населення : матеріал XI Міжнар. наук.-практ.

конференції, м. Львів, 10–11 травня, 2018 р. ЛНУФВС, 2018. С. 151–153.

34. Чжао Цзе, Олешко В. Г. Особливості впливу навантажень з використанням вправ на тренажерах та з вільною вагою обтяження на розвиток максимальної м'язової сили у бодібілдерів. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2022. № 5 (39). С. 348–354. DOI: 10.26693/jmbs07.05.348

35. Чжао Цзе, Олешко В. Порівняльний аналіз зміни показників складу тіла в бодібілдерів в умовах різних навантажень, використовуючи вправи на тренажерах чи з вільною вагою обтяження. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2023. № 1 (61). С. 109–118. DOI: 10.29038/2220-7481-2023-01-109-118

36. Alizadeh S., Rayner M., Mahmoud M., Behm D. Push-Ups vs. Bench Press Differences in Repetitions and Muscle Activation between Sexes. *Sports Sci Med*. 2020. No 19 (2). P. 289–297.

37. Alizadeh S., Daneshjoo A., Zahiri A., Anvar S., Goudini R., Hicks J., Konrad A., Behm D. Resistance Training Induces Improvements in Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2023. No 53 (3). P. 707–722. DOI: 10.1007/s40279-022-01804

38. Alves R., Prestes J., Enes A., Moraes W., Trindade T., Salles B., Aragon A., Souza-Junior T. Training Programs Designed for Muscle Hypertrophy in Bodybuilders: A Narrative Review. *Sports (Basel)*. 2020. No 8 (11). P. 149. DOI: 10.3390/sports8110149

39. Ammar A., Chtourou H., Turki M., Hammouda O., Chaari A., Boudaya M., Driss T., Ayedi F., Souissi N. Acute and delayed responses of steroidal hormones, blood lactate and biomarkers of muscle damage after a resistance training session: time-of-day effects. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018. No 58 (7-8). P. 980–989. DOI: 10.23736/s0022-4707.17.07048-7

40. Ambroży T., Rydzik Ł., Obmiński Z., Błach W., Serafin N., Błach B., Jaszczur-Nowicki J., Ozimek M. The Effect of High-Intensity Interval Training Periods on Morning Serum Testosterone and Cortisol Levels and Physical Fitness in

Men Aged 35-40 Years. *J Clin Med*. 2021. No 10 (10). 2143. DOI: 10.3390/jcm10102143

41. Athanasiou N., Bogdanis G., Mastorakos G. Endocrine responses of the stress system to different types of exercise. *Rev Endocr Metab Disord*. 2023. No 24 (2). P. 251–266. DOI: 10.1007/s11154-022-09758-1

42. Balachandran A., Wang Y., Szabo F., Watts-Batthey C., Schoenfeld B., Zenko Z., Quiles N. Comparison of traditional vs. lighter load strength training on fat-free mass, strength, power and affective responses in middle and older-aged adults: A pilot randomized trial. *Exp Gerontol*. 2023. 178:112219. DOI: 10.1016/j.exger.2023.112219

43. Barakat C., Escalante G., Stevenson S., Bradshaw J., Barsuhn A., Tinsley G., Walters J. Can Bodybuilding Peak Week Manipulations Favorably Affect Muscle Size, Subcutaneous Thickness, and Related Body Composition Variables? A Case Study. *Sports (Basel)*. 2022. No 10 (7).106. Sports 2022, 10, 106. DOI: 10.3390/sports10070106

44. Barbalho M., Coswig V., Raiol R., Fisher J., Steele J., Bianco A., Gentil P. Single joint exercises do not provide benefits in performance and anthropometric changes in recreational bodybuilders. *Eur J Sport Sci*. 2020. No 20 (1). P. 72–79. DOI: 10.1080/17461391.2019.1611932

45. Barbalho M., Coswig V., Steele J., Fisher J., Giessing J., Gentil P. Evidence of a Ceiling Effect for Training Volume in Muscle Hypertrophy and Strength in Trained Men - Less is More? *Int J Sports Physiol Perform*. 2020. No 15 (2). P. 268–277. DOI: 10.1123/ijsp.2018-0914

46. Barnes M., Miller A., Reeve D., Stewart R. Acute Neuromuscular and Endocrine Responses to Two Different Compound Exercises: Squat vs. Deadlift. *J Strength Cond Res*. 2019. No 33 (9). P. 2381–2387. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002140

47. Batra A., Wetmore A., Hornsby W., Lipinska P., Staniak Z., Surala O., Stone M. Strength, Endocrine, and Body Composition Alterations across Four Blocks of Training in an Elite 400 m Sprinter. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2021. No

6 (1). P. 25. DOI: 10.3390/jfmk6010025

48. Bauer P., Majisik A., Mitter B., Csapo R., Tschan H., Hume P., Martínez-Rodríguez A., Makivic B. Body Composition of Competitive Bodybuilders: A Systematic Review of Published Data and Recommendations for Future Work. *J Strength Cond Res.* 2023. No 37 (3). P. 726–732. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004155

49. Becker L., Semmlinger L., Rohleder N. Resistance training as an acute stressor in healthy young men: associations with heart rate variability, alpha-amylase, and cortisol levels. *Stress.* 2021. No 24 (3). P. 318–330.

DOI: 10.1080/10253890.2020.1799193

50. Benavente C., León J., Feriche B., Schoenfeld B., Bonitch-Góngora J., Almeida F., Pérez-Regalado S., Padial P. Hormonal and Inflammatory Responses to Hypertrophy-Oriented Resistance Training at Acute Moderate Altitude. *Int J Environ Res Public Health.* 2021. No 18 (8). 4233. DOI: 10.3390/ijerph18084233

51. Benavente C., Schoenfeld B., Padial P., Feriche B. Efficacy of resistance training in hypoxia on muscle hypertrophy and strength development: a systematic review with meta-analysis. *Sci Rep.* 2023. No 13 (1). 3676. DOI: 10.1038/s41598-023-30808-4

52. Benavides-Ubric A., Díez-Fernández D., Rodríguez-Pérez M., Ortega-Becerra M., Pareja-Blanco F. Analysis of the Load-Velocity Relationship in Deadlift Exercise. *J Sports Sci Med.* 2020. No 19 (3). P. 452–459.

53. Bissas A., Havenetidis K., Walker J., Hanley B., Nicholson G., Metaxas T., Christoulas K., Cronin N. Muscle-tendon morphology and function following long-term exposure to repeated and strenuous mechanical loading. *Scand J Med Sci Sports.* 2020. No 30 (7). P. 1151–1162. DOI: 10.1111/sms.13669

54. Bogdanis G., Tsoukos A., Brown L., Selima E., Veligekas P., Spengos K., Terzis G. Muscle Fiber and Performance Changes after Fast Eccentric Complex Training. *Med Sci Sports Exerc.* 2018. No 50 (4). P. 729–738. DOI: 10.1249/MSS.0000000000001507

55. Cadegiani F., Kater C. Basal Hormones and Biochemical Markers as Predictors of Overtraining Syndrome in Male Athletes: The EROS-BASAL Study. *J Athl Train*. 2019. No 54 (8). P. 906–914. DOI: 10.4085/1062-6050-148-18
56. Cardozo D., Destro D. Pyramidal resistance training: A brief review of acute responses and long-term adaptations. *J Bodyw Mov Ther*. 2023. No 35. P. 21–27. DOI: 10.1016/j.jbmt.2023.04.070
57. Carvalho L., Junior RM., Barreira J., Schoenfeld BJ., Orazem J., Barroso R. Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched load: a systematic review and meta-analysis. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2022. No 47 (4). P. 357–368. DOI: 10.1139/apnm-2021-0515
58. Castro A., Duft RG., Ferreira MLV., Andrade ALL., Gáspari AF., Silva LM., Oliveira-Nunes SG., Cavaglieri CR., Ghosh S., Bouchard C. Association of skeletal muscle and serum metabolites with maximum power output gains in response to continuous endurance or high-intensity interval training programs: the TIMES study randomized controlled trial. *Plos one*. 2019. No 14 (2). e0212115. DOI: 10.1371/journal.pone.0212115
59. Cintineo H., Freidenreich D., Blaine C., Cardaci T., Pellegrino J., Arent S. Acute Physiological Responses to an Intensity-And Time-Under-Tension-Equated Single- vs. Multiple-Set Resistance Training Bout in Trained Men. *J Strength Cond Res*. 2018. No 32 (12). P. 3310–3318. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002872
60. Chae S., Hill D., Bailey C., Moses S., McMullen S., Vingren J. Acute Physiological and Perceptual Responses to Rest Redistribution With Heavier Loads in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res*. 2023. No 37 (5). P. 994–1000. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004366
61. Chasland L., Yeap B., Maiorana A., Chan Y., Maslen B., Cooke B., Dembo L., Naylor L., Green D. Testosterone and exercise: effects on fitness, body composition, and strength in middle-to-older aged men with low-normal serum testosterone levels. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2021. No 320 (5). P. 1985–1998. DOI: 10.1152/ajpheart.00010.2021



62. Chernozub A., Titova A., Dubachinskiy O., Bodnar A., Abramov K., Minenko A., Chaban I. Integral method of quantitative estimation of load capacity in power fitness depending on the conditions of muscular activity and level of training. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018. No 18 (1). P. 217–221.

DOI: 10.7752/jpes.2018.01028

63. Chernozub A., Potop V., Korobeynikov G., Timnea OC., Dubachinskiy O., Ikkert O., Briskin Y., Boretsky Y., Korobeynikova L. Creatinine is a biochemical marker for assessing how untrained people adapt to fitness training load. *J. Peer*

2020. No 8:e9137. DOI: 10.7717/peerj.9137

64. Chernozub A., Manolachi V., Korobeynikov G., Potop V., Sherstiuk L., Manolachi V., Mihaila I. Criteria for assessing the adaptive changes in mixed martial arts (MMA) athletes of strike fighting style in different training load regimes. *J. Peer*

2022. No 10:e13827. DOI: 10.7717/peerj.13827

65. Chernozub A., Manolachi V., Tsos A., Potop V., Korobeynikov G., Manolachi V., Sherstiuk L., Zhao J., Mihaila I. Adaptive changes in bodybuilders in conditions of different energy supply modes and intensity of training load regimes using machine and free weight exercises. *J. Peer*. 2023. No 11:e14878. DOI:

10.7717/peerj.14878

66. Chlíbková D., Žáková A., Rosemann T., Knechtle B., Bednář J. Body composition changes during a 24-h winter mountain running race under extremely cold conditions. *Frontiers in Physiology*. 2019. No 10:585. DOI

10.3389/fphys.2019.00585

67. Clark D., Lambert M., Hunter A. Trunk Muscle Activation in the Back and Hack Squat at the Same Relative Loads. *J Strength Cond Res*. 2019. No 33. P.

60–69. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002144

68. Clark D., Lambert M., Grigson C., Hunter A. Impact of resistance training status on trunk muscle activation in a fatiguing set of heavy back squats.

*Eur J Appl Physiol*. 2021. No 121 (2). P. 597–608. DOI: 10.1007/s00421-020-04540-0

69. Coratella G., Tornatore G., Longo S., Esposito F., Cè E. Specific prime movers' excitation during free-weight bench press variations and chest press machine in competitive bodybuilders. *Eur J Sport Sci.* 2020. No 20 (5). P. 571–579. DOI: 10.1080/17461391.2019.1655101
70. Coratella G., Tornatore G., Caccavale F., Longo S., Esposito F., Cè E. The Activation of Gluteal, Thigh, and Lower Back Muscles in Different Squat Variations Performed by Competitive Bodybuilders: Implications for Resistance Training. *Int J Environ Res Public Health.* 2021. No 18 (2).772. DOI: 10.3390/ijerph18020772
71. Coratella G., Tornatore G., Caccavale F., Longo S., Esposito F., Cè E. An Electromyographic Analysis of Romanian, Step-Romanian, and Stiff-Leg Deadlift: Implication for Resistance Training. *Int J Environ Res Public Health.* 2022. No 19 (3).1903. DOI: 10.3390/ijerph19031903
72. Coratella G., Tornatore G., Caccavale F., Longo S., Esposito F., Cè E. Front vs Back and Barbell vs Machine Overhead Press: An Electromyographic Analysis and Implications For Resistance Training. *Front Physiol.* 2022. No 13:825880. DOI: 10.3389/fphys.2022.825880
73. Coratella G., Tornatore G., Longo S., Toninelli N., Padovan R., Esposito F., Cè E. Biceps Brachii and Brachioradialis Excitation in Biceps Curl Exercise: Different Handgrips, Different Synergy. *Sports (Basel).* 2023. No 11 (3).64. DOI: 10.3390/sports11030064
74. Coratella G., Tornatore G., Longo S., Toninelli N., Padovan R., Esposito F., Cè E. Bilateral Biceps Curl Shows Distinct Biceps Brachii and Anterior Deltoid Excitation Comparing Straight vs. EZ Barbell Coupled with Arms Flexion/No-Flexion. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2023. No 8(1):13. DOI: 10.3390/jfmk8010013
75. Cosic M., Knezevic O., Nedeljkovic A., Djuric S., Zivkovic M., Garcia-Ramos A. Effect of Different Types of Loads on the Force-Velocity Relationship Obtained During the Bench Press Throw Exercise. *J Strength Cond Res.* 2021. No 35(9). P. 2401–2406. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003183

76. Crewther BT., Obmiński Z., Cook CJ. Serum cortisol as a moderator of the relationship between serum testosterone and Olympic weightlifting performance in real and simulated competitions. *Biol Sport*. 2018. No 35 (3). P. 215–221. DOI: 10.5114/biolSport.2018.74632

77. Davies TB., Halaki M., Orr R., Helms ER., Hackett DA. Changes in Bench Press Velocity and Power After 8 Weeks of High-Load Cluster- or Traditional-Set Structures. *J Strength Cond Res*. 2019 No 17. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003166

78. Davies T., Halaki M., Orr R., Helms E., Hackett D. Changes in Bench Press Velocity and Power After 8 Weeks of High-Load Cluster- or Traditional-Set Structures. *J Strength Cond Res*. 2020. No 34 (10). P. 2734–2742. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003166

79. Dinyer T., Byrd M., Garver M., Rickard A., Miller W., Burns S., Clasey J., Bergstrom H. Low-Load vs. High-Load Resistance Training to Failure on One Repetition Maximum Strength and Body Composition in Untrained Women. *J Strength Cond Res*. 2019. No 33 (7). P. 1737–1744. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003194

80. Doronina A., Édes IF., Ujvári A., Kántor Z., Lakatos BK., et al. The Female Athlete's Heart: Comparison of Cardiac Changes Induced by Different Types of Exercise Training Using 3D Echocardiography. *Biomed Res Int*. 2018. No 3561962. DOI: 10.1155/2018/3561962

81. Dote-Montero M., De-la-O A., Jurado-Fasoli L., Ruiz J., Castillo M., Amaro-Gahete F. The effects of three types of exercise training on steroid hormones in physically inactive middle-aged adults: a randomized controlled trial. *Eur J Appl Physiol*. 2021. No 21 (8). P. 2193–2206. DOI 10.1007/s00421-021-04692-7

82. Đurić S., Knezevic O., Sember V., Cuk I., Nedeljkovic A., Pajek M., Mirkov D. Effects of Resistance Training With Constant, Inertial, and Combined Loads on Muscle Power and Strength Output. *Front Physiol*. 2021. No 12:709263. DOI: 10.3389/fphys.2021.709263

83. Emami M., Behforouz A., Jarahi L., Zarifian A., et al. The Risk of Developing Obesity, Insulin Resistance, and Metabolic Syndrome in Former Power-sports Athletes - Does Sports Career Termination Increase the Risk. *Indian J Endocrinol Metab.* 2018. No 22 (4). P. 515–519. DOI: 10.4103/ijem.IJEM\_83\_18
84. Escalante G., Stevenson S., Barakat C., Aragon A., Schoenfeld B. Peak week recommendations for bodybuilders: an evidence based approach. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2021. No 13 (1).68. DOI: 10.1186/s13102-021-00296-y
85. Fekri-Kourabbaslou V., Shams S., Amani-Shalamzari S. Effect of different recovery modes during resistance training with blood flow restriction on hormonal levels and performance in young men: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022. No 14 (1):47. DOI: 10.1186/s13102-022-00442-0
86. Fernandes J. F. T., Lamb K. L., Twist C. A. Comparison of Load-Velocity and Load-Power Relationships Between Well-Trained Young and Middle-Aged Males During Three Popular Resistance Exercises. *J Strength Cond Res.* 2018. No 32 (5). P. 1440–1447. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001986
87. Fink J., Schoenfeld B., Nakazato K. The role of hormones in muscle hypertrophy. *Phys Sportsmed.* 2018. No 46 (1). P. 129–134. DOI: 10.1080/00913847.2018.1406778
88. Futorniy S. M., Osadchaya O. I., Shmatova E. A., Maslova E. V. Informational significance of calculated hematological indices in prediction of overtraining development in professional athletes. *Sports Medicine and Physical Rehabilitation.* 2016. No 2. P. 13–19.
89. Gala K., Desai V., Liu N., Omer E., McClave S. How to Increase Muscle Mass in Critically Ill Patients: Lessons Learned from Athletes and Bodybuilders. *Curr Nutr Rep.* 2020. No 9 (4). P. 369–380. DOI: 10.1007/s13668-020-00334-0
90. Galiano C., Pareja-Blanco F., Mora J., Villarreal E. Low-Velocity Loss Induces Similar Strength Gains to Moderate-Velocity Loss During Resistance Training. *J Strength Cond Res.* 2022. No 36 (2). P. 340–345. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003487

91. Geisler S., Aussieker T., Paldauf S., Scholz S., Kurz M., Jungs S., et al. Salivary testosterone and cortisol concentrations after two different resistance training exercises. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019. No 59 (6). P. 1030–1035. DOI: 10.23736/s0022-4707.18.08786-8
92. González-Hernández J. M., Jiménez-Reyes P., Cerón J. J., Tvarijonaviciute A., Llorente-Canterano F. J., Martínez-Aranda L. M., García-Ramos A. Response of Muscle Damage Markers to an Accentuated Eccentric Training Protocol: Do Serum and Saliva Measurements Agree? *J Strength Cond Res*. 2022. No 36 (8). P. 2132–2138. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003777
93. Graybeal A., Moore M., Cruz M., Tinsley G. Body Composition Assessment in Male and Female Bodybuilders: A 4-Compartment Model Comparison of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Impedance-Based Devices. *J Strength Cond Res*. 2020. No 34 (6). P. 1676–1689. DOI: 10.1519/jsc.0000000000002831
94. Greenham G., Buckley JD., Garrett J., Eston R., Norton K. Biomarkers of Physiological Responses to Periods of Intensified, Non-Resistance-Based Exercise Training in Well-Trained Male Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2018. No 48 (11). P. 2517–2548. DOI: 10.1007/s40279-018-0969-2
95. Hackett D., Wilson G., Mitchell L., Haghghi M., Clarke J., Mavros Y., O'Connor H., Hagstrom A., Slater G., Keogh J., McLellan C. Effect of Training Phase on Physical and Physiological Parameters of Male Powerlifters. *Sports (Basel)*. 2020. No 8 (8).106. DOI: 10.3390/sports8080106
96. Hackett D., Mitchell L., Clarke J., Hagstrom A., Keogh J., McLellan C. Relationship between echocardiogram and physical parameters in experienced resistance trainers: a pilot study. *J Sports Med Phys Fitness*. 2021. No 61 (9). P. 1290–1300. DOI: 10.23736/S0022-4707.20.11615-3
97. Häkkinen K., Newton R., Walker S., Häkkinen A., Krapic S., Rekola R., Koponen P., Kraemer W., Haff G., Blazeovich A., Nosaka K., Ahtiainen J. Effects of Upper Body Eccentric versus Concentric Strength Training and Detraining on

Maximal Force, Muscle Activation, Hypertrophy and Serum Hormones in Women. *J Sports Sci Med*. 2022. No 21 (2). P. 200–213. DOI: 10.52082/jssm.2022.200

98. Handford M., Bright T., Mundy P., Lake J., Theis N., Hughes J. The Need for Eccentric Speed: A Narrative Review of the Effects of Accelerated Eccentric Actions During Resistance-Based Training. *Sports Med*. 2022. No 52 (9).2061-2083. DOI: 10.52082/jssm.2022.200

99. Harden M., Wolf A., Russell M., Hicks K., French D., Howatson G. An Evaluation of Supramaximally Loaded Eccentric Leg Press Exercise. *J Strength Cond Res*. 2018. No 32 (10). P. 2708–2714. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002497

100. Haun C., Vann C., C Mobley B., Osburn S., Mumford P., Roberson P., Romero M., Fox C., Parry H., Kavazis A., Moon J., Young K., Roberts M. Pre-training Skeletal Muscle Fiber Size and Predominant Fiber Type Best Predict Hypertrophic Responses to 6 Weeks of Resistance Training in Previously Trained Young Men. *Front Physiol*. 2019. No 10:297. DOI: 10.3389/fphys.2019.00297

101. Heidel K. A., Novak Z. J., Dankel S. J. Machines and free weight exercises: a systematic review and meta-analysis comparing changes in muscle size, strength, and power. *J Sports Med Phys Fitness*. 2022. No 62 (8). P. 1061–1070. DOI: 10.23736/s0022-4707.21.12929-9

102. Heidet M., Abdel Wahab A., Ebadi V., Cogne Y., Chollet-Xemard C. Severe Hypoglycemia Due to Cryptic Insulin Use in a Bodybuilder. *J Emerg Med*. 2019. No 56 (3). P. 279–281. DOI: 10.1016/j.jemermed.2018.10.030

103. Hegedüs Á., Kopper B. Changes in motor unit activity in the biceps brachii muscle under different intensities of isometric loading. *Orv Hetil*. 2023. No 164 (10). P. 376–382. DOI: 10.1556/650.2023.32721

104. Helms E. R., Fitschen P. J., Aragon A. A., Cronin J., Schoenfeld B. J. Recommendations for natural bodybuilding contest preparation: resistance and cardiovascular training. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015. No 55 (3). P. 164–178.

105. Helms E., Kwan K., Sousa C., Cronin J., Storey A., Zourdos M. Methods for Regulating and Monitoring Resistance Training. *J Hum Kinet*. 2020. No 74. P. 23–42. DOI: 10.2478/hukin-2020-0011

106. Hermann R., Biallas B., Predel HG., Petrowski K. Physical versus psychosocial stress: effects on hormonal, autonomic, and psychological parameters in healthy young men. *Stress*. 2019. No 22 (1). P. 103–112. DOI: 10.1080/10253890.2018.1514384
107. Horii N., Hasegawa N., Fujie S., Iemitsu K., Uchida M., Hamaoka T., Iemitsu M. Effects of *Dioscorea esculenta* intake with resistance training on muscle hypertrophy and strength in sprint athletes. *J Clin Biochem Nutr*. 2020. No 67 (3). P. 338–343. DOI: 10.3164/jcbn.19-124
108. Hulston C. J., Woods R. M., Dewhurst-Trigg R., Parry S. A., et al. Resistance exercise stimulates mixed muscle protein synthesis in lean and obese young adults. *Physiol Rep*. 2018. No 6 (14).e13799. DOI: 10.14814/phy2.13799
109. Jakobsson J., Theos A., Malm C. Effects of Different Types of Lower Body Resistance Exercise on Upper-body Strength in Men and Women, with Special Reference to Anabolic Hormones. *Int J Exerc Sci*. 2021. No 14 (3). P. 1052–1069.
110. Joannis S., Lim C., McKendry J., Mcleod JC., Stokes T., Phillips SM. Recent advances in understanding resistance exercise training-induced skeletal muscle hypertrophy in humans. *F1000Res*. 2020. No 9:F1000 Faculty Rev-141. DOI: 10.12688/f1000research.21588.1
111. Jorgenson K., Phillips S., Hornberger T. Identifying the Structural Adaptations that Drive the Mechanical Load-Induced Growth of Skeletal Muscle: A Scoping Review. *Cells*. 2020. No 9 (7).1658. DOI: 10.3390/cells9071658
112. Junior M., Cerqueira H., Filho H., Junior C. Muscle hypertrophy training does not suppress the GH/IGF axis in young adult males. *J Endocrinol Invest*. 2023 Jun 24. DOI: 10.1007/s40618-023-02116-1.
113. Jurasz M., Boraczyński M., Wójcik Z., Gronek P. Neuromuscular Fatigue Responses of Endurance- and Strength-Trained Athletes during Incremental Cycling Exercise. *Int J Environ Res Public Health*. 2022. No 19 (14).8839. DOI: 10.3390/ijerph19148839
114. Jurasz M., Boraczyński M., Laskin J., Kamelska-Sadowska A., Podstawski R., Jaszczur-Nowicki J., Nowakowski J., Piotr Gronek. Acute

Cardiorespiratory and Metabolic Responses to Incremental Cycling Exercise in Endurance- and Strength-Trained Athletes. *Biology (Basel)*. 2022. No 11 (5).643.

DOI: 10.3390/biology11050643

115. Kapsis D., Tsoukos A., Psarraki M., Douda H., Smilios I., Bogdanis G. Changes in Body Composition and Strength after 12 Weeks of High-Intensity Functional Training with Two Different Loads in Physically Active Men and Women: A Randomized Controlled Study. *Sports (Basel)*. 2022. No 10 (1).7. DOI: 10.3390/sports10010007

116. Kılıc Y., Cetin HN., Sumlu E., Pektas MB., Koca HB., Akar F. Effects of Boxing Matches on Metabolic, Hormonal, and Inflammatory Parameters in Male Elite Boxers. *Medicina (Kaunas)*. 2019. No 55 (6):288. DOI: 10.3390/medicina55060288

117. Kipp K., Kim H., Wolf W. Muscle Forces During the Squat, Split Squat, and Step-Up Across a Range of External Loads in College-Aged Men. *J Strength Cond Res*. 2022. No 36 (2). P. 314–323. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003688

118. Kistner S., Rist MJ., Krüger R., Döring M., Schlechtweg S., Bub A. High-Intensity Interval Training Decreases Resting Urinary Hypoxanthine Concentration in Young Active Men-A Metabolomic Approach. *Metabolites*. 2019. No 9 (7): E137. DOI: 10.3390/metabo9070137

119. Kotikangas J., Walker S., Toivonen S., Peltonen H., Häkkinen K. Acute Neuromuscular and Hormonal Responses to Power, Strength, and Hypertrophic Protocols and Training Background. *Front Sports Act Living*. 2022. No 4:919228. DOI: 10.3389/fspor.2022.919228

120. Korobeynikov G., Korobeinikova L., Mytskan B., Chernozub A., Cynarski WJ. Information processing and emotional response in elite athletes, Ido movement for culture. *Journal of Martial Arts Anthropology*. 2017. No 17 (2). P. 41–50. DOI: 10.14589/ido.17.2.5

121. Kraemer W., Ratamess N., Hymer W., Nindl B., Fragala M. Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Development and Growth With Exercise. *Front Endocrinol*



(Lausanne). 2020. No 11:33. DOI: 10.3389/fendo.2020.00033

122. Kristiansen E., Larsen S., Tillaar R. The Acute Effect of Accentuated Eccentric Overloading upon the Kinematics and Myoelectric Activity in the Eccentric and Concentric Phase of a Traditional Bench Press. *Sports (Basel)*. 2021. No 10 (1):6. DOI: 10.3390/sports10010006

123. Krzysztofik M., Wilk M., Lockie R., Golas A., Zajac A., Bogdanis G. Postactivation Performance Enhancement of Concentric Bench Press Throw After Eccentric-Only Conditioning Exercise. *J Strength Cond Res*. 2022. No 36 (8). P. 2077–2081. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003802

124. Kubo T., Hirayama K., Nakamura N., Higuchi M. Influence of Different Loads on Force-Time Characteristics during Back Squats. *J Sports Sci Med*. 2018. No 17 (4). P. 617–622.

125. Kubo K., Ikebukuro T., Yata H. Effects of 4, 8, and 12 Repetition Maximum Resistance Training Protocols on Muscle Volume and Strength. *J Strength Cond Res*. 2021. No 35 (4). P. 879–885. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003575

126. Kujala U. M., Vaara J. P., Kainulainen H., Vasankari T., Vaara E. Associations of Aerobic Fitness and Maximal Muscular Strength With Metabolites in Young Men. *JAMA Netw Open*. 2019. No 2 (8):e198265. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2019.8265

127. Lake J., Mundy P., Comfort P., McMahon J., Suchomel T., Carden P. Effect of Barbell Load on Vertical Jump Landing Force-Time Characteristics. *J Strength Cond Res*. 2021. No 35 (1). P. 25–32. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002554

128. Lasevicius T., Schoenfeld B., Silva-Batista C., Barros T., Aihara A., Brendon H., Longo A., Tricoli V., Peres B., Teixeira E. Muscle Failure Promotes Greater Muscle Hypertrophy in Low-Load but Not in High-Load Resistance Training. *J Strength Cond Res*. 2022. No 36 (2). P. 346–351. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003454

129. Lates A., Greer B., Wagle J., Taber C. Accentuated Eccentric Loading and Cluster Set Configurations in the Bench Press. *J Strength Cond Res.* 2022. No 36 (6). P. 1485–1489. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003664
130. Lawrence M., Ostrowski S., Leib D., Carlson L. Effect of Unstable Loads on Stabilizing Muscles and Bar Motion During the Bench Press. *J Strength Cond Res.* 2022. No. 35 (1). P. 120–126. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002788
131. Lawrence M., Somma M., Swanson B. Effect of Load on Muscle Activity, Kinematics, and Force Production During the Reverse Hyperextension Exercise. *J Appl Biomech.* 2022. No 38 (5). P. 336–345. DOI: 10.1123/jab.2022-0046
132. Laza-Cagigas R., Goss-Sampson M., Larumbe-Zabala E., Termkolli L., Naclerio F. Validity and reliability of a novel optoelectronic device to measure movement velocity, force and power during the back squat exercise. *J Sports Sci.* 2019. No 37 (7). P. 795–802. DOI: 10.1080/02640414.2018.1527673
133. Lesnak J. B., Anderson D. T., Farmer B. E., Katsavelis D., Grindstaff T. L. Ability of Isokinetic Dynamometer to Predict 1 Repetition Maximum Isotonic Knee Extension. *J Sport Rehabil.* 2019. Apr 29. P. 1–18. DOI: 10.1123/jsr.2018-0396
134. Lira F. S., Antunes B. M., Figueiredo C., Campos E. Z., et al. Impact of 5-week high-intensity interval training on indices of cardio metabolic health in men. *Diabetes Metab Syndr.* 2019. No 13 (2). P. 1359–1364. DOI: 10.1016/j.dsx.2019.02.006
135. Lockie R. G., Callaghan S. J., Orjalo A. J., Moreno M. R. Loading Range for the Development of Peak Power in the Close-Grip Bench Press versus the Traditional Bench Press. *Sports (Basel).* 2018. No 6 (3):E97. DOI: 10.3390/sports6030097.
136. Longo A., Silva-Batista C., Pedroso K., Painelli V., Lasevicius T., Schoenfeld B., Aihara A., Peres B., Tricoli V., Teixeira E. Volume Load Rather Than Resting Interval Influences Muscle Hypertrophy During High-Intensity Resistance Training. *J Strength Cond Res.* 2022. No 36 (6). P. 1554–1559.

DOI: 10.1519/JSC.0000000000003668

137. Lopez P., Radaelli R., Taaffe D. R., Newton R. U., Galvão D. A., Trajano G. S., Teodoro J. L., Kraemer W. J., Häkkinen K., Pinto R. S. Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain: Systematic Review and Network Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2021. No 53 (6) P. 1206–1216. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002585

138. Loturco I., Pereira L. A., Winckler C., Santos W. L., Kobal R., McGuigan M. Load-Velocity Relationship in National Paralympic Powerlifters: A Case Study. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019. No 14 (4). P. 531–535.

DOI: 10.1123/ijsp.2018-0452

139. Lu W., Boyas S., Jubeau M., Rahmani A. Reliability of force-velocity relationships during deadlift high pull. *Sports Biomech.* 2019. No 18 (3). P. 277–288. DOI: 10.1080/14763141.2017.1391325

140. Lysenko E., Popov D., Vepkhvadze T., Sharova A., Vinogradova O. Signaling responses to high and moderate load strength exercise in trained muscle. *Physiol Rep.* 2019. No 7 (9):e14100. DOI: 10.14814/phy2.14100

141. Magdi H., Maroto-Izquierdo S., Paz J. Ipsilateral Lower-to-Upper Limb Cross-Transfer Effect on Muscle Strength, Mechanical Power, and Lean Tissue Mass after Accentuated Eccentric Loading. *Medicina (Kaunas).* 2021. No 57 (5). P. 445. DOI: 10.3390/medicina57050445

142. Mallinson J., Taylor T., Constantin-Teodosiu D., Billeter-Clark R., Constantin D., Franchi M., Narici M., Auer D., Greenhaff P. Longitudinal hypertrophic and transcriptional responses to high-load eccentric-concentric vs concentric training in males. *Scand J Med Sci Sports.* 2020. No 30 (11). P. 2101–2115. DOI: 10.1111/sms.13791

143. Mantri S., Agarwal S., Jaiswal A., Yelne S., Prasad R., B. Wanjari M. Bodybuilding: A Comprehensive Review of Performance-Enhancing Substance Use and Public Health Implications. *Cureus.* 2023. No 15 (7):e41600. DOI: 10.7759/cureus.41600

144. Mao J., Wang T., Zhang L., Li Q., Bo S. Comparison of the acute physiological and perceptual responses between resistance-type and cycling high-intensity interval training. *Front Physiol.* 2022. No 13:986920. DOI: 10.3389/fphys.2022.986920
145. Marini E., Mariani P.G., Ministrini S., Pippi R., Aiello C., Reginato E., et al. Combined aerobic and resistance training improves microcirculation in metabolic syndrome. *J Sports Med Phys Fitness.* 2018. No 8. DOI: 10.23736/S0022-4707.18.09077-1.
146. Maroto-Izquierdo S., Martín-Rivera F., Nosaka K., Beato M., González-Gallego J., Paz J. Effects of submaximal and supramaximal accentuated eccentric loading on mass and function. *Front Physiol.* 2023. No 14:1176835. DOI: 10.3389/fphys.2023.1176835
147. Martínez-Cava A., Morán-Navarro R., Sánchez-Medina L., González-Badillo J. J., Pallarés J. G. Velocity- and power-load relationships in the half, parallel and full back squat. *J Sports Sci.* 2019. No 37 (10). P. 1088–1096. DOI: 10.1080/02640414.2018.1544187
148. Martino E., Fisher J., Wink B., Smith D., Steele J. "Lift Big-Get Big": The Impact of Images of Hyper-Muscular Bodies and Training Information. *Res Q Exerc Sport.* 2021. No 92 (3). P. 500–513. DOI: 10.1080/02701367.2020.1752357
149. Martorelli A., Lima F., Vieira A., Tufano J., Ernesto C., Boullosa D., Bottaro M. The interplay between internal and external load parameters during different strength training sessions in resistance-trained men. *Eur J Sport Sci.* 2021. No 21 (1). P. 16–25. DOI: 10.1080/17461391.2020.1725646
150. Marshall E. M., Parks J. C., Tai Y. L., Kingsley J. D. The Effects of Machine-Weight and Free-Weight Resistance Exercise on Hemodynamics and Vascular Function. *Int J Exerc Sci.* 2020. No 13 (2). P. 526–538.
151. Martyrosov E. G., Nikolayev D. V., Rudnev S. G. Technologies and methods of defining body composition. Nauka; Moscow: 2006.
152. Mert K. U., İlgüy S., Mert G. Ö., Dural M., Iskenderov K. Noninvasive predictors of cardiac arrhythmias in bodybuilders. *Rev Port Cardiol.* 2018. No 37

(8). P. 693-701. DOI: 10.1016/j.repce.2018.01.007

153. Miller R. M., Freitas E. D. S., Heishman A. D., Koziol K. J., Galletti B. A. R., et al. Test-Retest Reliability Between Free Weight and Machine-Based Movement Velocities. *J Strength Cond Res.* 2018. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002817.

154. Miller R., Bembem D., Bembem M. Skeletal Muscle Adaptations Following 80 Weeks of Resistance Exercise in Older Adults. *J Geriatr Phys Ther.* 2022. No 45 (3). P. 117–124. DOI: 10.1519/JPT.0000000000000302

155. Miranda H., Maia M., Paz G., Souza J., Simão R., Farias D., Willardson J. Repetition Performance and Blood Lactate Responses Adopting Different Recovery Periods Between Training Sessions in Trained Men. *J Strength Cond Res.* 2018. No 32 (12). P. 3340–3347. DOI:10.1519/JSC.0000000000001840

156. Mitchell L., Slater G., Hackett D., Johnson N., O'connor H. Physiological implications of preparing for a natural male bodybuilding competition. *Eur J Sport Sci.* 2018. No 18 (5). P. 619–629. DOI: 10.1080/17461391.2018.1444095

157. Mitsuya H., Nakazato K., Hakkaku T., Okada T. Hip flexion angle affects longitudinal muscle activity of the rectus femoris in leg extension exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2023. No 123 (6). P. 1299–1309. DOI: 10.1007/s00421-023-05156-w

158. Moesgaard L., Beck M. M., Christiansen L., Aagaard P., Lundbye-Jensen J. Effects of Periodization on Strength and Muscle Hypertrophy in Volume-Equated Resistance Training Programs: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med.* 2022. No 52 (7). P. 1647–1666. DOI: 10.1007/s40279-021-01636-1

159. Morán-Navarro R., Martínez-Cava A., Sánchez-Medina L., Mora-Rodríguez R., González-Badillo J., Pallarés J. Movement Velocity as a Measure of Level of Effort During Resistance Exercise. *J Strength Cond Res.* 2019. No. 33 (6). P. 1496–1504. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002017

160. Moreno E., Hammert W., Montgomery T., Abe T., Loenneke J., Buckner S. Skeletal muscle mass in competitive physique-based athletes

(bodybuilding, 212 bodybuilding, bikini, and physique divisions): A case series. *Am J Hum Biol.* 2023. No e23978. DOI: 10.1002/ajhb.23978

161. Morton R., Sato K., Gallagher M., Oikawa S., McNicholas P., Fujita S., Phillips S. Muscle Androgen Receptor Content but Not Systemic Hormones Is Associated with Resistance Training-Induced Skeletal Muscle Hypertrophy in Healthy, Young Men. *Front Physiol.* 2018. No. 9:1373. DOI: 10.3389/fphys.2018.01373

162. Morton R., Murphy K., McKellar S., Schoenfeld B., Henselmans M., Helms E., Aragon A., Devries M., Banfield L., Krieger J., Phillips S. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *Br J Sports Med.* 2018. No 52 (6). P. 376–384. DOI: 10.1136/bjsports-2017-097608

163. Myrholm R., Solberg P., Pettersen H., Seynnes O., Paulsen G. Effects of Low- Versus High-Velocity-Loss Thresholds With Similar Training Volume on Maximal Strength and Hypertrophy in Highly Trained Individuals. *Int J Sports Physiol Perform.* 2023. No 18 (4). P. 368–377. DOI: 10.1123/ijsp.2022-0161

164. Murphy M. H., Lahart I., Carlin A., Murtagh E. The Effects of Continuous Compared to Accumulated Exercise on Health: A Meta-Analytic Review. *Sports Med.* 2019 Jul 2. DOI: 10.1007/s40279-019-01145-2.

165. Naczki M., Naczki A., Brzenczek-Owczarzak W., Arlet J., Adach Z. Impact of Inertial Training on Strength and Power Performance in Young Active Men. *J Strength Cond Res.* 2016. No 30 (8). P. 2107–2113. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182a993c2

166. Nasledov A. D. IBM SPSS statistics 20 and AMOS: professional statistical data analysis. Piter. St. Petersburg. 2013.

167. Norton K., Eston R. Kinanthropometry and Exercise Physiology. London: *Routledge.* 2018. 578. DOI: 10.4324/9781315385662.

168. Ojanen T., Kyröläinen H., Kozharskaya E., Häkkinen K. Changes in strength and power performance and serum hormone concentrations during 12 weeks of task-specific or strength training in conscripts. *Physiol Rep.* 2020. No

8(9):e14422. DOI: 10.14814/phy2.14422

169. Omassoli J., Hill N. E., Woods D. R., Delves S. K., et al. Variation in renal responses to exercise in the heat with progressive acclimatisation. *J Sci Med Sport*. 2019. No 22 (9). P. 1004–1009. DOI: 10.1016/j.jsams.2019.04.010

170. Otsuka Y., Yamada Y., Maeda A., Izumo T., Rogi T., Shibata H., Fukuda M., Arimitsu T., Miyamoto N., Hashimoto T. Effects of resistance training intensity on muscle quantity/quality in middle-aged and older people: a randomized controlled trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2022. No 13 (2). P. 894–908. DOI: 10.1002/jcsm.12941

171. Papassotiriou I., Nifli A. P. Assessing performance in pre-season wrestling athletes using biomarkers. *Biochemia Medica*. 2018. No 28 (2).020706. DOI: 10.11613/BM.2018.020706

172. Parks J. C., Marshall E. M., Tai Y. L., Kingsley J. D. Free-weight versus weight machine resistance exercise on pulse wave reflection and aortic stiffness in resistance-trained individuals. *Eur J Sport Sci*. 2020. No 20 (7). P. 944–952. DOI: 10.1080/17461391.2019.1685007

173. Peltonen H., Walker S., Hackney A. C., Avela J., Häkkinen K. Increased rate of force development during periodized maximum strength and power training is highly individual. *Eur J Appl Physiol*. 2018. No 118 (5). P. 1033–1042. DOI: 10.1007/s00421-018-3836-9

174. Pérez-Castilla A., Jaric S., Feriche B., Padial P., García-Ramos A. Evaluation of Muscle Mechanical Capacities Through the Two-Load Method: Optimization of the Load Selection. *J Strength Cond Res*. 2018. No 32 (5). P. 1245–1253. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001969

175. Pérez-Castilla A., García-Ramos A., Padial P., Morales-Artacho A. J. Effect of different velocity loss thresholds during a power-oriented resistance training program on the mechanical capacities of lower-body muscles. *J Sports Sci*. 2018. No 36 (12). P. 1331–1339. DOI: 10.1080/02640414.2017.1376900

176. Petri C., Micheli M., Izzicupo P., Timperanza N., Lastrucci T., Vanni D., Gulisano M., Mascherini G. Bioimpedance Patterns and Bioelectrical Impedance

Vector Analysis (BIVA) of Body Builders. *Nutrients*. 2023. No 15 (7):1606.

DOI: 10.3390/nu15071606

177. Pihlainen K., Kyröläinen H., Santtila M., Ojanen T., Raitanen J., Häkkinen K. Effects of Combined Strength and Endurance Training on Body Composition, Physical Fitness, and Serum Hormones During a 6-Month Crisis Management Operation. *J Strength Cond Res*. 2022. No 36 (9). P. 2361–2370.

DOI: 10.1519/JSC.0000000000003902

178. Poderoso R., Cirilo-Sousa M., Júnior A., Novaes J. Gender Differences in Chronic Hormonal and Immunological Responses to CrossFit®. *Int J Environ Res Public Health*. 2019. No 16 (14). E2577. DOI: 10.3390/ijerph16142577

179. Potter N., Tomkinson G., Dufner T., Walch T., Roemmich J., Wilson P., Fitzgerald J. Effects of Exercise Training on Resting Testosterone Concentrations in Insufficiently Active Men: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res*. 2021. No 35 (12). P. 3521–3528. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004146

180. Potop V., Manolachi V., Chernozub A., Kozin V., Syvokhop E., Spivak A., Sharodi V., Jie Z. Changes in circumference sizes of bodybuilders using machine and free weight exercises in combination with different load regimes. *Health, Sport, Rehabilitation*. 2023. No 9 (2). P. 74–85. DOI: 10.34142/HSR.2023.09.02.06

181. Pritchard H., Barnes M., Stewart R., Keogh J., McGuigan M. Higher-Versus Lower-Intensity Strength-Training Taper: Effects on Neuromuscular Performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2019. No 14 (4). P. 458–463. DOI:10.1123/ijsp.2018-0489

182. Pullinger S., Robertson C. M., Oakley A. J., Hobbs R., Hughes M. Effects of an active warm-up on variation in bench press and back squat (upper and lower body measures). *Chronobiol Int*. 2019. No 36 (3). P. 392–406. DOI: 10.1080/07420528.2018.1552596

183. Ramos-Campo D., Martínez-Aranda L., AndreuCaravaca L., Ávila-Gandía V., Rubio-Arias J. Effects of resistance training intensity on sleep quality and strength recovery in trained men: a randomized cross-over study. *Biol Sport*. 2021. No 38 (1). P. 81–88. DOI: 10.5114/biol sport.2020.97677



184. Refalo M., Hamilton D., Paval D., Gallagher I., Feros S., Fyfe J. Influence of resistance training load on measures of skeletal muscle hypertrophy and improvements in maximal strength and neuromuscular task performance: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2021. No 39 (15). P. 1723–1745. DOI: 10.1080/02640414.2021.1898094
185. Riachy R., McKinney K., Tuvdendorj D. Various Factors May Modulate the Effect of Exercise on Testosterone Levels in Men. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2020. No 5 (4):81. DOI: 10.3390/jfmk5040081
186. Roberts M., Haun C., Mobley C., Mumford P., Romero M., Roberson P., Vann C., McCarthy J. Physiological Differences Between Low Versus High Skeletal Muscle Hypertrophic Responders to Resistance Exercise Training: Current Perspectives and Future Research Directions. *Front Physiol.* 2018. No 9:834. DOI: 10.3389/fphys.2018.00834
187. Rubio-Arias J. Á., Ávila Gandía V., López-Román F. J., Soto-Méndez F., Alcaraz P. E., Ramos-Campo D. J. Muscle damage and inflammation biomarkers after two ultra-endurance mountain races of different distances: 54 km vs 111 km. *Physiology & Behavior.* 2019. No 205. P. 51–57. DOI: 10.3389/fphys.2018.00834
188. Ruiz-Castellano C., Espinar S., Contreras C., Mata F., Aragon A., Martínez-Sanz J. Achieving an Optimal Fat Loss Phase in Resistance-Trained Athletes: A Narrative Review. *Nutrients.* 2021. No 13 (9):3255. DOI: 10.3390/nu13093255
189. Rukstela A., Lafontant K., Helms E., Escalante G., Phillips K., Campbell B. Bodybuilding Coaching Strategies Meet Evidence-Based Recommendations: A Qualitative Approach. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2023. No 8 (2):84. DOI: 10.3390/jfmk8020084
190. Saeterbakken A. H., Olsen A., Behm D. G., Bardstu H. B., Andersen V. The short- and long-term effects of resistance training with different stability requirements. *PLoS One.* 2019. No 14 (4):e0214302. DOI: 10.1371/journal.pone.0214302

191. Saeterbakken A. H., Stien N., Pedersen H., Andersen V. Core Muscle Activation in Three Lower Extremity Exercises With Different Stability Requirements. *J Strength Cond Res.* 2022. No 36 (2). P. 304–309. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003465
192. Saeterbakken A., Prieske O., Solstad T., Stien N., Tillaar R., Larsen S., Andersen V. Does relative strength influence bench press kinematics in resistance-trained men? *J Sports Sci.* 2022. No 40 (20). P. 2225–2232. DOI: 10.1080/02640414.2022.2148075
193. Santaniello N., Nóbrega S., Scarpelli M., Alvarez I., Otoboni G., Pintanel L., Libardi C. Effect of resistance training to muscle failure vs non-failure on strength, hypertrophy and muscle architecture in trained individuals. *Biol Sport.* 2020. No 37 (4). P. 333–341. DOI: 10.5114/biolSport.2020.96317
194. Santos M., Berton R., Jagodinsky A., Torry M., Lagally K. The effect of load based on body mass percentage on peak power output in the hang power clean, hang high pull, and mid-thigh clean pull. *J Sports Med Phys Fitness.* 2022. No 62 (4). P. 457–466. DOI: 10.23736/S0022-4707.21.12243-1
195. Santos W., Junior A., Braz T., Lopes C., Brigatto F., Santos J. Resistance-Trained Individuals Can Underestimate the Intensity of the Resistance Training Session: An Analysis Among Sexes, Training Experience, and Exercises. *J Strength Cond Res.* 2022. No 36 (6). P. 1506–1510. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003412
196. Sarin H. V., Ahtiainen J. P., Hulmi J. J., Ihalainen J. K. Resistance Training Induces Antiatherogenic Effects on Metabolomic Pathways. *Med Sci Sports Exerc.* 2019. No 51 (9). P. 1866–1875. DOI: 10.1249/mss.0000000000002003
197. Sedliak M., Zeman M., Buzgó G., Cvecka J., Hamar D., Laczo E., Okuliarova M., Vanderka M., Kampmiller T., Häkkinen K., Ahtiainen J., Hulmi J., Nilsen T., Wiig H., Raastad T. Morphological, molecular and hormonal adaptations to early morning versus afternoon resistance training. *Chronobiol Int.* 2018. No 35 (4). P. 450–464. DOI: 10.1080/07420528.2017.1411360

198. Sekine Y., Hirose N. Maturity-Associated Variations in Resistance Exercise-Induced Hormonal Responses in Young Male Athletes. *Pediatr Exerc Sci*. 2022. No 34 (1). P. 28–35. DOI: 10.1123/pes.2020-0170
199. Sellami M., Dhahbi W., Hayes L., Kuvacic G., Milic M., Padulo J. The effect of acute and chronic exercise on steroid hormone fluctuations in young and middle-aged men. *Steroids*. 2018. No 132. P. 18–24. DOI: 10.1016/j.steroids.2018.01.011
200. Schoenfeld B., Alto A., Grgic J., Tinsley G., Haun C., Campbell B., Escalante G., Sonmez G., Cote G., Francis A., Trexler E. Alterations in Body Composition, Resting Metabolic Rate, Muscular Strength, and Eating Behavior in Response to Natural Bodybuilding Competition Preparation: A Case Study. *J Strength Cond Res*. 2020. No 34 (11). P. 3124–3138. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003816
201. Schoenfeld B., Androulakis-Korakakis P., Piñero A., Burke R., Coleman M., Mohan A., Escalante G., Rukstela A., Campbell B., Helms E. Alterations in Measures of Body Composition, Neuromuscular Performance, Hormonal Levels, Physiological Adaptations, and Psychometric Outcomes during Preparation for Physique Competition: A Systematic Review of Case Studies. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2023. No 8 (2):59.
202. Schott N., Johnen B., Holfelder B. Effects of free weights and machine training on muscular strength in high-functioning older adults. *Exp Gerontol*. 2019. No 122. P. 15-24.
203. Schraner D., Schönfelder M., Römisch-Margl W., Scherr J., Schlegel J., Zelger O., Riermeier A., Kaps S., Prehn C., Adamski J., Söhnlein Q., Stöcker F., Kreuzpointner F., Halle M., Kastenmüller G., Wackerhage H. Physiological extremes of the human blood metabolome: A metabolomics analysis of highly glycolytic, oxidative, and anabolic athletes. *Physiol Rep*. 2021. No 9 (12):e14885. DOI: 10.14814/phy2.14885
204. Schwanbeck S. R., Cornish S. M., Barss T., Chilibeck P. D. Effects of training with free weights versus machines on muscle mass, strength, free

testosterone, and free cortisol levels. *J Strength Cond Res.* 2020. No 34 (7) P. 1851–1859. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003349

205. Sellami M., Dhahbi W., Hayes L. D., Kuvacic G., Milic M., Padulo J. The effect of exercise on glucoregulatory hormones: A countermeasure to human aging: Insights from a comprehensive review of the literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2019. No 16 (102) May 2019 No:1709. DOI: 10.3390/ijerph16101709

206. Shaner A. A., Vingren J. L., Hatfield D. L., Budnar R. G., Duplanty A. A., Hill D. W. The acute hormonal response to free weight and machine weight resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2014. No 28 (4). P. 1032–1040. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000317

207. Shibata K., Takizawa K., Tomabechi N., Nosaka K., Mizuno M. Comparison Between Two Volume-Matched Squat Exercises With and Without Momentary Failure for Changes in Hormones, Maximal Voluntary Isometric Contraction Strength, and Perceived Muscle Soreness. *J Strength Cond Res.* 2019 Jul 24. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003279

208. Shibata K., Takizawa K., Tomabechi N., Nosaka K., Mizuno M. Comparison Between Two Volume-Matched Squat Exercises with and Without Momentary Failure for Changes in Hormones, Maximal Voluntary Isometric Contraction Strength, and Perceived Muscle Soreness. *J Strength Cond Res.* 2021. No 35 (11). P. 3063–3068. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003279

209. Shin K. A., Park K. D., Ahn J., Park Y., Kim Y. J. Comparison of Changes in Biochemical Markers for Skeletal Muscles, Hepatic Metabolism, and Renal Function after Three Types of Long-distance Running: Observational Study. *Medicine (Baltimore).* 2016. No 95 (20):e3657. DOI: 10.1097/MD.0000000000003657

210. Smilios I., Myrkos A., Zafeiridis A., Toubekis A., Spassis A., Tokmakidis S. P. The Effects of Recovery Duration During High-Intensity Interval Exercise on Time Spent at High Rates of Oxygen Consumption, Oxygen Kinetics, and Blood Lactate. *J Strength Cond Res.* 2018. No 32 (8):2183-9. DOI:

10.1519/JSC.0000000000001904

211. Solstad T., Andersen V., Shaw M., Hoel I., Vonheim A., Saeterbakken A. A Comparison of Muscle Activation between Barbell Bench Press and Dumbbell Flyes in Resistance-Trained Males. *J Sports Sci Med*. 2020. No 19 (4). P. 645–651.

212. Spada T. C., Silva J. M., Francisco L. S., Marçal L. J., Antonangelo L., et al. High intensity resistance training causes muscle damage and increases biomarkers of acute kidney injury in healthy individuals. *PLoS One*. 2018. No 13 (11):e0205791. DOI: 10.1371/journal.pone.0205791

213. Spillane M., Schoch R., Cooke M., Harvey T., Greenwood M., Kreider R., Willoughby D. S. The effects of creatine ethyl ester supplementation combined with heavy resistance training on body composition, muscle performance, and serum and muscle creatine levels. *J of the International Society of Sports Nutrition*. 2009. No 6 (6). DOI: 10.1186/1550-2783-6-6

214. Stajer V., Vranes M., Ostojic S. M. Correlation between biomarkers of creatine metabolism and serum indicators of peripheral muscle fatigue during exhaustive exercise in active men. *Res Sports Med*. 2018. No 20. P. 1–8. DOI: 10.1080/15438627.2018.1502185

215. Stajer V., Vranes M., Kocic V., Ostojic SM. Serum creatine is not a reliable marker of muscular fitness in young adults. *Biomarkers*. 2018. No 23 (5). P. 422–424. DOI: 10.1080/1354750X.2018.1438514

216. Stavrinou P. S., Bogdanis G. C., Giannaki C. D., Terzis G., et al. High-intensity Interval Training Frequency: Cardiometabolic Effects and Quality of Life. *Int J Sports Med*. 2018. No 39 (3). P. 210–217. DOI: 10.1055/s-0043-125074

217. Steele I. H., Pope H. G. Jr., Kanayama G. Competitive Bodybuilding: Fitness, Pathology, or Both? *Harv Rev Psychiatry*. 2019. No 27 (4). P. 233–240. DOI: 10.1097/HRP.0000000000000211

218. Stina S., Häkkinen K. Step vs. Two-Phase Gradual Volume Reduction Tapering Protocols in Strength Training: Effects on Neuromuscular Performance and Serum Hormone Concentrations. *J Strength Cond Res*. 2022. No 36(10). P. 2771–2779. DOI: 10.1519/JSC.00000000000003939

219. Suchomel T. J., Nimphius S., Bellon C. R., Stone M. H. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med.* 2018. No 48 (4). P. 765–785. DOI:10.1007/s40279-018-0862-z
220. Sun M., Wang L. Effect of Bodybuilding and Fitness Exercise on Physical Fitness Based on Deep Learning. *Emerg Med Int.* 2022. No 3891109. DOI: 10.1155/2022/3891109
221. Svensson F., Aasa U., Strong A. Textile electromyography electrodes reveal differences in lower limb muscle activation during loaded squats when comparing fixed and free barbell movement paths. *Front Sports Act Living.* 2022. No 4:1021323. DOI: 10.3389/fspor.2022.1021323
222. Taipale R., Forssell J., Ihalainen J., Kyröläinen H., Häkkinen K. A 10-Week Block of Combined High-Intensity Endurance and Strength Training Produced Similar Changes in Dynamic Strength, Body Composition, and Serum Hormones in Women and Men. *Front Sports Act Living.* 2020. No 2:581305. DOI: 10.3389/fspor.2020.581305
223. Tang F. C., Chan C. C., Kuo P. L. Contribution of creatine to protein homeostasis in athletes after endurance and sprint running. *European Journal of Nutrition.* 2014. No 53 (1). P. 61–71. DOI: 10.1007/s00394-013-0498-6
224. Tietz N. W. Clinicalguide to laboratory test. 3rd Ed. WB Saunders eds. Philadelphia USA; 1995. 76 p.
225. Tillaar R. Comparison of Kinematics and Muscle Activation between Push-up and Bench Press. *Sports Med Int Open.* 2019. No 3 (3). P. 74–81. DOI: 10.1055/a-1001-2526
226. Tillaar R., Andersen V., Saeterbakken A. Comparison of muscle activation and kinematics during free-weight back squats with different loads. *PLoS One.* 2019. No 14 (5):0217044. DOI: 10.1371/journal.pone.0217044
227. Tillaar R., Kwan K. The Effects of Augmented Eccentric Loading upon Kinematics and Muscle Activation in Bench Press Performance. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2020. No 5 (1):8. DOI: 10.3390/jfmk5010008

228. Tinsley G., Graybeal A., Moore M. Resting metabolic rate in muscular physique athletes: validity of existing methods and development of new prediction equations. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2019. No 44 (4). P. 397–406. DOI: 10.1139/apnm-2018-0412
229. Titova A. V., Chorniy O. G., Dolgov A. A., Gladyr T. A. Parameters of biochemical control as a criteria of adaptive changes in the organism of athletes with various fitness levels engaged in the conditions of power fitness. *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports.* 2018. No 3 (2). P. 278–283. DOI: 10.26693/jmbs03.02.278
230. Trindade T., Alves R., Castro B., Medeiros M., Medeiros J., Dantas P., Prestes J. Pre-exhaustion Training, a Narrative Review of the Acute Responses and Chronic Adaptations. *Int J Exerc Sci.* 2022. No 15 (3). P. 507–525.
231. Trexler E. T., Hirsch K. R., Campbell B. I., Smith-Ryan A. E. Physiological Changes Following Competition in Male and Female Physique Athletes: A Pilot Study. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2017. No 27 (5). P. 458–466. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0038
232. Vajda M., Vanderka M., Buzgo G., Sedliak M., Kampmiller T. The effect of different training modalities on resting hormonal level in active young males. *J Appl Biomed.* 2021. No 19 (2). P. 83–90. DOI: 10.32725/jab.2021.008
233. Vechin F., Vingren J., Telles G., Conceicao M., Libardi C., Lixandrao M., Damas F., Cunha T., Brum P., Riani L., Ugrinowitsch C. Acute changes in serum and skeletal muscle steroids in resistance-trained men. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023. No 14:1081056. DOI: 10.3389/fendo.2023.1081056
234. Wang C. C., Yang M. T., Lu K. H., Chan K. H. The Effects of Creatine Supplementation on Explosive Performance and Optimal Individual Postactivation Potentiation Time. *Nutrients.* 2016. No 8 (3):143. DOI: 10.3390/nu8030143
235. Weakley J., Schoenfeld B., Ljungberg J., Halson S., Phillips S. Physiological Responses and Adaptations to Lower Load Resistance Training: Implications for Health and Performance. *Sports Med Open.* 2023. No 9 (1):28. DOI: 10.1186/s40798-023-00578-4

236. Wernbom M., Aagaard P. Muscle fibre activation and fatigue with low-load blood flow restricted resistance exercise-An integrative physiology review. *Acta Physiol (Oxf)*. 2020. No 228(1):13302. DOI: 10.1111/apha.13302
237. Wilk M., Petr M., Krzysztofik M., Zajac A., Stastny P. Endocrine response to high intensity barbell squats performed with constant movement tempo and variable training volume. *Neuro Endocrinol Lett*. 2018. No 39 (4). P. 342–348.
238. Wilk M., Stastny P., Golas A., Nawrocka M., Jelen K., Zajac A., Tufano J. Physiological responses to different neuromuscular movement task during eccentric bench press. *Neuro Endocrinol Lett*. 2018. No 39 (1). P. 26–32.
239. Wilk M., Zajac A., Tufano J. The Influence of Movement Tempo During Resistance Training on Muscular Strength and Hypertrophy Responses: A Review. *Sports Med*. 2021. No 51 (8). P. 1629–1650. DOI: 10.1007/s40279-021-01465-2
240. Wilk M., Krzysztofik M., Petr M., Zajac A., Stastny P. The slow exercise tempo during conventional squat elicits higher glycolytic and muscle damage but not the endocrine response. *Neuro Endocrinol Lett*. 2021. No 41 (6). P. 301–307.
241. Wilke J., Stricker V., Usedly S. Free-Weight Resistance Exercise Is More Effective in Enhancing Inhibitory Control than Machine-Based Training: A Randomized, Controlled Trial. *Brain Sci*. 2020. No10 (10):702. DOI: 10.3390/brainsci10100702
242. Wirth K., Keiner M., Hartmann H., Sander A., Mickel C. Effect of 8 weeks of free-weight and machine-based strength training on strength and power performance. *J Hum Kinet*. 2016. No 53. P. 201–210. DOI: 10.1515/hukin-2016-0023
243. Wojdała G., Krzysztofik M. The Effects of the "Sling Shot" Device on Bench Press Performance, Mechanical Properties of Muscle, and Movement Kinematics. *J Strength Cond Res*. 2023. No 37 (4). P. 780–786. DOI: 0.1519/JSC.0000000000004349



244. Wolf W., Kim H., Kipp K. Musculoskeletal modelling based estimates of load dependent relative muscular effort during resistance training exercises. *Sports Biomech.* 2021. No 1–11. DOI: 10.1080/14763141.2021.198363
245. World Health Organization. WHO Regional Office for Europe; Copenhagen: 2000. Air quality guidelines for Europe, 2nd edition.
246. Yağın B., Yağın F., Gözükara H., Çolak C. Aweb-based software for reporting guidelines of scientific researches. *The Journal of Cognitive Systems.* 2021. No 6 (1). P. 39–43. DOI: 10.52876/jcs.916182
247. Yue F. L., Karsten B., Larumbe-Zabala E., Seijo M., Naclerio F. Comparison of 2 weekly-equalized volume resistance-training routines using different frequencies on body composition and performance in trained males. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2018. No 43 (5). P. 475–481. DOI: 10.1139/apnm-2017-0575
248. Zakalskiy A., Stasyuk N., Gonchar M. Creatinine deiminase: characterization, using in enzymatic creatinine assay, and production of the enzyme. *Current Protein & Peptide Science.* 2019. No 20 (5). P. 465–470. DOI: 10.2174/1389203720666181114111731
249. Zemková E., Poór O., Pecho J. Peak Rate of Force Development and Isometric Maximum Strength of Back Muscles Are Associated With Power Performance During Load-Lifting Tasks. *Am J Mens Health.* 2019. No 13 (1):1557988319828622. DOI: 10.1177/1557988319828622
250. Zhu W., Hibbert J., Lin K., Steinert N., Lemens J., Jorgenson K., Newman S., Lamming D., Hornberger T. Weight Pulling: A Novel Mouse Model of Human Progressive Resistance Exercise. *Cells.* 2021. No 10 (9):2459. DOI: 10.3390/cells10092459

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

1. Чжао Цзе, Олешко В. Г. Особливості впливу навантажень з використанням вправ на тренажерах та з вільною вагою обтяження на розвиток максимальної м'язової сили у бодібілдерів. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2022. Т. 7. № 5 (39). С. 348-354. DOI: 10.26693/jmbs07.05.348 Наукове фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експертного оцінювання, обробці результатів та формулюванні висновків.*

2. Chernozub A., Manolachi V., Tsos A., Potop V., Korobechnikov G., Manolachi V., Sherstiuk L., Zhao Jie, Mihaila I. Adaptive changes in bodybuilders in conditions of different energy supply modes and intensity of training load regimes using machine and free weight exercises. *Sports Medicine and Rehabilitation. PeerJ*, 2023. Published 17 February 2023. 11, e14878 DOI: 10.7717/peerj.14878. Періодичне наукове видання США, проіндексоване у базі даних Scopus (Q3). *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експертного оцінювання, обробці результатів та формулюванні висновків.*

3. Potop V., Manolachi V., Chernozub A., Kozin V., Syvokhop E., Spivak A., Sharodi V., Zhao Jie. Changes in circumference sizes of bodybuilders using machine and free weight exercises in combination with different load regimes. *Health, Sport, Rehabilitation*. 2023. №. 9(2). P. 74–85. <https://DOI.org/10.34142/HSR.2023.09.02.06>. Наукове фахове видання України, проіндексоване у базі даних Scopus (Q4). *Особистий внесок здобувача полягає в обґрунтуванні схеми дослідження, проведенні тестування та в узагальненні результатів.*

4. Чжао Цзе, Олешко В. Порівняльний аналіз зміни показників складу тіла в бодібілдерів в умовах різних навантажень, використовуючи вправи на тренажерах чи з вільною вагою обтяження. *Фізичне виховання, спорт і*

*культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2023. № 1 (61). С. 109–118. DOI: 10.29038/2220-7481-2023-01-109-118. Фахове видання України. Особистий внесок здобувача полягає в обґрунтуванні схеми дослідження, проведенні тестування та в узагальненні результатів.*

***Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації***

5. Потоп В., Чернозуб А., Федоров С., Савенко А., Штефюк І., Цзе Чжао, Сивохоп Е. Основні аспекти удосконалення силової підготовки в змішаних єдиноборствах. *Сучасний стан і перспективи вдосконалення національної системи фізичного виховання і спорту в умовах війни та у післявоєнний період* : зб. матеріалів II наук.-практ. конф., присвяченої 75-й річниці каф. фіз. вих. ДВНЗ «УжНУ». м. Ужгород 19-20 квіт. 2023 р. Ужгород : 2023. С. 35–40. ДВНЗ «УжНУ», 2023. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/59520/1/%d0%a2%d0%b5%d0%b7%d0%b8%20%d0%b4%d0%be%2075%20%d0%ba%d0%b0%d1%84%d0%b5%d0%b4%d1%80%d0%b8%20%d0%a4%d0%92%20%281%29.pdf>

6. Цзе Чжао, Олешко В., Глухов І. Пріоритетність використання вправ на тренажерах чи з вільною вагою обтяження в бодібілдингу. *В: Фізична активність і якість життя людини* : зб. тез. доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф. м. Луцьк, 08 червня 2023 р. Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2023. С. 48–49. URL: <https://conferences.vnu.edu.ua/public/conferences/24/schedConfs/24/accommodation-0.pdf>

**ДОДАТОК Б**  
**ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ**

№ з/п	Назва конференції, конгресу, семінару	Місце та дата проведення	Форма участі
1	XV Міжнар. конф. молодих вчених «Молодь та олімпійський рух», 2022.	Київ, 17 листопада, 2022 р;	Доповідь
2	II наук.-практ. конф. з міжнар. участю, присвяченої 75-й річниці каф. фіз. вих. ДВНЗ «УжНУ» «Сучасний стан і перспективи вдосконалення національної системи фізичного виховання і спорту в умовах війни та у післявоєнний період»	Ужгород, 19-20 квітня, 2023 р.	Доповідь, публікація
3	Міжнародна науково-практична конференція «Фізична активність і якість життя людини»: Луцьк: ВНУ імені Лесі Українки.	м. Луцьк, 08 червня 2023 р.	Доповідь, публікація
4	Науково-практична конференція НПП кафедри Спортивних єдиноборств і силових видів спорту	Київ, грудень, (2021–2023 рр.)	Доповіді

## ДОДАТОК В

## АКТ

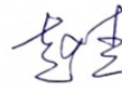
впровадження результатів наукових досліджень у навчальний процес  
Національного університету фізичного виховання і спорту України

м. Київ

21 листопада 2023 р.

Ми, ті, що підписалися нижче, проректор з науково-педагогічної роботи Ю.В. Литвиненко та в.о. завідувача кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту В.Г. Олешко, склали цей акт про те, що за результатами роботи, виконаної в межах теми 2.6 «Науково-методичний супровід тренувальної та змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів у єдиноборствах та силових видах спорту» згідно зі Зведеним планом НДР Національного університету фізичного виховання і спорту України (номер державної реєстрації 0121U108940), за період 2023-2024 рр. виконавець теми Чжао Цзе вніс наступні рекомендації та пропозиції:

Назва пропозиції, форма впровадження і коротка характеристика	Наукова новизна та її значення, рекомендації з подальшого використання	Ефект від впровадження
<p>Запропоновано науково-методичний матеріал, який було накопичено в результаті опрацювання вітчизняної і зарубіжної літератури, а також використано результати власних досліджень з побудови тренувальних програм для бодибіlderів на основі варіативного поєднання різних режимів навантаження м'язової маси спортсменів із підібраними комплексами силових вправ з вільною вагою та на тренажерних пристроях для підвищення адаптаційних резервів організму на тлі зростання рівня розвитку максимальної сили, який було використано під час викладання лекційного матеріалу для студентів кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту з навчальної дисципліни «Теорія та методика тренерської діяльності в обраному виді спорту (силові види спорту)».</p> <p>Аналогів у світовій практиці немає.</p>	<p>Вдосконалення навчально-методичного матеріалу під час викладання навчальної дисципліни «Теорія та методика тренерської діяльності в обраному виді спорту (силові види спорту)».</p> <p>Узагальнення теоретичних та практичних положень стосовно побудови тренувальних програм для бодибіlderів з урахуванням різних режимів навантаження м'язової маси спортсменів та підібраними комплексами силових вправ з вільною вагою та на тренажерних пристроях для підвищення адаптаційних резервів організму на тлі зростання рівня розвитку їхньої максимальної сили.</p>	<p>Впровадження результатів досліджень у лекційний матеріал для студентів кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту НУФВСУ під час вивчення навчальної дисципліни «Теорія і методика тренерської діяльності в обраному виді спорту (силові види спорту)», сприяло розширенню кола знань студентів, досягнення взаємозв'язку наукових досліджень з процесом навчання майбутніх бакалаврів.</p>

**Автор, розробник:**аспірант кафедри спортивних єдиноборств  
та силових видів спорту НУФВСУ


Чжао Цзе

**Представник НУФВСУ:**проректор з науково-педагогічної роботи,  
професор


Ю.В. Литвиненко

**Представник підрозділу,****де виконувалось впровадження:**В.о. завідувача кафедри спортивних єдиноборств  
та силових видів спорту, професор


В. Г. Олешко

## ДОДАТОК Г

## АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у практику тренувального процесу спортсменів  
Громадської організації «Спортивний клуб Гіперіон»

м. Київ

21 листопада 2023 р.

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що виконавці тем Олешко Валентин Григорович та Чжао Цзе за результатами роботи, виконаної протягом 2023 р. відповідно до Плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2023-2024рр. за темою 2.6 «Науково-методичний супровід тренувальної та змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів у єдиноборствах та силових видах спорту» згідно зі Зведеним планом НДР Національного університету фізичного виховання і спорту України (номер державної реєстрації І 0121U108940), внесли такі рекомендації та пропозиції:

Назва пропозиції, форма впровадження і коротка характеристика	Наукова новизна та її значення, рекомендації з подальшого використання	Ефект від впровадження
Запропоновано моделі тренувальних занять на основі варіативного поєднання режимів навантаження високої чи середньої інтенсивності з різними за структурою комплексами силових вправ з вільною вагою обтяження чи на тренажерних пристроях для підвищення адаптаційних резервів організму спортсменів та прискореного зростання їх м'язової маси на тлі підвищення рівня розвитку показників максимальної сили. Нововведення спрямовано на найбільш виражене збільшення базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів-бодібілдерів, зростання параметрів якого свідчить про прискорене зростання м'язової маси спортсменів, в умовах використання режимів високої інтенсивності не залежно від різновиду запропонованих комплексів силових вправ. Аналогів у світовій практиці немає.	Наукова новизна полягає в тому, що встановлено, найбільш прискорене зростання показників максимальної сили основних м'язових груп бодібілдерів та їх обвідних розмірів тіла, яке відбувається в умовах використання моделей тренувальних занять, що містять комплекси тренувальних вправ на тренажерних пристроях в поєднанні з режимами навантажень високої інтенсивності. При цьому, рівень резистентності організму бодібілдерів до стресового подразника в умовах використання режимів навантажень високої інтенсивності в поєднанні з комплексом силових вправ, підвищується в 2-3 рази повільніше, порівняно з м'язовою діяльністю під час застосування навантажень середньої інтенсивності, що сприяє більш тривалому та вираженому процесу довготривалої адаптації.	Використання запропонованого нововведення дозволило встановити закономірності адаптаційно-компенсаторних змін в організмі бодібілдерів залежно від варіативності поєднання режимів навантажень високої та середньої інтенсивності з комплексами силових вправ з вільною вагою обтяження та на тренажерних пристроях, що дозволило чітко спрогнозувати характер процесів довготривалої адаптації та особливості зміни рівня резистентності систем організму спортсменів до величини зовнішнього подразника. Інтегральний підхід до системи контролю за перебігом адаптаційних змін та адекватності показників тренувальних навантажень функціональним можливостям організму спортсменів, дозволяє фахівцям з даного напрямку чітко визначити основний спектр біохімічних маркерів крові, морфофункціональних параметрів та розробити нові шляхи управління тренувальним процесом бодібілдерів.

**Автори розробки:**

В.о. завідувач кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту,  
аспірант кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту НУФВСУ

**Представник НУФВСУ:**  
проректор з НІР НУФВСУ

**Представник установи, де виконувалось впровадження:**  
директор ГО «Спортивний клуб Гіперіон»

Валентин ОЛЕШКО

ЧЖАО Цзе

Ольга БОРИСОВА

Валентина БОГДАНОВА

## ДОДАТОК Д

## АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у практику тренувального процесу спортсменів спортивного комплексу «Олімпійський стиль» НУФВСУ

м. Київ

21 листопада 2023 р.

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що виконавці тем Олешко Валентин Григорович та Чжао Цзе за результатами роботи, виконаної протягом 2023 р. відповідно до Плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2023-2024рр. за темою 2.6 «Науково-методичний супровід тренувальної та змагальної діяльності кваліфікованих спортсменів у єдиноборствах та силових видах спорту» згідно зі Зведеним планом НДР Національного університету фізичного виховання і спорту України (номер державної реєстрації 0121U108940), внесли такі рекомендації та пропозиції:

Назва пропозиції, форма впровадження і коротка характеристика	Наукова новизна та її значення, рекомендації з подальшого використання	Ефект від впровадження
<p>Запропоновано моделі тренувальних занять на основі варіативного поєднання режимів навантаження високої чи середньої інтенсивності з різними за структурою комплексами силових вправ з вільною вагою обтяження чи на тренажерних пристроях для підвищення адаптаційних резервів організму спортсменів та прискореного зростання їх м'язової маси на тлі підвищення рівня розвитку показників максимальної сили.</p> <p>Нововведення спрямовано на найбільш виражене збільшення базального рівня концентрації креатиніну в сироватці крові спортсменів-бодібілдерів, зростання параметрів якого свідчить про прискорене зростання м'язової маси спортсменів, в умовах використання режимів високої інтенсивності не залежно від різновиду запропонованих комплексів силових вправ. Аналогів у світовій практиці немає.</p>	<p>Наукова новизна полягає в тому, що встановлено, найбільш прискорене зростання показників максимальної сили основних м'язових груп бодібілдерів та їх обвідних розмірів тіла, яке відбуваються в умовах використання моделей тренувальних занять, що містять комплекси тренувальних вправ на тренажерних пристроях в поєднанні з режимами навантажень високої інтенсивності. При цьому, рівень резистентності організму бодібілдерів до стресового подразника в умовах використання режимів навантажень високої інтенсивності в поєднанні з комплексом силових вправ, підвищується в 2-3 рази повільніше, порівняно з м'язовою діяльністю під час застосування навантажень середньої інтенсивності, що сприяє більш тривалому та вираженому процесу довготривалої адаптації.</p>	<p>Використання запропонованого нововведення дозволило встановити закономірності адаптаційно-компенсаторних змін в організмі бодібілдерів залежно від варіативності поєднання режимів навантажень високої та середньої інтенсивності з комплексами силових вправ з вільною вагою обтяження та на тренажерних пристроях, що дозволило чітко спрогнозувати характер процесів довготривалої адаптації та особливості зміни рівня резистентності систем організму спортсменів до величини зовнішнього подразника. Інтегральний підхід до системи контролю за перебігом адаптаційних змін та адекватності показників тренувальних навантажень функціональним можливостям організму спортсменів, дозволяє фахівцям з даного напрямку чітко визначити основний спектр біохімічних маркерів - крові, морфофункціональних параметрів та розробити нові шляхи управління тренувальним процесом бодібілдерів.</p>

**Автори розробки:**

В.о. завідувач кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту, аспірант кафедри спортивних єдиноборств та силових видів спорту НУФВСУ

**Представник НУФВСУ:**

проректор з НІР НУФВСУ

**Представник установи, де виконувався**

**впровадження:**  
директор СК «Олімпійський стиль» НУФВСУ

Валентин ОЛЕШКО

ЧЖАО Цзе

Ольга БОРИСОВА

Наталія ШАПОВАЛЕНКО