

ОСОБЛИВОСТІ КОРЕЛЯЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ЗОВНІШНІМ СТРЕСОВИМ ПОДРАЗНИКОМ ТА АДАПТАЦІЙНИМИ ЗМІНАМИ В ОРГАНІЗМІ СПОРТСМЕНІВ MIXED MARTIAL ARTS

Андрій Савенко¹, Іван Штефюк², Андрій Чернозуб¹,
Алла Альошина¹, Микола Ніга², Володимир Потоп^{3,4}

¹Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна, galkinalora2015@ukr.net;

²Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна, i.shtefyuk@chnu.edu.ua;

³Department of Physical Education and Sport, National University of Science and Technology Politehnica Bucharest, University Center Pitesti, Pitesti, Romania, vladimir_potop@yahoo.com;

⁴State University of Physical Education and Sport, Republic of Moldova, vladimir_potop@yahoo.com

<https://doi.org/10.29038/2220-7481-2024-01-68-75>

Анотації

Актуальність. Один із найважливіших аспектів у сфері спорту – визначення відповідності використовуваних навантажень для адаптаційних можливостей організму спортсменів. Це ключовий елемент як у тренувальному, так і в змагальному процесі, що вимагає негайної корекції та розробки ефективних систем підготовки з урахуванням довгострокового прогнозування результатів не лише в змішаних єдиноборствах, але й у всіх інших видах спорту. **Мета** статті – вивчити особливості кореляційного зв'язку між параметрами робочої маси снаряду й адаптаційними змінами в організмі спортсменів зі змішаних єдиноборств (ММА) у процесі спеціальної силової підготовки. **Методи.** У дослідженні брали участь 50 спортсменів ударного стилю ведення поєдинків у ММА віком $19 \pm 0,7$ років. Сформовано дві дослідні групи. Представники обстежених груп використовували протягом трьох місяців силової підготовки експериментальні режими тренувальних навантажень. Проводився кореляційний аналіз між параметрами робочої маси снаряду (m) та біохімічними показниками крові, антропометрії, біоімпедансометрії, контрольного тестування розвитку максимальної сили спортсменів. **Результати.** У спортсменів першої групи на всіх етапах дослідження виявлено, що постійний сильний позитивний зв'язок ($r > 0,70$) спостерігаємо між показником робочої маси снаряда ($m = 56\text{--}59\%$ від 1 ПМ) в умовах режиму тренувальних навантажень типу А ($R_a = 0,56$) і розвитком максимальної сили м'язів ніг під час виконання вправи «жим ногами на блоці» ($r = 0,73$), а також базальним рівнем концентрації ферменту лактатдегідрогенази в сироватці крові ($r = 0,72$). Аналіз результатів дослідження, отриманих після трьох місяців спеціальної силової підготовки, свідчить про те, що в спортсменів другої групи в умовах використання режиму тренувальних навантажень типу С ($R_a = 0,74$) кількість кореляційних сильних зв'язків зросла в дев'ять разів у порівнянні з даними, виявленими на початку експерименту. Установлено, що найбільша за кількістю зміна рівня кореляційних зв'язків із помірного на початку дослідження (у середньому $r = 0,57$) на високий після трьох місяців тренувань (у середньому $r = 0,87$) відбулася між показником робочої маси снаряда та результатами контрольного тестування розвитку максимальної м'язової сили (грудних м'язів, м'язів плеча й стегна) під час виконання контрольних вправ. **Висновки.** Установлено, що лише в спортсменів другої групи, які в процесі спеціальної силової підготовки використовують режим тренувальних навантажень типу С ($R_a = 0,74$), посилюються кореляційні зв'язки протягом трьох місяців тренувань, що свідчить про виражені процеси довготривалої адаптації.

Ключові слова: змішані єдиноборства, кореляційний аналіз, силова підготовка, довготривала адаптація, спортсмени ударного стилю.

Andrii Savenko, Ivan Shtefiuk, Andrii Chernozub, Alla Alosyna, Mikola Niga, Vladimir Potop. Features of the Correlation Relationship Between External Stress Still and Adaptive Changes in the Body of Mixed Martial Arts Athletes. Topicality. One of the most important aspects in the field of sports is determining the appropriateness of the loads used for the adaptation capabilities of the athletes' body. This is a key element in both the training and competition procedures, which requires immediate correction and the development of effective training programs with long-term prediction of results, not only in mixed martial arts (MMA), but in all other sports as well. **The purpose of the research** was to study the peculiarities of the correlation between the parameters of the projectile weight and adaptive changes in the body of mixed martial arts athletes experienced special strength training. **The research methods.** 50 MMA fighters aged 19 ± 0.7 took part in the study. Two research groups have been formed. The representatives of the examined groups used experimental regimens of training sessions during 3 months of strength training. Correlation analysis was carried out between parameters of the projectile weight (m) and, biochemical blood indices, anthropometry, bioimpedancemetry, measuring maximal strength (MSt) of athletes. **The results.** The athletes of the first group at all stages of the study experienced a constant strong positive relationship ($r > 0.70$) between the

indicator of the projectile weight ($m=56-59\%$ of 1 RM) during training loads ($R_a=0.56$) of type A and the development of the maximum strength of leg muscles during leg press exercise ($r=0.73$), as well as the basal level of lactate dehydrogenase enzyme concentration in blood serum ($r=0.72$). The analysis of the research results obtained after 3 months of special strength training by the athletes of the second group using C-type training loads ($R_a=0.74$) indicated that the number of strong correlations has increased 9 times compared to the data found at the beginning of the experiment. It has been determined that the largest change in the level of correlations from moderate at the beginning of the study (on average $r=0.57$) to high after 3 months of training (on average $r=0.87$) occurred between the projectile weight indicator and the results of the control testing the maximum muscle strength (chest muscles, shoulder and hip muscles) during control exercises. **Findings.** It has been established that only the second group of athletes that experienced special training loads (TL) of high intensity sessions C ($R_a=0.74$), the correlations increased during 3 months of training, which indicated the distinct long-term adaptation.

Key words: Mixed Martial Arts (MMA), correlational analysis, strength training, long-term adaptation, MMA fighters.

Вступ. Визначення в найкоротший термін часу ступеня адекватності використовуваних у процесі тренувальної та змагальної діяльності величин показників навантаження адапційним резервам організму спортсменів є одним із найбільш важливих питань серед більшості фахівців, які займаються вивченням процесів оперативної корекції й розробками механізмів удосконалення системи підготовки з довготривалим прогнозуванням результативності не лише в змішаних єдиноборствах, але й в інших видах спорту [1; 4]. Відомо [2; 6; 13; 16], що лише за умов чіткого поєднання в процесі розробки відповідних моделей чи режимів тренувальних навантажень, оптимальних параметрів зовнішнього стресового подразника та можливих адапційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів дасть змогу чітко спрогнозувати процес довготривалої адаптації, спрямованої на підвищення функціональних резервів.

У сучасній системі підготовки в змішаних єдиноборствах, ураховуючи популярність цього виду спорту за рахунок своєї видовищності й постійного зростання вимог до рівня техніко-тактичної майстерності спортсменів і їх фізичного розвитку, викликає в науковців [3; 8; 11; 14] поглиблений інтерес до вивчення проблеми, пов'язаної з дослідженням характерних ознак закономірностей зміни морфометричних, фізіологічних, біохімічних показників у їхньому організмі, які чітко відображають перебіг адаптаційних змін в умовах напруженої м'язової діяльності залежно від рівня інтенсивності та обсягу використовуваних навантажень, що сприятиме практичній реалізації основних завдань у найкоротший термін часу.

Мета дослідження – вивчити особливості кореляційного зв'язку між параметрами робочої маси снаряду й адаптаційними змінами в організмі спортсменів зі змішаних єдиноборств (MMA) у процесі спеціальної силової підготовки.

Методи та організація дослідження. У дослідженні брали участь 50 спортсменів ударного стилю ведення поєдинків у MMA віком $19\pm 0,7$ років. Сформовано дві дослідні групи. У процесі проведення досліджень тривалістю 12 тижнів спортсмени першої групи використовували під час спеціальної силової підготовки режим тренувальних навантажень типу А ($R_a=0,56$). Особливостями цього режиму є те, що використовуються навантаження з низьким рівнем інтенсивності й великим обсягом роботи в умовах анаеробно-гліколітичного виду енергозабезпечення м'язової діяльності, а робоча маса снаряда становить 56–59 % від ІПМ. Спортсмени другої групи застосовували режим тренувальних навантажень типу С ($R_a=0,74$) із високим рівнем інтенсивності та малим обсягом роботи. Режим енергозабезпечення м'язової діяльності використовувався анаеробно-алактатний, а показник робочої маси снаряда становить 73–76 % від ІПМ.

На першому етапі педагогічного експерименту проводили аналіз результатів, отриманих нами в процесі експериментальних досліджень і висвітлених у наукових публікаціях [5; 12] щодо особливостей зміни силових можливостей, показників навантаження, антропометрії, біоімпедансометрії, біохімічних показників крові в різних режимах тренувальних навантажень у MMA.

На другому етапі з метою визначення взаємозв'язків між величиною зовнішнього фізичного подразника та показниками, які відображають особливості процесів короткочасної й довготривалої адаптації організму до відповідних умов тренувальної діяльності, використовуючи коефіцієнт рангової кореляції Спірмана, провели низку серій математичної обробки результатів, отриманих у процесі дослідження. Так, на початку та після 12 тижнів спеціальної силової підготовки спортсменів ударного стилю ведення поєдинків у MMA визначали кореляційний взаємозв'язок між середніми значеннями показника робочої маси снаряда (m) у силових вправах і результатами, виявленими під

час контрольного тестування розвитку максимальної сили, динаміки морфометричних параметрів учасників (обвідних розмірів та показників складу тіла), даних, виявлених у процесі лабораторного контролю за зміною базального рівня досліджуваних біохімічних показників у сироватці крові (активності ферменту лактатдегідрогенази та концентрації тестостерону, кортизолу, креатиніну, кальцію)

Статистичний аналіз результатів виконували із застосуванням пакету програм IBM *SPSS*Statistics 26 (StatSoftInc., США). Використовували коефіцієнт рангової кореляції Спірмана для визначення рівня кореляційних зв'язків між досліджуваними показниками. Ступінь величини коефіцієнта кореляції диференціювався на три рівні як для позитивних, так і для негативних кореляцій: $r > 0,01 \leq 0,29$ – слабкий позитивний зв'язок, $r > 0,30 \leq 0,69$ – помірний позитивний зв'язок, $r > 0,70 \leq 1,00$ – сильний позитивний зв'язок, $r > -0,01 \leq -0,29$ – слабкий негативний зв'язок, $r > -0,30 \leq -0,69$ – помірний негативний зв'язок, $r > -0,70 \leq -1,00$ – сильний негативний зв'язок. Статистично значущими у всіх випадках вважали відмінності за $p \leq 0,05$.

Результати дослідження. На рис. 1 представлено результати визначення кореляційного взаємозв'язку на початку дослідження між параметрами робочої маси снаряда (m), використовуваними під час виконання силових вправ спортсменами першої групи, і показниками, які демонструють рівень функціональних можливостей й адаптаційних резервів організму, їх вихідні морфометричні параметри.

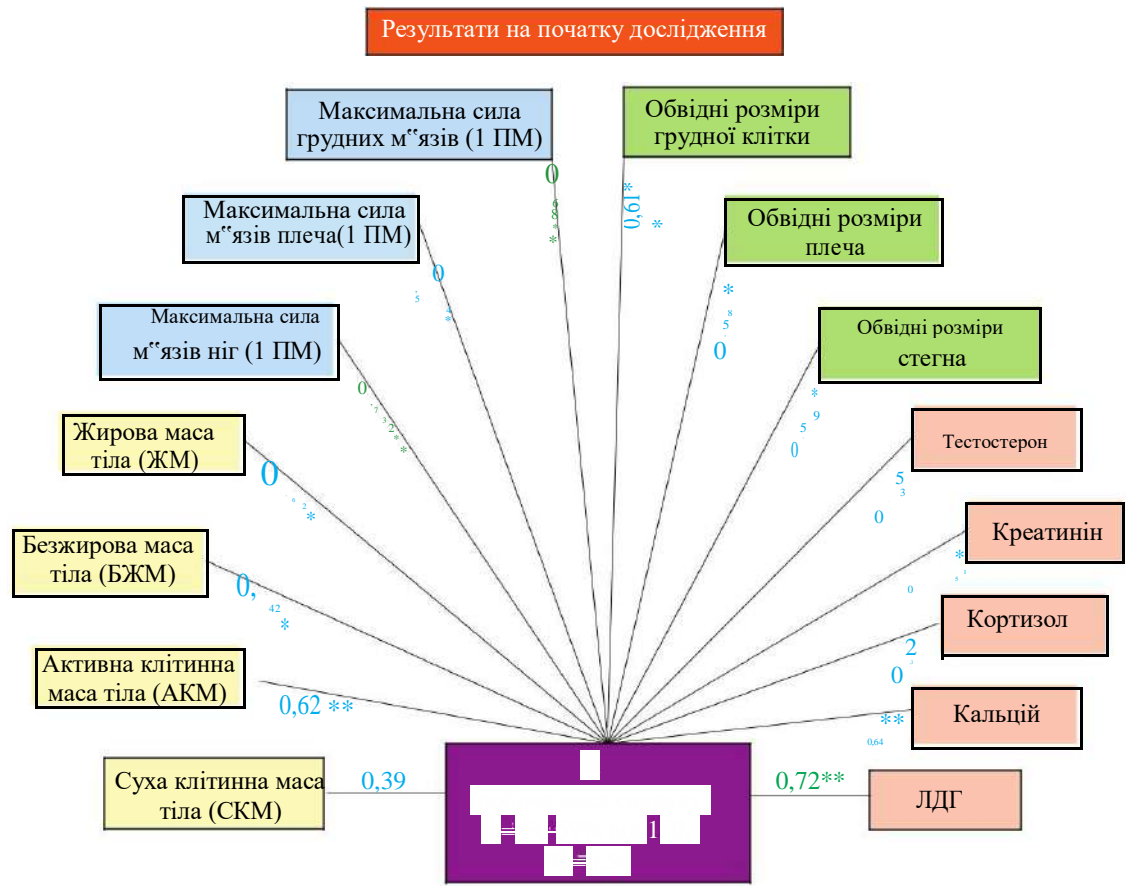


Рис. 1. Особливості кореляційного зв'язку між середнім значенням параметра робочої маси снаряда (m) та показниками, які характеризують адаптаційні резерви організму спортсменів 1 групи на початку дослідження
Примітка. * – кореляція на рівні 0,05; ** – кореляція на рівні 0,01.

У процесі проведення кореляційного аналізу між досліджуваними показниками, фіксованими на початку експерименту в спортсменів першої групи, установлено, що сильний позитивний зв'язок ($r > 0,70$) спостерігаємо між показником робочої маси снаряда ($m = 56-59\%$ від 1 ПМ) в умовах режиму тренувальних навантажень типу А ($R_a = 0,56$) та розвитком максимальної сили м'язів ніг під час

виконання вправи «жим ногами на блоці» ($r=0,73$), а також базальним рівнем концентрації ферменту лактатдегідрогенази в сироватці крові ($r=0,72$). При цьому помірний кореляційний зв'язок ($r>0,30\leq 0,69$) виявлено між контрольним показником робочої маси снаряда й іншими досліджуваними показниками, крім двох, що представлені вище, у яких виявлено сильний зв'язок.

Представлені на рис. 2 результати проведеного кореляційного аналізу між параметрами робочої маси снаряда (m) і морфофункціональними показниками, досліджуваними біохімічними показниками крові, які виявлено в спортсменів першої групи після трьох місяців використання в процесі силової підготовки заданого режиму тренувальних навантажень.

Виявлені після трьох місяців досліджень результати кореляційного аналізу свідчать про те, що деякі зв'язки не лише змінюють свій рівень, але й навіть напрям. Установлено, що сильний негативний зв'язок ($r=-0,77$) простежуємо між показником робочої маси снаряда та рівнем жирової маси тіла спортсменів. Однак до початку застосування режиму тренувальних навантажень типу А ($R_a=0,56$), між цими досліджуваними показниками спостерігаємо помірний позитивний кореляційний зв'язок ($r=0,62$). Сильний позитивний зв'язок ($r=0,70$) між показником робочої маси снаряда й базальним рівнем активності ферменту лактатдегідрогенази в сироватці крові, виявлений на цьому етапі експерименту, практично не відрізняється від результатів, отриманих на початку дослідження. Також сильний позитивний кореляційний зв'язок ($r=0,70$) простежено між показником робочої маси снаряда та активною клітинною масою тіла спортсменів першої групи.

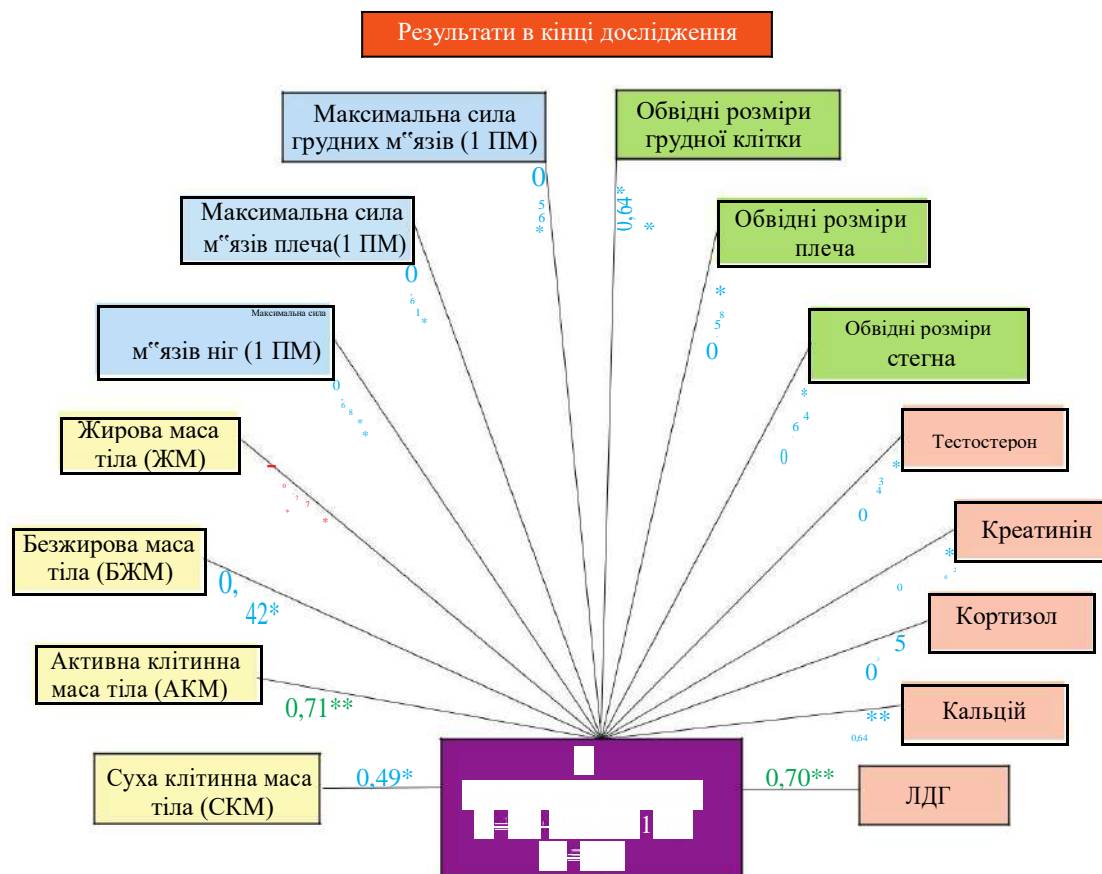


Рис. 2. Особливості кореляційного зв'язку між середнім значенням параметра робочої маси снаряда (m) та показниками, які характеризують адаптаційні резерви організму спортсменів 1 групи в кінці дослідження
Примітка. * – кореляція на рівні 0,05; ** – кореляція на рівні 0,01.

Отже, отримані результати свідчать про те, що більшість фіксованих кореляційних зв'язків між робочою масою снаряда й іншими досліджуваними показниками, фіксованими після тривалого процесу адаптації в умовах заданих параметрів навантажень, не відрізняються від результатів, виявлених до початку застосування спортсменами першої групи в процесі спеціальної силової підготовки режиму тренувальних навантажень типу А ($R_a=0,56$).

На рис. 3 представлено результати, виявлені в спортсменів другої групи щодо визначення кореляційного взаємозв'язку на початку дослідження між параметрами робочої маси снаряда (m) і показниками, які відображають характер адаптаційно-компенсаторних реакцій їхнього організму на фізичний стресовий подразник залежно від особливостей його структури та варіативності поєднання основних компонентів.

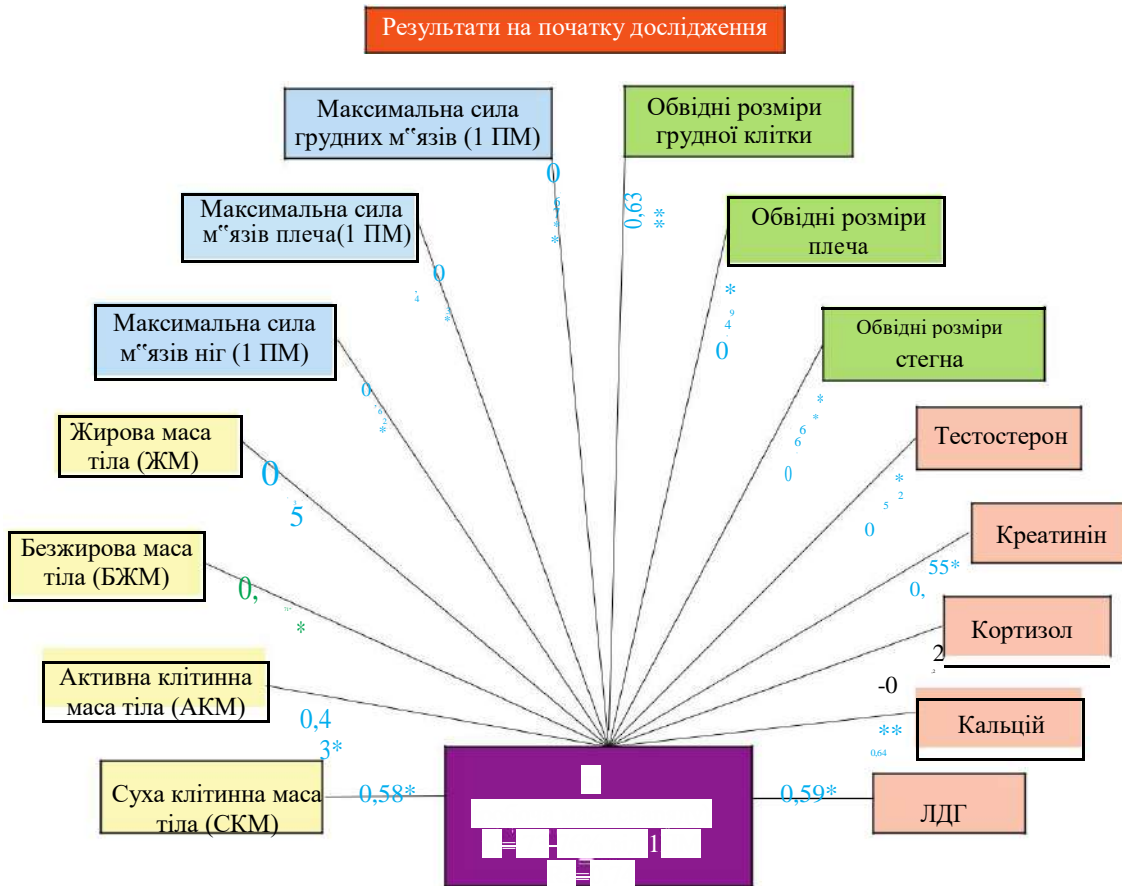


Рис. 3. Особливості кореляційного зв'язку між середнім значенням параметра робочої маси снаряда (m) та показниками, які характеризують адаптаційні резерви організму спортсменів 2 групи на початку дослідження
Примітка. * – кореляція на рівні 0,05; ** – кореляція на рівні 0,01.

У процесі проведення кореляційного аналізу між досліджуваними показниками, фіксованими на початку експерименту в спортсменів другої групи, встановлено, що сильний позитивний зв'язок ($r > 0,70$) спостерігаємо лише між показником робочої маси снаряда ($m = 73\text{--}76\%$ від 1 ПМ) в умовах режиму тренувальних навантажень типу С ($R_a = 0,74$) і показником безжирової маси тіла ($r = 0,71$).

У процесі кореляційного аналізу між заданими, згідно з умовами дослідження, показниками переважно спостерігаємо помірний позитивний зв'язок, що загалом не дає змоги спрогнозувати подальший прояв процесу короточасної чи довготривалої адаптації організму спортсменів другої групи до силових навантажень у заданих умовах режиму тренувань. При цьому навіть виявлено слабкий негативний зв'язок між показником робочої маси снаряда й базальним рівнем концентрації кортизолу в сироватці крові учасників обстеженої групи. Однак у таких умовах виявлений кореляційний зв'язок не може свідчити про прояв компенсаторних реакцій в організмі спортсменів другої групи.

На рис. 4 представлено результати проведеного кореляційного аналізу в спортсменів другої групи після трьох місяців використання в процесі силової підготовки заданого режиму тренувальних навантажень між параметрами робочої маси снаряда (m) і показниками біоімпедансометрії, антропометрії, контрольного тестування силових можливостей, біохімічних показників крові.

Аналіз результатів дослідження, отриманих після трьох місяців спеціальної силової підготовки використання спортсменами другої групи режиму тренувальних навантажень типу С ($R_a=0,74$), свідчать про те, що кількість кореляційних сильних зв'язків зросла в дев'ять разів у порівнянні з даними, виявленими на початку експерименту.

Установлено, що найбільша за кількістю зміна рівня кореляційних зв'язків із помірною на початку дослідження (у середньому $r=0,57$) на високий після трьох місяців тренувань (у середньому $r=0,87$) відбулася між показником робочої маси снаряда й результатами контрольного тестування розвитку максимальної м'язової сили (грудних м'язів, м'язів плеча та стегна) під час виконання контрольних вправ.

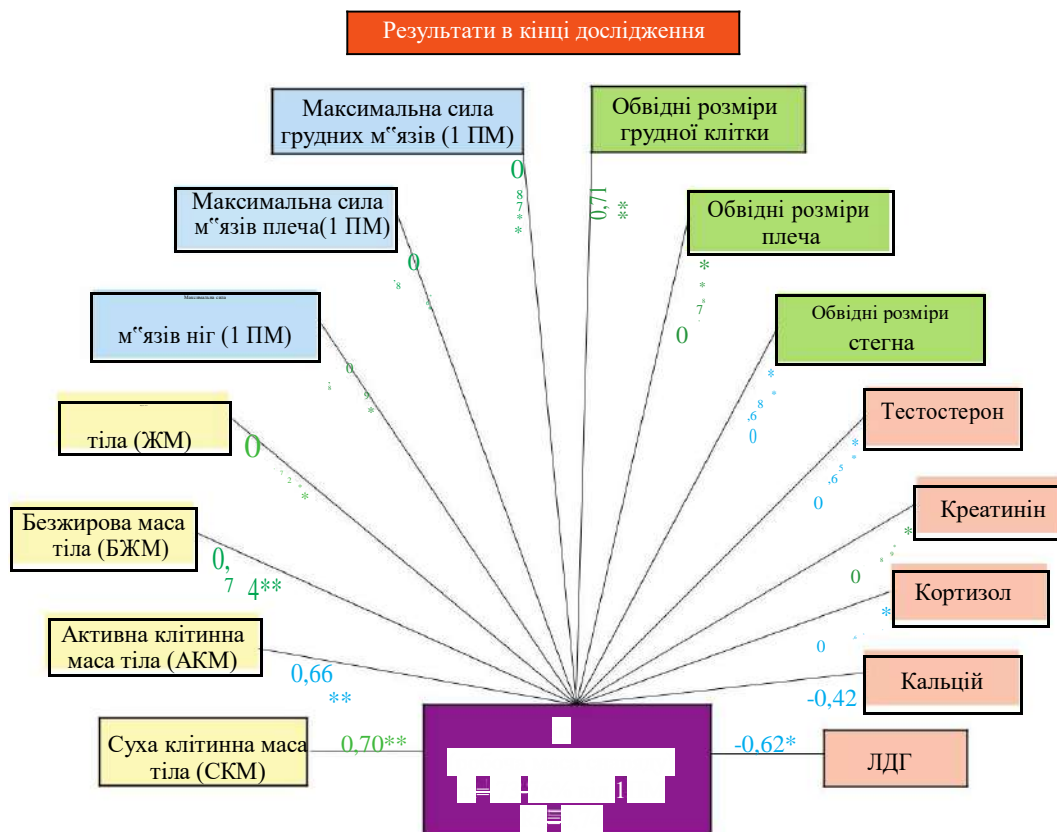


Рис. 4. Особливості кореляційного зв'язку між середнім значенням параметра робочої маси снаряда (m) та показниками, які характеризують адаптаційні резерви організму спортсменів 2 групи в кінці дослідження

Примітка. * – кореляція на рівні 0,05; ** – кореляція на рівні 0,01.

На підтвердження представленого вище припущення щодо тісного взаємозв'язку між зростанням м'язової маси тіла залежно від особливостей режиму тренувальних навантажень типу С ($R_a=0,74$) та періодичності його використання, наведено дані, які демонструють підвищення рівня кореляційних зв'язків між показником робочої маси снаряда й обвідними розмірами грудної клітки ($r=0,71$), плеча ($r=0,78$) у порівнянні з результатами, виявленими на початку дослідження. Додатково виявлену закономірність між параметрами навантажень і процесами довготривалої адаптації організму спортсменів другої групи, виявлену в кінці трьох місяців досліджень, установлено на основі аналізу результатів визначення коефіцієнта кореляції між величиною робочої маси снаряда та показниками біоімпедансометрії (безжирової маси ($r=0,74$) та сухої клітинної маси тіла ($r=0,70$)). Виявлений сильний позитивний кореляційний зв'язок ($r=0,89$) між показником робочої маси снаряда й базальним рівнем концентрації креатиніну в сироватці крові учасників цієї групи в кінці дослідження вказує на виражені процеси зростання м'язової маси тіла за рахунок гіпертрофії певного типу м'язових волокон [9, 13].

Обговорення результатів дослідження. Представлені в роботі результати кореляційного аналізу є одними з перших у Mixed Martial Arts, основною метою яких було визначення взаємозв'язків

між величиною зовнішнього фізичного подразника й показниками, що відображають особливості процесів короткочасної та довготривалої адаптації організму спортсменів ударного стилю ведення поєдинків до відповідних умов тренувальної діяльності (особливостей режимів тренувальних навантажень). Пошук ефективних механізмів контролю відповідності параметрів зовнішнього фізичного подразника індивідуальним адаптаційним резервам організму спортсменів в умовах занять змішаними єдиноборствами приділяли увагу науковці зі спортивної фізіології [3, 6, 9]. Однак здебільшого основними критеріями оцінки адаптаційно-компенсаторних реакцій організму спортсменів на зовнішній подразник із різними параметрами обсягу й інтенсивності були саме біохімічні показники крові [4, 7, 15] та результати варіабельності серцевого ритму [15].

Отримані нами в процесі дослідження результати вказують на те, що саме в спортсменів другої групи в процесі спеціальної силової підготовки протягом трьох місяців режиму тренувальних навантажень типу С ($R_a=0,74$) сприяє посиленню позитивних зв'язків між параметрами робочої маси снаряда в контрольних вправах і досліджуваними морфофункціональними показниками, а також базальним рівнем концентрації креатиніну в сироватці крові, що свідчить про виражені зміни в процесі довготривалої адаптації. Однак виявлені результати дещо відрізняють від даних, які науковці [6, 8, 10] використовують для контролю за перебігом процесів короткочасної й довготривалої адаптації задля прогнозування темпів підвищення результативності, а можливо, і виникнення процесів дезадаптації.

Установлено, що найбільша за кількістю зміна рівня кореляційних зв'язків із помірного на початку дослідження (у середньому $r=0,57$) на високий після трьох місяців тренувань (у середньому $r=0,87$) відбулася між показником робочої маси снаряда та результатами контрольного тестування розвитку максимальної м'язової сили (грудних м'язів, м'язів плеча та стегна) під час виконання контрольних вправ. Отримані результати дають змогу зробити припущення, що в умовах використання силових навантажень високої інтенсивності й малого обсягу роботи на тлі анаеробно-алактатного механізму ресинтезу АТФ, підвищення силових можливостей у заданих умовах м'язової діяльності відбувається переважно за рахунок збільшення кількості активних рухових швидкокорочувальних м'язових одиниць типу С і Б на тлі зростання позитивної динаміки резервів креатинфосфату [1, 12, 14, 18].

Результати цього дослідження сприятимуть розробці інноваційних механізмів удосконалення тренувального процесу із силової підготовки спортсменів ударного стилю ведення поєдинків у ММА, дадуть змогу краще зрозуміти концепцію системи контролю, механізмів управління та корекції процесу підготовки, а також сприятимуть пошуку нових шляхів оптимізації тренувальних навантажень у змішаних єдиноборствах.

Висновки.

Виявлені результати проведеного кореляційного аналізу протягом дослідження свідчать про те, що більшість установлених зв'язків між робочою масою снаряда та іншими досліджуваними показниками, фіксованими після тривалого процесу адаптації в умовах заданих параметрів навантажень, не відрізняються від даних, отриманих до початку використання спортсменами першої групи в процесі спеціальної силової підготовки режиму тренувальних навантажень типу А ($R_a=0,56$).

Установлено, що в спортсменів другої групи в процесі спеціальної силової підготовки протягом трьох місяців режиму тренувальних навантажень типу С ($R_a=0,74$) сприяє посиленню позитивних зв'язків між параметрами робочої маси снаряда в контрольних вправах і досліджуваними морфофункціональними показниками, а також базальним рівнем концентрації креатиніну в сироватці крові, що свідчить про виражені зміни в процесі довготривалої адаптації.

Перспективи подальших досліджень. Проведення додаткових досліджень щодо визначення кореляційного аналізу між величиною робочої маси снаряда та характером змін в умовах різних режимів тренувальних навантажень, біохімічних показників крові, морфофункціональних параметрів спортсменів дадуть змогу спрогнозувати подальший характер процесів довготривалої адаптації з метою розробки нових шляхів корекції процесу силової підготовки в змішаних єдиноборствах.

References

1. Bueno, J., Faro, H., Lenetsky, S., Gonçalves, A., Dias, S., Ribeiro, A., Silva, B., Filho, C., Vasconcelos, B., Serrão, J., Andrade, A., Souza-Junior, T., Claudino, J. (2022). Exploratory Systematic Review of Mixed Martial Arts: An Overview of Performance of Importance Factors with over 20,000 Athletes. *Sports (Basel)*, 10(6), 80. <https://doi/10.3390/sports10060080> (in English).

2. Camarco, N., Neto, I., Ribeiro Jr, E., Andrade, A. (2022). Anthropometrics, Performance, and Psychological Outcomes in Mixed Martial Arts Athletes. *Biology (Basel)*, 11(8), 1147. <https://doi/10.3390/biology11081147> (in English).
3. Chernozub, A., Korobeynikov, G., Mytskan, B., Korobeinikova, L., Cynarski, W. J. (2018). Modelling mixed martial arts power training needs depending on the predominance of the strike or Wrestling fighting style. *Journal of Martial Arts Anthropology*, 18(3), 28–36. <https://doi/10.14589/ido.18.3.5> (in English).
4. Chernozub, A., Manolachi, V., Korobeynikov, G., Potop, V., Sherstiuk, L., Manolachi, V., Mihaila, I. (2022). Criteria for assessing the adaptive changes in mixed martial arts (MMA) athletes of strike fighting style in different training load regimes. *PeerJ*, 10, e13827. <https://doi/10.7717/peerj.13827> (in English).
5. Chernozub, A., Olkhovyi, O., Alohyna, A., Savenko, A., Shtefiuk, I., Marionda, I., Khoma, T., & Tulaydan, V. (2023). Evaluation of the Correlation Between Strength and Special Training Indicators in Mixed Martial Arts. *Physical Education Theory and Methodology*, 23(2), 276–282. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.2.17> (in English).
6. Folhes, O., Reis, V., Marques, D., Neiva, H., Marques, M. (2022). Maximum Isometric and Dynamic Strength of Mixed Martial Arts Athletes According to Weight Class and Competitive Level. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8741. <https://doi/10.3390/ijerph19148741> (in English).
7. Giboin, L., Gruber, M. (2022). Neuromuscular Fatigue Induced by a Mixed Martial Art Training Protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(2), 469–477. <https://doi/10.1519/JSC.0000000000003468> (in English).
8. James, L., Connick, M., Haff, G., Kelly, V., Beckman, E. (2020). The Countermovement Jump Mechanics of Mixed Martial Arts Competitors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(4), 982–987. <https://doi/10.1519/JSC.0000000000003508> (in English).
9. Kirk, C., Clark, D., Langan-Evans, C., Morton, J. (2020). The physical demands of mixed martial arts: A narrative review using the ARMSS model to provide a hierarchy of evidence. *Journal of Sports Sciences*, 38(24), 2819–2841. <https://doi/10.1080/02640414.2020.1802093> (in English).
10. Kirk, C., Langan-Evans, C., Clark, D., Morton, J. (2021). Quantification of training load distribution in mixed martial arts athletes: A lack of periodisation and load management. *PLoS One*, 16(5), e0251266. <https://doi/10.1371/journal.pone.0251266> (in English).
11. Liu, Y., Evans, J., Waşik, J., Zhang, X., Shan, G. (2022). Performance Alteration Induced by Weight Cutting in Mixed Martial Arts-A Biomechanical Pilot Investigation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2015. <https://doi/10.3390/ijerph19042015> (in English).
12. Manolachi, V., Chernozub, A., Potop, V., Zoriy, Y., Kulbayev, A., Branişte, G., Savenko, A. (2022). Increasing the functional capabilities of Mixed Martial Arts athletes in the process of optimizing different regimes of power load. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 26(6), 399–406 (in English).
13. Manolachi, V., Chernozub, A., Tsos, A., Syvokhop, E., Marionda, I., Fedorov, S., Shtefiuk, I., Potop, V. (2023). Modeling the correction system of special kick training in Mixed Martial Arts during selection fights. *Journal of Physical Education and Sport*, 23 (8), 2203–2211. <https://doi.org/10.7752/jpes.2023.08252> (in English).
14. Naiara Ribeiro, A., Fabio Dal, B., Andreia, C., Pedro, B., Ciro, B., John, A., Bianca, M. (2019). Suggestions for Professional Mixed Martial Arts Training With Pacing Strategy and Technical-Tactical Actions by Rounds. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi/10.1519/JSC.0000000000003018> (in English).
15. Pavelka, R., Třebický, V., Fialová, J., Zdobinský, A., Coufalová, K., Havlíček, J., Tufano, J. (2020). Acute fatigue affects reaction times and reaction consistency in Mixed Martial Arts fighters. *PLoS One*, 15(1), e0227675. <https://doi/10.1371/journal.pone.0227675> (in English).
16. Polechoński, J., Langer, A. (2022). Assessment of the Relevance and Reliability of Reaction Time Tests Performed in Immersive Virtual Reality by Mixed Martial Arts Fighters. *Sensors (Basel)*, 22(13), 4762. <https://doi/10.3390/s22134762> (in English).
17. 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> (in English).
18. Seniuk, H., Vu, J., & Nosik, M. (2020). Application of the matching law to Mixed Martial Arts. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 53(2), 846–856. <https://doi/10.1002/jaba.653> (in English).
19. Vigh-Larsen, J., Ørtenblad, N., Spriet, L., Overgaard, K., Mohr, M. (2021). Muscle Glycogen Metabolism and High-Intensity Exercise Performance: A Narrative Review. *Sports Med*, 51(9), 1855–1874. doi: 10.1007/s40279-021-01475-0 (in English).

Стаття надійшла до редакції 31.01.2024 р.