

МОДЕЛЮВАННЯ КОДОВИХ КОМБІНАЦІЙ ІЗ СИЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП З УРАХУВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ АДАПТАЦІЇ В УМОВАХ СИЛОВОГО ФІТНЕСУ

Вадим Коваль¹, Андрій Чернозуб², Юлія Сніжко¹,
Інна Тхорева¹, Ірина Гусєва¹, Олександр Дерлюк¹

¹Приватний міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, м. Рівне, Україна, vadim.jr.koval@gmail.com;

²Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна, chernozub@gmail.com

<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2024-01-18-24>

Анотація

Актуальність. Визначення оптимальних параметрів навантажень у фітнесі з урахуванням вікових фізіологічних особливостей та адаптаційних змін нервово-м'язової системи є однією з найбільш дискусійних тем серед провідних науковців у цій галузі. **Мета** роботи – розробити моделі кодових комбінацій із силової підготовки різних вікових груп з урахування фізіологічних процесів адаптації їхнього організму до стресового подразника в умовах силового фітнесу. **Методи** дослідження – порівняльний аналіз результатів наукових досліджень щодо ефективності використання в процесі моделювання занять із силового фітнесу для різних груп населення оптимальної комбінації між параметрами зовнішнього фізичного подразника та фізіологічними особливостями адаптаційних реакцій їхнього організму. **Результати.** Установлено, що в процесі розробки кодових комбінацій із силової підготовки для різних вікових груп характер фізіологічних реакцій їхньої нервово-м'язової системи на стресовий подразник залежить від особливостей режиму навантаження й структури комплексу тренувальних вправ. Для підліткового віку, ураховуючи особливості фізіологічного процесу адаптації, саме застосування режиму навантажень середньої інтенсивності в поєднанні з комплексом вправ ізольованого характеру сприяє процесам внутрішньом'язової та міжм'язової координації. Для представників юнацького віку в процесі розробки кодових комбінацій, спрямованих на розвиток основних видів сили, активно використовується весь діапазон режимів навантаження. Особливу увагу приділяють подразникам, які сприяють підвищенню кількості активних рухових одиниць типу FF. У зрілому віці, особливо в другому періоді, зміст кодових комбінацій для підвищення силових можливостей суттєво змінюється. Здебільшого це стосується параметрів інтенсивності режимів навантаження, використання яких вибірково впливатиме на гіпертрофію певного типу м'язових волокон на тлі вираженої міжм'язової координації. Для людей літнього віку в процесі розробки кодових комбінацій із силової підготовки пріоритетність надається вибірковій активності груп агоністів під час виконання ізольованих вправ із навантаженнями середньої інтенсивності. **Висновки.** Моделювання кодових комбінацій із силової підготовки з урахування фізіологічних процесів адаптації нервово-м'язової системи до стресового фізичного подразника є одним з інноваційних механізмів удосконалення системи підготовки людей різних вікових груп в умовах силового фітнесу.

Ключові слова: кодові комбінації, моделювання, силова підготовка, вікові групи, силовий фітнес.

Vadym Koval, Andrii Chernozub, Yuliia Shizhko, Inna Tkhorova, Iryna Husieva, Oleksandr Derliuk. Simulation of Code Combinations from Strength Training of Different Age Groups Taking into Account the Physiological Processes of Adaptation in Conditions of Strength Fitness. Topicality. Determination of optimal load parameters in fitness, based on age-related physiological features and adaptive changes of the neuromuscular system, is one of the most debated issues among leading scientists in this field. **The Research Purpose** was to develop models of code combinations for strength training of different age groups, considering physiological processes of human body adaptation to a stressful physical stimulus in the conditions of strength fitness. **Methods.** A comparative analysis of the results of scientific research on the effectiveness of using the optimal combination between the parameters of an external physical stimulus and the physiological features of the human body adaptive reactions has been used over the research. **The Results.** It was established that in the process of developing code combinations for different age groups` strength training, the nature of the physiological reactions of their neuromuscular system to a stressful stimulus depend on the features of the load regime and the structure of the exercise program. For adolescence, considering the peculiarities of the physiological process of adaptation, it is used of moderate-intensity activity in combination with a complex of isolation exercises that promotes the processes of intra-muscular and inter-muscular coordination. For youth, in the process of developing code combinations aimed at the development of the main types of strength, the entire range of load modes is actively used. Particular attention is paid to stimuli that contribute to increasing the

number of active (FF) motor units. In adulthood, especially in the second period, the content of code combinations to increase strength capabilities changes significantly. In the vast majority, this applies to the parameters of the intensity of load modes, the use of which will selectively affect the hypertrophy of a certain type of muscle fibers within intermuscular coordination. For the elderly, in the process of developing code combinations for strength training, priority is given to the selective activity of agonists during moderate-intensity isolated exercises. **Findings.** Strength Simulator codes considering physiological processes of the neuromuscular system adaptation to a stressful physical stimulus, is one of the innovative mechanisms for improving the training program of different age groups in the conditions of strength fitness.

Key words: code combinations, modeling, strength training, age groups, strength fitness.

Вступ. Проблема визначення оптимальних параметрів навантажень в умовах занять фітнесом з урахування вікових фізіологічних особливостей адаптаційних змін нервово-м'язової системи організму людини до стресового фізичного подразника є одним із найбільш дискусійних питань серед провідних науковців цього напрямку [1; 4; 9]. Протягом останніх років перед фахівцями з фітнесу й спортивної фізіології [2; 6; 8] постає проблема щодо визначення найбільш ефективного для певної вікової категорії комплексу силових вправ, практична реалізація якого дасть змогу активізувати саме ті фізіологічні процеси в умовах силових навантажень, які пов'язані з процесами короткочасної та довготривалої адаптації їхнього організму. При цьому в доступній нам літературі результатів досліджень, які б чітко демонстрували пріоритетність використання особами різних вікових груп (підлітки, юнацький, зрілий та літній вік) відповідних за обсягом та інтенсивністю режимів навантажень у поєднанні з певними за структурою комплексів вправ у силовому фітнесі, ураховуючи особливості адаптаційних змін у нервово-м'язовій системі під час тренувань, не виявлено.

У сучасній системі підготовки в силовому фітнесі, незважаючи на значну кількість проведених досліджень, дискусійними продовжують залишатися питання розробки ефективних моделей із силової підготовки [4; 5; 10]. У процесі розробки моделей тренувальних занять із силової спрямованості більшість фахівців [1; 2; 7] приділяють увагу переважно дослідженню динаміки функціональних можливостей організму з урахуванням вікових особливостей. Однак питання моделювання силової підготовки для різних груп населення з урахуванням вікових особливостей адаптації нервово-м'язової системи, пов'язаних зі зміною кількості активних рухових одиниць та гіпертрофією певного типу м'язових волокон залежно від параметрів зовнішнього подразника та умов, не досліджувалося.

Мета дослідження – розробити моделі кодових комбінацій із силової підготовки різних вікових груп з урахування фізіологічних процесів адаптації їхнього організму до стресового подразника в умовах силового фітнесу.

Методи. Використовуючи інтегральний комплекс сучасних методів систематизації, узагальнення та обробки інформації, проводили порівняльний аналіз результатів наукових досліджень щодо ефективності застосування в процесі моделювання занять із силового фітнесу для різних груп населення оптимальної комбінації між параметрами зовнішнього фізичного подразника й фізіологічними особливостями адаптаційних реакцій їхнього організму. Під час досліджень використовували бази даних Scopus, Web of Science та PubMed, проаналізовано понад 120 наукових робіт із цієї наукової проблеми. У списку літератури представлено 18 сучасних наукових робіт, аналіз результатів яких дав змогу сформулювати актуальність проблеми й розробити моделі кодових комбінацій із силової підготовки для чоловіків різних вікових груп.

Результати дослідження. Ураховуючи результати досліджень провідних науковців [2; 4; 5; 12; 14], які протягом останніх років вивчають механізми вдосконалення системи підготовки в силовому фітнесі, ми визначили ключові фактори, які впливають на розвиток силових можливостей людей різних вікових груп. Аналіз даних, представлених у роботах дослідників [3; 5; 6; 15], дає підставу зробити припущення, що рівень зовнішнього стресового фізичного подразника залежить від варіативності поєднання режимів силового навантаження та відповідного комплексу фізичних вправ. Так, науковці [4; 6; 11] розкривають основні шляхи практичної реалізації інтегрального методу розробки різних за обсягом та інтенсивністю режимів силового навантаження, що дає змогу чітко визначити з урахуванням індивідуальних функціональних можливостей людини оптимальні параметри зовнішнього подразника.

Проведений детальний аналіз найчастіше використовуваних у силовому фітнесі програм занять свідчить про те, що одним із найдискусійніших питань серед науковців із силових видів спорту [1; 2;

11; 17], є пошук найбільш ефективного комплексу силових вправ. При цьому під час розробки режимів навантажень та комплексів силових вправ із різноманітною варіативністю поєднання основних компонентів, науковці [3; 7; 9] переважно враховують адаптаційні резерви організму, а на фізіологічні процеси, пов'язані зі змінами в роботі нервово-м'язової системи в цих умовах – не звертають уваги.

У доступній нам літературі [1; 2; 17; 18] детально представлені результати досліджень, які розкривають фізіологічні механізми рекрутування рухових м'язових одиниць (РО) повільно-скорочувальних (типу S) і швидкоскорочувальних (типів FR і FF) залежно від особливостей використовуваних у процесі рухової активності різних силових навантажень.

Відомо, що силові навантаження в межах 85–95 % від 1 ПМ (максимальна вага обтяження) позитивно впливають на процес підвищення активності РО типу FF та в процесі довготривалої адаптації можуть призвести до вибіркової гіпертрофії швидких м'язових волокон типу ПВ [16, 17]. Подібні навантаження позитивно впливають на розвиток максимальної м'язової сили людини [2; 5; 14]. Науковці також стверджують, що використання в процесі занять силових навантажень у межах 55–80 % від 1 ПМ підвищує кількість активних рухових одиниць типу FR, а також можуть вплинути на довготривалу гіпертрофію швидких окисно-гліколітичних м'язових волокон типу ПА. В умовах застосування силових навантажень у межах 30–50 % від 1 ПМ протидія зовнішньому подразнику відбувається переважно за рахунок збільшення кількості активних повільних рухових м'язових одиниць типу S. Однак даних, які підтверджують наявні закономірності між вибірковою гіпертрофією певного типу м'язових волокон у спортсменів на тлі відповідної зміни кількості активних швидких та повільних рухових одиниць залежно від величини показників обсягу й інтенсивності навантаження, у фізично здорових чоловіків різних вікових груп в умовах занять силовим фітнесом у доступній нам сучасній науковій літературі не виявлено.

У процесі оптимізації системи силової підготовки науковці [1; 3; 5; 6; 8] приділяють у своїх роботах увагу проблемі, пов'язаній із вибірковою активністю залучення під час виконання силових вправ лише м'язів-агоністів (ізолюючі вправи на тренажерах та деякі з вільною вагою обтяження) або комбінацію з великою кількістю одночасно активних груп м'язів-агоністів, синергістів і стабілізаторів (переважно базові вправи з вільною вагою обтяження та власною масою тіла зі зміною кінематичних характеристик техніки). При цьому подібних досліджень, які б вивчали розв'язання цієї проблеми в умовах занять силовим фітнесом для чоловіків різних вікових груп з урахуванням особливостей їх фізіологічних процесів адаптації до режимів навантажень із різними параметрами обсягу та інтенсивності, не проводилося.

На рис. 1 відображено розроблений нами механізм моделювання кодових комбінацій із силової підготовки для чоловіків різних вікових груп з урахування фізіологічних процесів адаптації їхнього організму до зовнішнього стресового подразника в умовах силового фітнесу.

Ураховуючи представлені вище результати досліджень провідних науковців [2; 3; 5; 8; 13; 16], які протягом останніх років вивчають фізіологічні процеси адаптації організму людей із різним рівнем резистентності організму до режимів силових навантажень із відповідними параметрами інтенсивності та обсягу, ми спробували розробити кодові комбінації із силової підготовки різних вікових груп населення. Одним із пріоритетних факторів у процесі моделювання інтегральних кодових комбінацій є поєднання в єдине ціле ефективної варіації дієвих показників ключових компонентів стресового фізичного подразника та особливостей фізіологічних процесів адаптації нервово-м'язової системи чоловіків різних вікових груп в умовах силового фітнесу, спрямованих для підвищення рівня силових можливостей (розвитку параметрів максимальної сили, силової витривалості й статичної сили).

На першому етапі моделювання кодових комбінацій із силової підготовки для кожного окремого структурного показника розроблено унікальний код, який своєю назвою характеризує основні його характеристики (рис. 1). Так, використовувані в процесі дослідження режими навантажень, які, залежно від варіативності поєднання основних показників, відрізняють між собою за параметрами обсягу й інтенсивності, були нами представлені в такій інтерпретації: Ra1, Ra2, Ra3. Застосування популярних у силовому фітнесі комплексів вправ, які відрізняються один від одного за кількістю залучених під час виконання рухової дії м'язових груп (базові й ізолюючі) та зовнішнім обтяженням (вправи зі штангою й гантелями, на тренажерах, із власною масою тіла) також вимагало відповідне кодування (K1–K5). Подібного характеру кодування в процесі дослідження отримали показники, які відображають пріоритетність рекрутування активних рухових, вибірково швидких (2FR і 3FR) та повільних (1S) одиниць в умовах залучення переважно м'язових групи агоністів (M1) або у випадку одночасного скорочення (M3) м'язів-агоністів, синергістів та стабілізаторів під час виконання

базових силових вправ. Невід’ємною складовою частиною в процесі цих досліджень є визначення пріоритетності до довготривалої гіпертрофії певного типу швидкоскорочувальних м’язових волокон (IIA чи IIВ), залежно від особливостей структури стресового фізичного подразника й вікових характеристик фізіологічних процесів адаптації.

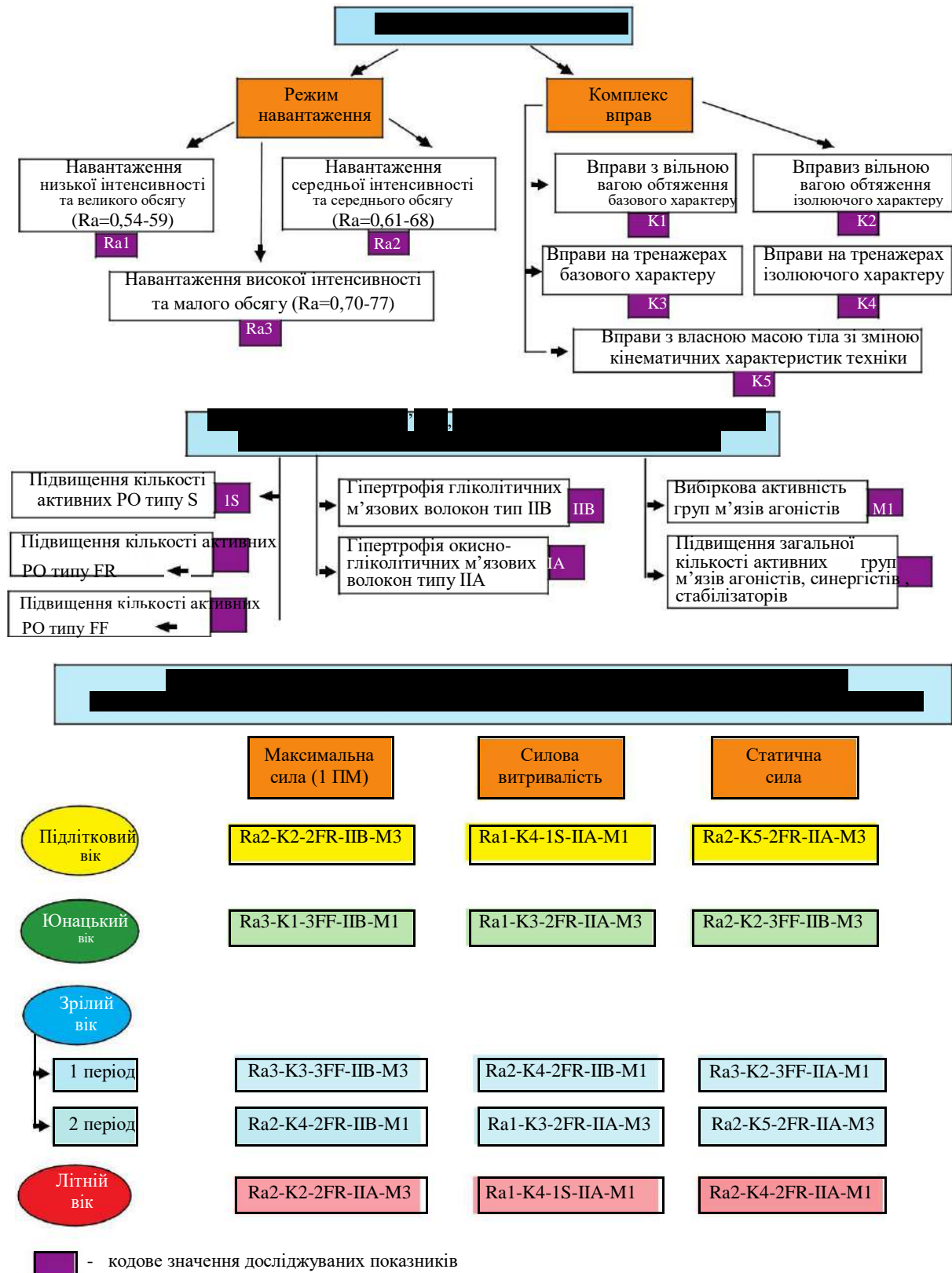


Рис. 1. Моделювання кодових комбінацій із силової підготовки різних вікових груп населення з урахування фізіологічних процесів адаптації в умовах силового фітнесу

На другому етапі дослідження нами розроблено моделі кодових комбінацій із силової підготовки для чоловіків різних вікових груп з урахуванням фізіологічних особливостей адаптаційно-компенсаторних реакцій нервово-м'язової системи в умовах різного за структурою й змістом стресового фізичного подразника в процесі занять силовим фітнесом. Так, наприклад, для підлітків 13–16 років, ураховуючи їхні вікові фізіологічні процеси розвитку та характер адаптаційно-компенсаторних реакцій нервово-м'язової системи на стресовий фізичний подразник, модель кодової комбінації із силової підготовки, спрямованої на підвищення параметрів максимальної сили (1ПМ), матиме таку структуру: Ra2-K2-2FR-ПВ-М3. Детальний аналіз цієї моделі кодової комбінації свідчить про те, що для забезпечення ефективного розвитку максимальної сили в підлітків потрібно використовувати в процесі занять силовим фітнесом режим навантажень середньої інтенсивності ($R_a=0,61-0,68$) у поєднанні з комплексом силових вправ із вільною вагою обтяження ізольованого характеру. У цих умовах м'язова діяльність відбуватиметься переважно за рахунок збільшення кількості активних швидких м'язових рухових одиниць типу FR, що в процесі довготривалої адаптації призведе до вираженої гіпертрофії швидкоскорочувальних гліколітичних м'язових волокон ПВ. При цьому на розвиток максимальної сили підлітків впливатиме підвищення рівня міжм'язової координації за рахунок одночасної активації під час м'язового скорочення груп агоністів, синергістів та стабілізаторів.

Отже, запропонований нами механізм моделювання кодових комбінацій із силової підготовки для чоловіків різних вікових груп з урахуванням їхніх фізіологічних процесів адаптації нервово-м'язової системи до відповідного стресового фізичного подразника, є одним зі шляхів розв'язання низки актуальних проблем стосовно процесів удосконалення, корекції та управління тренувальною діяльністю в силовому фітнесі.

Дискусія. Представлені в роботі дані демонструють детальний порівняльний аналіз практичної реалізації провідними науковцями [3; 4; 6; 7; 9; 15] сучасних результатів досліджень, пов'язаних із вивчення адаптаційно-компенсаторних реакцій організму переважно осіб молодого та зрілого віку в умовах силових навантажень різного обсягу й інтенсивності. Саме визначення оптимальних параметрів основних показників навантажень, які в поєднанні з певним комплексом силових вправ вибірково можуть впливати на фізіологічні механізми в роботі нервово-м'язової системи людини, дають змогу досягти виражених змін у процесах коротко- та довготривалої адаптації організму до стресового подразника [5; 8; 16].

Запропонований нами механізм моделювання кодових комбінацій у силовому фітнесі дасть змогу чітко визначити оптимальне співвідношення показників зовнішнього стресового фізичного подразника з урахуванням фізіологічних особливостей процесів адаптації нервово-м'язової системи чоловіків різних вікових груп (підлітків, молоді, представників зрілого й літнього віку) для забезпечення найбільшого ефекту для вибіркового розвитку показників максимальної сили, силової витривалості та статичної сили. У силовому фітнесі, бодібілдингу дослідники детально вивчали особливості адаптаційно-компенсаторних реакцій в умовах використання різних режимів силового навантаження в поєднанні з комплексами силових вправ із вільною вагою обтяження, на тренажерах і навіть вправ із власною масою тіла зі зміною кінематичних характеристик техніки [4; 6; 7; 14]. Однак у подібних дослідженнях переважно брали участь спортсмени юнацького віку (дівчата та хлопці) або жінки обох етапів зрілого віку. При цьому, незважаючи на широкий спектр використання, у представлених вище дослідженнях, фізіологічних і біохімічних методах контролю для оцінки процесів коротко- та довготривалої адаптації в організмі обстеженого контингенту у відповідь на силові навантаження різної інтенсивності, ці науковці не звертали увагу на вікові фізіологічні особливості реакції нервово-м'язової системи на стресовий фізичний подразник залежно від величини його основних показників.

Запропоновані нами кодові комбінації дають змогу в найкоротший термін часу індивідуально для чоловіків кожної з вікових груп, ураховуючи лише вихідний рівень адаптаційних резервів їхнього організму й ступінь резистентності до силових навантажень із мінімальними параметрами обсягу та інтенсивності, розробити модель із силової підготовки, яка за своєю структурою й змістом відповідатиме функціональним можливостям цієї людини та сприятиме прискореному розвитку силових можливостей і, за необхідності – зростанню м'язової маси. Дослідники [4; 6; 14] у своїх роботах, вивчаючи процеси адаптації спортсменів-бодібілдерів і юнаків, які займаються силовим фітнесом, розробили інтегральний метод кількісної оцінки навантажень залежно від умов м'язової діяльності, рівня тренуваності та одночасно застосували кодові комбінації. Так, наприклад, використовуючи в процесі занять силовим фітнесом кодову комбінацію « $R_a=0,71$ », розуміємо, що спортсмени викорис-

товуватимуть режим навантажень із високим рівнем інтенсивності й малим обсягом роботи в умовах анаеробно-алактатного режиму енергозабезпечення та тривалістю м'язової роботи в окремому сеті не більше ніж 30 с. Однак у процесі розробки й кодування різних за обсягом та інтенсивністю режимів навантажень у силовому фітнесі дослідники не враховували вікові фізіологічні особливості процесів адаптації до зовнішнього стресового фізичного подразника.

Отже, розроблений нами механізм моделювання кодових комбінацій у силовому фітнесі та запропонований вид кодування є однією з першій спроб у фітнесі й інших силових видах спорту чітко та, головне, коротко представити структуру й зміст моделі із силової підготовки для вибіркового розвитку відповідних силових можливостей для чоловіків різних вікових груп з урахуванням їхніх фізіологічних особливостей роботи нервово-м'язової системи.

Висновки. Запропонований нами механізм моделювання кодових комбінацій із силової підготовки для чоловіків різних вікових груп з урахуванням їхніх фізіологічних процесів адаптації нервово-м'язової системи до відповідного стресового фізичного подразника є одним зі шляхів розв'язання низки актуальних проблем щодо процесів удосконалення, корекції та управління тренувальною діяльністю в силовому фітнесі.

Розробка інтегральних механізмів моделювання кодових комбінацій із силової підготовки різних вікових груп населення з урахування фізіологічних процесів адаптації в умовах силового фітнесу й запропоновані розробниками кодові комбінації дають змогу в найкоротший термін часу індивідуально для чоловіків кожної з вікових груп, ураховуючи лише вихідний рівень адаптаційних резервів їхнього організму та ступінь резистентності до силових навантажень із мінімальними параметрами обсягу й інтенсивності, розробити модель із силової підготовки, яка за своєю структурою та змістом відповідатиме функціональним можливостям певної людини й сприятиме прискореному розвитку силових можливостей і, за необхідності – зростанню м'язової маси.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується проведення досліджень щодо практичної реалізації експериментальних моделей кодових комбінацій із силової підготовки в процесі занять фітнесом для чоловіків різних вікових груп із метою підвищення адаптаційних резервів їхнього організму й розвитку силових можливостей.

References

- Balachandran, A., Wang, Y., Szabo, F., Watts-Batthey, C., Schoenfeld, B., Zenko, Z., Quiles, N. (2023). 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*, 178, 112–219. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2023.112219>.
- Carvalho, L., Junior, R., Barreira, J., Schoenfeld, B., Orazem, J., Barroso, R. (2022). Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched load: a systematic review and meta-analysis. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 47(4), 357–368. <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0515>
- Chen, C., & Nakagawa, S. (2023) Physical activity for cognitive health promotion: An overview of the underlying neurobiological mechanisms. *Ageing Res. Rev*, 86, 101–868. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2023.101868>.
- Chernozub, A., Titova, H., Dubachinskiy, O., Bodnar, A., Abramov, K., Minenko, A., Chaban, I. (2018). 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*, 18(1), 217–221.
- Chernozub, A., Marionda, I., Potop, V., Syvokhop, E., Khoma, T., Spivak, A., Tvelina, A., Voichun, H., Kovaleva, N. (2022). The character of adaptation changes in bodybuilders in conditions of sequential use of isolation and basic exercises. *Journal of Physical Education and Sport*, 22 (8), 1962–1967.
- Chernozub, A., Manolachi, V., Tsos, A., Potop, V., Korobeynikov, G., Manolachi, V., Sherstiuk, L., Zhao, J., Mihaila, I. (2023). Adaptive changes in bodybuilders in conditions of different energy supply modes and intensity of training load regimes using machine and free weight exercises. *PeerJ*, 11:e14878 <https://doi.org/10.7717/peerj.14878>
- Chernozub, A., Hlukhov, I., Drobot, K., Synytsia, A., Rymyk, R., Pyatnychuk, H., Leshchak, O., Malanyuk, L., Potop, V. (2024). Correlation between load volume and indicators of adaptive body changes in untrained young men participating in fitness. *Journal of Physical Education and Sport*, 24 (2), 321–328. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.02038>
- Dieckelmann, M., González-González, A. I., Banzer, W., Berghold, A., Jeitler, K., Pantel, J., Pregartner, G., Schall, A., Tesky, V. A., Siebenhofer, A. (2023). Effectiveness of exercise interventions to improve long-term outcomes in people living with mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Sci. Rep.*, 13, 18074. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44771-7>

9. He, K., Sun, Y., Xiao, S., Zhang, X., Du, Z., Zhang, Y. (2024). Effects of High-Load Bench Press Training with Different Blood Flow Restriction Pressurization Strategies on the Degree of Muscle Activation in the Upper Limbs of Bodybuilders. *Sensors (Basel)*, 24(2), 605. <https://doi.org/10.3390/s24020605>.
10. Latino, F., & Tafuri, F. (2024). Physical Activity and Cognitive Functioning. *Medicina (Kaunas)*, 60(2), 216. <https://doi.org/10.3390/medicina60020216>.
11. Manolachi, V., Chernozub, A., Potop, V., Marionda, I., Titova, H., Sherstiuk, L., Shtefiuk, I. (2022). The effectiveness of using power fitness training loads to increase adaptive reserves of female athletes in hand-to-hand combat. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 26(5), 319–326.
12. Mitsuya, H., Nakazato, K., Hakkaku, T., Okada, T. (2023). Hip flexion angle affects longitudinal muscle activity of the rectus femoris in leg extension exercise. *Eur J Appl Physiol*, <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05156-w>.
13. Noteboom, L., Nijs, A., Beek, P., Helm, F., Hoozemans, M. (2023). A Muscle Load Feedback Application for Strength Training: A Proof-of-Concept Study. *Sports (Basel)*, 11(9), 170. <https://doi.org/10.3390/sports11090170>.
14. Potop, V., Manolachi, V., Chernozub, A., Kozin, V., Syvokhop, E., Spivak, A., Sharodi, V., & Jie, Z. (2023). Changes in circumference sizes of bodybuilders using machine and free weight exercises in combination with different load regimes. *Health, Sport, Rehabilitation*, 9(2), 74–85. <https://doi.org/10.34142/HSR.2023.09.02.06>.
15. Rukstela, A., Lafontant, K., Helms, E., Escalante, G., Phillips, K., Campbell, B. (2023). Bodybuilding Coaching Strategies Meet Evidence-Based Recommendations: A Qualitative Approach. *J Funct Morphol Kinesiol*, 8(2), 84. doi: 10.3390/jfmk8020084.
16. Schoenfeld, B., Ogborn, D., Piñero, A., Burke, R., Coleman, M., Rolnick, N. (2023). Fiber-Type-Specific Hypertrophy with the Use of Low-Load Blood Flow Restriction Resistance Training: A Systematic Review. *J Funct Morphol Kinesiol*, 8(2), 51. <https://doi.org/10.3390/jfmk8020051>.
17. Shirai, T., Uemichi, K., Takemasa, T. (2023). Effects of the order of endurance and high-intensity interval exercise in combined training on mouse skeletal muscle metabolism. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 325(5), R593–R603. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00077.2023>.
18. Yamasaki, T. (2023). Preventive Strategies for Cognitive Decline and Dementia: Benefits of Aerobic Physical Activity, Especially Open-Skill Exercise. *Brain Sci*, 13, 521. <https://doi.org/10.3390/brainsci13030521>.

Стаття надійшла до редакції 18.02.2024 р.