ISSN 2221-1217

ФІЗИЧНА АКТИВНІСТЬ, ЗДОРОВ'Я І СПОРТ. 2017. №3(29). С. 33-42

PHYSICAL ACTIVITY HEALTH AND SPORT. 2017. №3(29). P. 33-42

УДК 796.412-055.2:544.018.2

ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ФОСФОРУ В КРОВІ ЖІНОК ПЕРШОГО ТА ДРУГОГО ПЕРІОДУ ЗРІЛОГО ВІКУ ПІД ЧАС ЗАНЯТЬ СИЛОВИМ ФІТНЕСОМ

Ганна ТІТОВА, Андрій ЧЕРНОЗУБ, Олег ДУБАЧИНСЬКИЙ, Іван ЧАБАН

Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна, email: chernozub@gmail.com

Анотація. У статті представлено результати досліджень щодо визначення інформативних критеріїв оцінювання ефективності та безпечності впливу інтенсивних силових навантажень на організм жінок зрілого віку в умовах занять фітнесом. У дослідженнях брали участь жінки зрілого віку, з контингенту яких було сформовано дві дослідні групи. У результаті проведених досліджень установлено, що, незважаючи на суттєве зростання параметрів обсягу тренувальної роботи, у представників обох груп упродовж трьох місяців занять силовим фітнесом майже на 100 % ($p<0,05$), порівняно з вихідними даними, біохімічні показники концентрації фосфору в сироватці крові в обстеженого контингенту демонструють різноспрямовану динаміку у відповідь на фізичний подразник серед осіб дослідних груп. *Результати дослідження* вказують на те, що саме в жінок другого періоду зрілого віку (36–55 років) відбувається достовірне ($p<0,05$) зниження концентрації фосфору в сироватці крові у відповідь на гостре силове навантаження як на початку (на 7,5 %), так і після трьох місяців тренувань (на 11,2 %), що свідчить про адаптацію організму до заданих навантажень завдяки переходу на більш економний режим енергозабезпечення. Водночас результати, виявлені в групі жінок віком 21–35 років, свідчать, що контрольовані біохімічні показники майже не реагують на фізичний подразник упродовж заданого періоду досліджень, незважаючи на досить помітні зміни показників складу тіла серед представників обох груп, що вказує на ефективність тренувального процесу.

Ключові слова: концентрація фосфору, адаптаційні зміни, жінки зрілого віку, силовий фітнес, навантаження.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Проблемі вивчення особливостей адаптаційних змін в організмі людини в умовах активної рухової діяльності як спортивної спрямованості, так і спрямованості на її оздоровлення та підвищення функціональних можливостей останніми роками приділяють багато уваги не лише науковці в галузях біології, медицини, фізичного виховання, але й звичайні тренери з фітнесу [4, 7, 9, 13].

У зв'язку зі значною популяризацією занять фітнесом у світі та поширенням незліченної кількості різноманітних напрямів цього виду рухової активності постає досить важлива проблема щодо детального та поглибленого вивчення критеріїв, які цілком об'єктивно дали змогу оцінити характер та ступінь адаптаційних змін в організмі людини залежно від параметрів обсягу та інтенсивності навантажень, моделі тренувальних занять, класифікації фізичних прав, рівня підготовки людини з урахуванням гендерних та вікових особливостей [5, 6, 8].

Одним із важливих критеріїв оцінювання відповідності навантажень функціональним можливостям організму людини та визначення перебігу адаптаційних змін чи прояву компенсаторних реакцій на подразник є показник концентрації неорганічного фосфору в сироватці крові, який відіграє важливу роль в енергетичному обміні в процесі м'язової діяльності та відображає механізми окиснювального фосфорилювання [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз результатів досліджень, висвітлених у науковій літературі [1, 2, 13, 14], свідчить про те, що зростання концентрації фосфору в крові спортсменів у відповідь на тренувальні навантаження вказує на розпад фосфор-

© Тітова Г., Чернозуб А., Дубачинський О., Чабан І., 2017

них зв'язків та зменшення швидкості ресинтезу АТФ. Водночас збільшення цього біохімічного показника крові у відповідь на фізичний подразник відображає пригнічення окисного фосфорилювання [1]. Накопичення неорганічного фосфору у відповідь на фізичні навантаження високої інтенсивності має пригнічувальний вплив на спряженість процесу «збудження–скорочення» та сприяє підвищенню концентрації лактату і йонів водню й відповідно розвитку м'язового стомлення [2].

Таким чином, вивчення особливостей зміни концентрації фосфору в сироватці крові жінок різних періодів зрілого віку в умовах інтенсивних фізичних навантажень під час занять силовим фітнесом та використання цього біохімічного показника як одного з інформаційних критеріїв оцінювання відповідності навантажень функціональним можливостям організму цього контингенту і є основною **метою** нашого дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Стаття є фрагментом досліджень планів наукової роботи Чорноморського національного університету імені Петра Могили «Захисно-пристосувальні і компенсаторні реакції організму людини в процесі силових навантажень у силових видах спорту» (номер державної реєстрації 0112U 005261).

Матеріал і методи дослідження. Обстежено 51 практично здорову особу, яка попередньо не займалася силовим фітнесом та іншими видами спорту, а саме жінок віком від 21 до 55 років. Ураховуючи мету та завдання дослідження, з цього контингенту було сформовано дві дослідні групи: жінки віком 21–35 років; жінки віком 36–55 років.

Як модель м'язової діяльності упродовж трьох місяців тренувань з періодичністю тричі на тиждень використовували навантаження силового характеру. Тренувальні вправи виконували з власною масою тіла, але дотримуючись визначеної авторської техніки, що дало змогу під час виконання рухів задіяти лише ті м'язові групи, які беруть активну участь в однотипних вправах на силових тренажерах. Застосування цієї методики тренування дало змогу нам розробити тренувальні програми без використання спеціалізованих комплексних силових тренажерів, що позитивно вплинуло на кількість учасників, які одночасно могли виконувати навантаження, та спростило механізм їх технічного контролю.

Усі учасники, які брали участь у дослідженнях, попередньо пройшли медичне обстеження та комплексний біохімічний лабораторний контроль (16 показників), за результатами яких не мали медичних протипоказань для участі в дослідженнях.

Динаміку досліджуваних показників тренувального навантаження (обсяг роботи) та біоімпедансометрії (показники складу тіла людини) вимірювали тричі упродовж трьох місяців систематичних занять силовим фітнесом з використанням загальновідомих методик [1–4].

Лабораторні дослідження сироватки крові обстеженого контингенту щодо концентрації фосфору до та після силового навантаження проводили декількома етапами: до початку експерименту та після трьох місяців систематичних занять силовим фітнесом. Концентрацію фосфору в крові обстежених осіб визначали за допомогою спектрофотометра StatFax 4700 (США) в умовах сертифікованої медичної лабораторії.

Статистичну обробку результатів дослідження проводили з використанням пакета статистичних програм IBM *SPSS* Statistics 21. Було використано методи параметричної статистики за допомогою t-критерію Стьюдента, а також непараметричної статистики за допомогою критерію знакових рангових сум Вілкоксона.

Результати дослідження та їх обговорення. На рис. 1 представлено параметри зміни показника обсягу тренувальної роботи під час виконання вправи «Піднімання ніг лежачи з опорою на ліктях» (загальна кількість присідань, яку виконали за чотири сети з заданою технікою), встановлені в жінок обох дослідних груп упродовж трьох місяців систематичних занять силовим фітнесом з використанням запропонованої авторської моделі тренувань.

Аналіз результатів, виявлених на початку дослідження, свідчить про те, що первинний рівень фізичної підготовки, зокрема розвиток силових можливостей м'язів живота під

час виконання вправи «Піднімання ніг лежачи з опорою на ліктях», у групі жінок віком від 36 до 55 років (другий період зрілого віку) майже ідентичний, що свідчить про правильно дібраний контингент учасників для розв'язання поставлених завдань експерименту. Своєю чергою контрольовані показники демонструють суттєве зростання упродовж експерименту саме в групі жінок другого періоду зрілого віку (36–55 років) майже на 101 % ($p<0,05$) порівняно з вихідними даними. Однак показники обсягу тренувальної роботи, зафіксовані у представників групи жінок першого періоду зрілого віку, також демонструють зростання, але на 20 % нижчі, порівняно з опонентами.

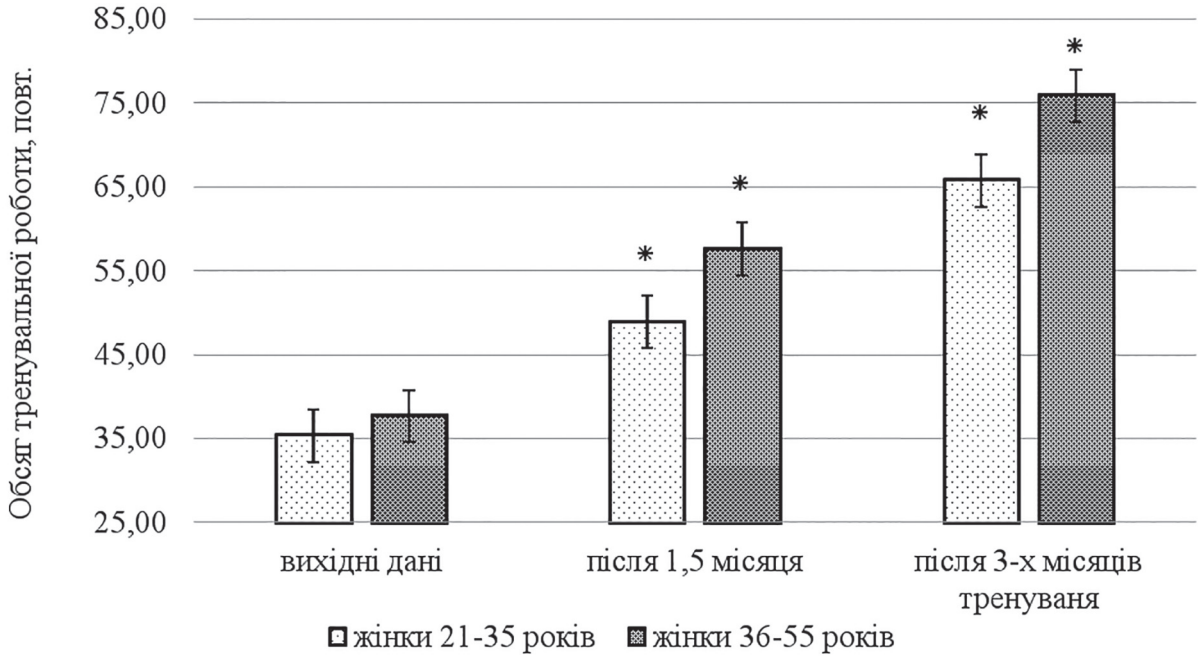


Рис. 1. Зміна обсягу тренувальної роботи (серія з 4 сетів) під час виконання вправи «Піднімання ніг лежачи з опорою на ліктях» у жінок різних вікових груп, n=51: * – $p<0,05$, порівняно з попередніми показниками

Таким чином, отримані результати вказують на те, що використання в процесі занять фітнесом цієї моделі тренувальних занять більш позитивно впливає на розвиток силових можливостей організму саме жінок другого періоду зрілого віку та свідчить про їх адаптаційний потенціал.

Під час оцінювання результатів зростання показників обсягу тренувальної роботи, величина якого залежить від рівня силових можливостей певних м'язових груп та фізичного розвитку організму людини загалом, виникають спірні питання про ефективність впливу запропонованої авторської моделі тренувань на показники складу тіла обстеженого контингенту.

Досліджуючи характер змін показників біоімпедансометрії в обстежених групах жінок, було отримано результати, які відрізнялися не лише за рівнем динаміки, але й її напрямом (рис. 2–3).

Аналіз результатів щодо визначення особливостей змін показників складу тіла в жінок обох дослідних груп в умовах занять силовим фітнесом з використанням методу біоімпедансометрії свідчить про зниження жирової маси тіла (%) впродовж усіх трьох місяців експерименту (рис. 2).

Так, у групі жінок віком 21–35 років показник жирової маси тіла в умовах систематичних занять фітнесом знижується упродовж експерименту на 7,9 % ($p<0,05$) порівняно з вихідними даними. При цьому в групі осіб віком 36–55 років контрольований показник також демонструє зниження, але лише на 4,3 % ($p<0,05$) за той самий період часу.

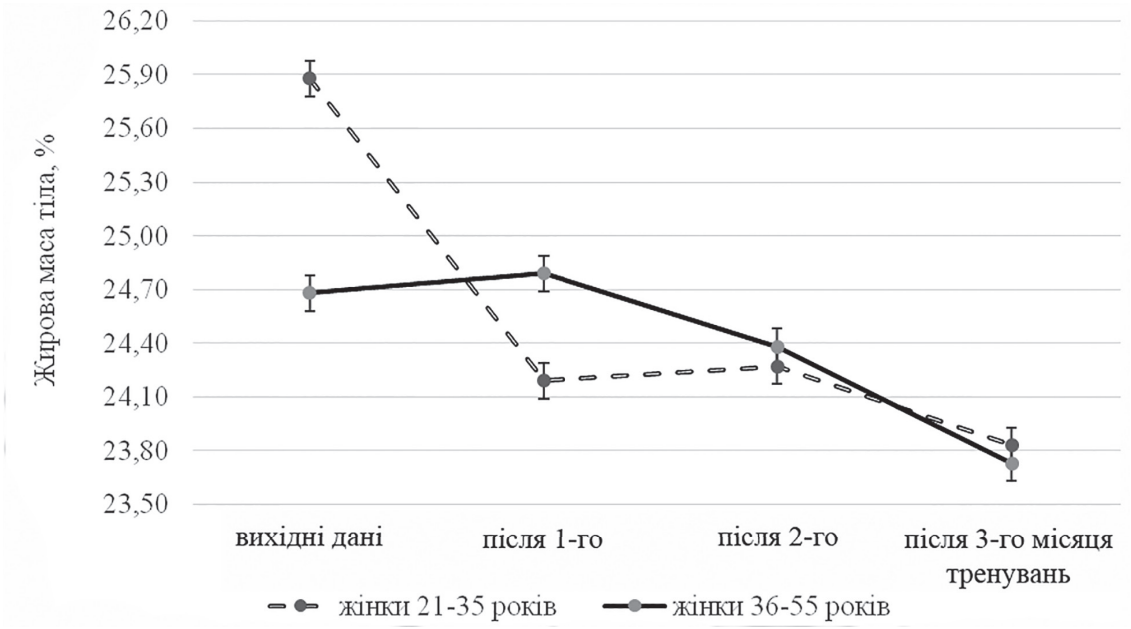


Рис. 2. Зміна жирової маси (ЖМ,%) у жінок різних вікових груп в умовах занять силовим фітнесом упродовж 3-х місяців, n=51

На рис. 3 графічно відображено кількісні показники активної клітинної маси (АКМ,%) тіла, встановлені у представників усіх досліджуваних груп упродовж тримісячного контролю. Згідно з отриманими результатами, на початку досліджень (первинні дані) у представників обох груп, незалежно від вікової групи, досліджувані показники демонструють практично ідентичні параметри.

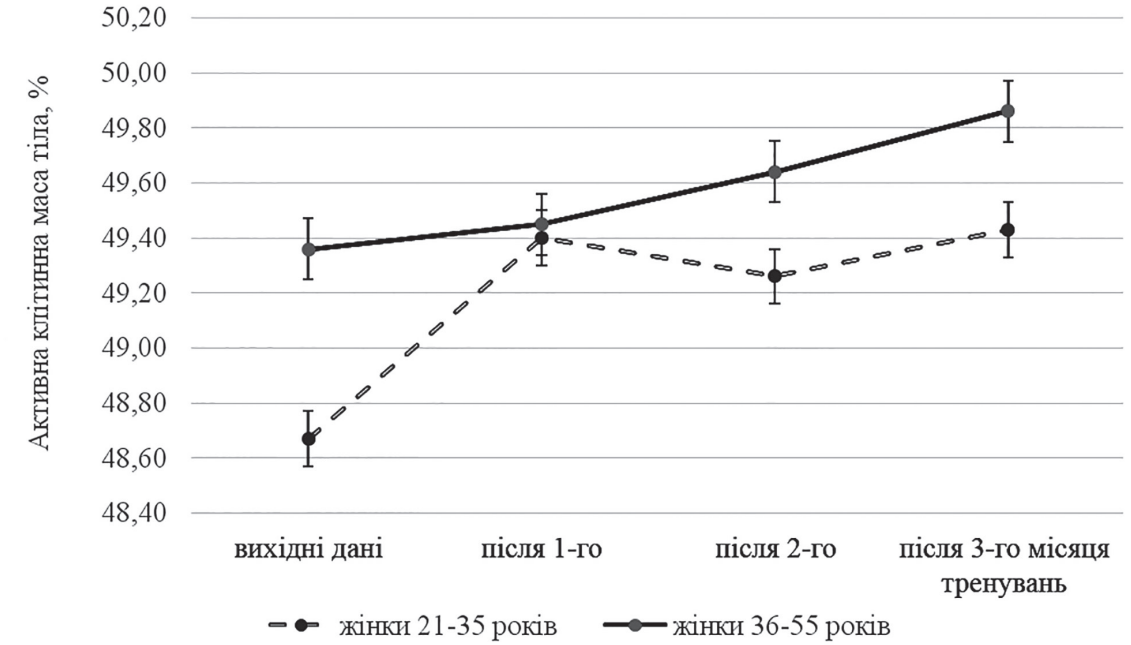


Рис. 3. Зміна активної клітинної маси тіла (АКМ,%) у жінок різних вікових груп в умовах занять силовим фітнесом упродовж 3-х місяців, n=51

Аналіз результатів дослідження свідчить про те, що після трьох місяців систематичних занять силовим фітнесом в умовах використання заданої моделі тренування виявлено, що в групі жінок другого періоду зрілого віку контрольований показник (АКМ) демонструє тенденцію до зростання, але з мінімальною динамікою в межах від 0,1 ($p>0,05$) до 0,5% ($p>0,05$). Одночасно в представників іншої групи виявлено тенденцію як до підвищення, так і до зниження досліджуваного показника, але вони не достовірні.

Таким чином, на основі аналізу результатів динаміки величини обсягу тренувальної роботи та даних біоімпедансометрії можна стверджувати, що запропонована авторська модель тренувальних занять з використанням експериментальних фізичних вправ і методик, характерних для силового фітнесу, підвищує результативність саме в групі жінок віком від 21 до 35 років порівняно з контингентом іншого вікового періоду, які брали участь у дослідженнях.

Водночас відомо, що не завжди короткочасні позитивні зміни в організмі людей різного віку та статі, які проявляються завдяки підвищенню силових можливостей та поліпшенню показників антропометрії та біоімпедансометрії, дійсно відображають зростання адаптаційних можливостей і поліпшення роботи функціональних систем [8, 9]. Можливо, ці короткочасні (не більше ніж три місяці) прояви підвищення результативності відбуваються завдяки компенсаторним реакціям організму на фізичний подразник і за умови подальшого використання запропонованих показників обсягу та інтенсивності навантаження відбуватимуться процеси дезадаптації, а не адаптації [6, 7].

Таким чином, проблема пошуку інформативних критеріїв оцінювання відповідності силових навантажень в умовах занять фітнесом, можливостям людей різного віку та статі не лише за зовнішніми морфометричними параметрами, але й за застосуванням, можливо, біохімічних методів діагностики, які дадуть змогу більш чітко визначати ступінь адаптаційних чи компенсаторних реакцій організму на той чи інший фізичний подразник, є досить актуальною та потребує проведення комплексних досліджень.

На рис. 4–5 представлено результати дослідження особливостей зміни концентрації фосфору в сироватці крові жінок обох вікових груп в умовах занять силовим фітнесом упродовж трьох місяців з використанням запропонованої авторської експериментальної моделі тренувань.

Аналіз результатів, установлених на початку дослідження, свідчить про те, що після силового тренування концентрація фосфору в сироватці крові групи жінок першого періоду зрілого віку майже не змінюється порівняно зі станом спокою (рис. 4). Відповідну тенденцію ми спостерігали і після трьох місяців інтенсивних занять силовим фітнесом, незважаючи на те, що показники силових можливостей їх організму та складу тіла демонструють зростання результативності (рис. 1–3). При цьому аналіз результатів досліджень, представлених у науковій літературі [1, 2], свідчить про те, що цей біохімічний показник повинен зростати відповідно до фізичних навантажень, що зумовлено розпадом фосфорних зв'язків та зменшенням швидкості ресинтезу АТФ.

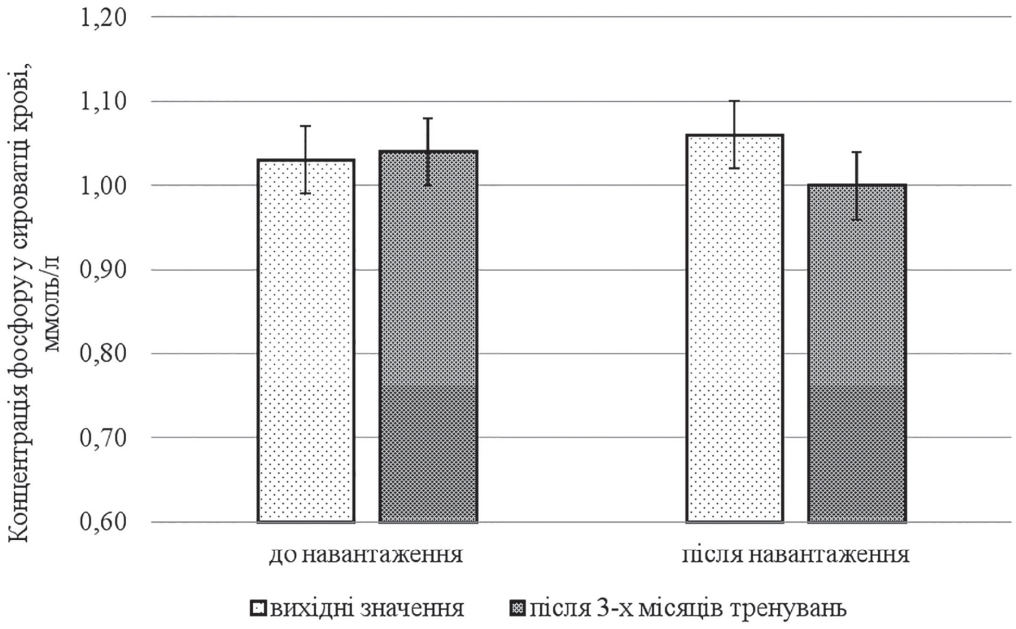


Рис. 4. Зміна концентрації фосфору в сироватці крові в групі жінок 21–35 років в умовах занять силовим фітнесом упродовж 3-х місяців, n=25

Своєю чергою, аналізуючи результати досліджень, установлені в групі жінок другого періоду (36–55 років) зрілого віку в заданих умовах м'язової діяльності, було виявлено, що контрольований біохімічний показник крові демонструє зовсім протилежні зміни як базального рівня, так і відповідно до силових навантажень на всіх етапах експерименту, порівняно з даними, зафіксованими у представників групи жінок віком 21–35 років, незважаючи на те, що учасники обох груп застосовували в процесі занять фітнесом ідентичну модель тренувань. При цьому показники концентрації фосфору в сироватці крові осіб другого періоду зрілого віку демонструють зниження на 7,5 % ($p<0,05$) порівняно зі станом спокою (рис. 5) на початку експериментальних досліджень.

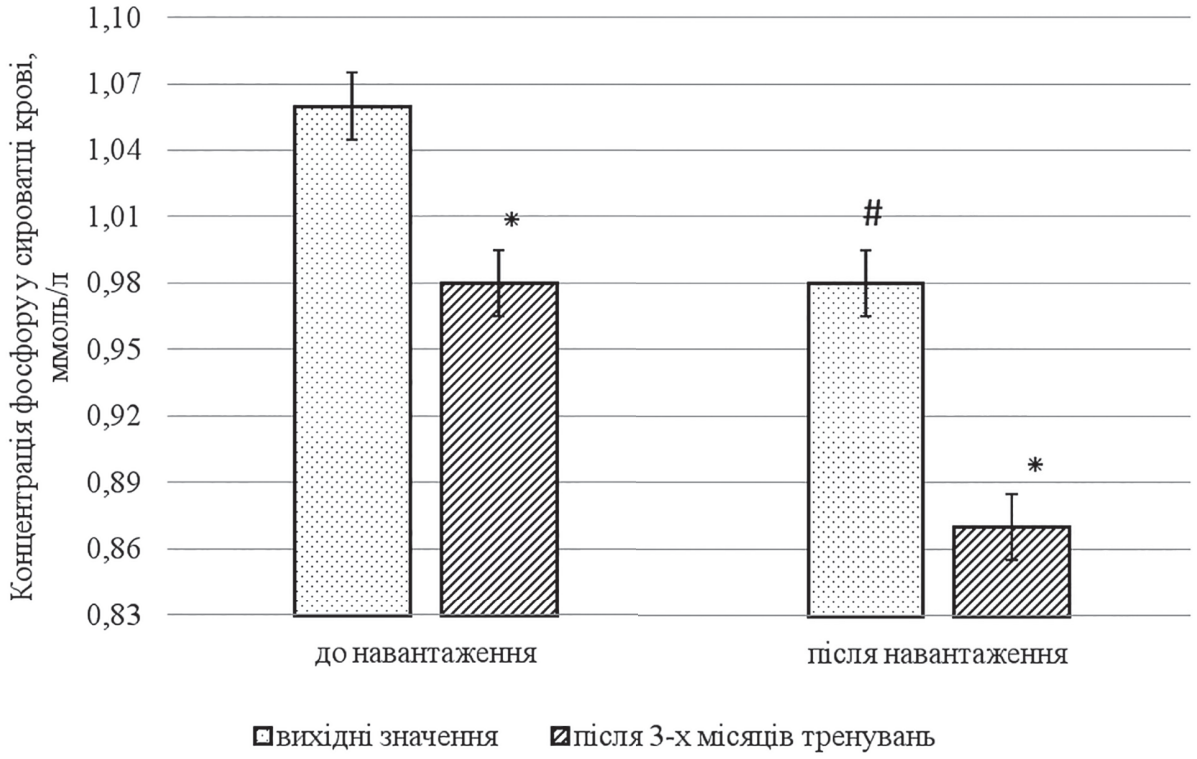


Рис. 5. Зміна концентрації фосфору в сироватці крові в групі жінок 36–55 років в умовах занять силовим фітнесом упродовж 3-х місяців, n=26:
*** – p<0,05, порівняно з показниками до навантаження;**
 # – p <0,05, порівняно з результатами, установленими на початку дослідження

Своєю чергою після трьох місяців систематичних занять силовим фітнесом показник концентрації фосфору в сироватці крові в групі жінок 36–55 років також демонструє зниження у відповідь на фізичний подразник на 11,2 % ($p<0,05$) порівняно зі станом спокою. Цей факт, на нашу думку, свідчить про те, що зниження цього біохімічного показника крові після тренувального навантаження силового характеру, можливо, відбувається завдяки механізмам окисного фосфорилювання. Ми припускаємо, що відбувається активний процес фосфорилювання, що свідчить про суттєву адаптацію організму обстеженого контингенту до таких фізичних навантажень завдяки переходу на більш економний режим енергозабезпечення.

Висновки:

1. Використання в процесі занять фітнесом експериментальної моделі тренувальних занять більш позитивно впливає на розвиток силових можливостей організму власне жінок другого періоду зрілого віку (36–55 років) та свідчить про їх більш суттєвий адаптаційний потенціал порівняно з представниками молодшої вікової групи.

2. Ураховуючи результати динаміки та даних біоімпедансометрії, можна стверджувати, що запропонована авторська модель тренувальних занять з використанням експериментальних фізичних вправ та методик, характерних для силового фітнесу, підвищує резуль-

тативність власне в групі жінок віком від 21 до 35 років порівняно з контингентом іншого вікового періоду, які брали участь у дослідженнях.

3. Виявлено, що показник концентрації фосфору в сироватці крові, досліджений у групі жінок другого періоду (36–55 років) зрілого віку в заданих умовах м'язової діяльності, демонструє зовсім протилежні зміни як базального рівня, так і у відповідь на силові навантаження на всіх етапах експерименту, порівняно з даними, зафіксованими у представників групи жінок віком 21–35 років, незважаючи на те, що учасники обох груп застосовували в процесі занять фітнесом ідентичну модель тренувань.

Перспективи подальших досліджень. Сучасні вимоги потребують використання більш інформативних комплексних методів діагностики визначення адаптаційних змін в організмі людей різного віку та статі в умовах інтенсивної м'язової діяльності різного характеру та спрямованості. Застосування комплексних біохімічних методів діагностики адаптаційних змін в організмі юнаків під час дослідження впливу навантажень анаеробного характеру та силової спрямованості дають змогу більш чітко констатувати ефективність тієї чи іншої моделі м'язової діяльності, проведення додаткових комплексних досліджень дозволять глибше вивчити цю проблему.

Список літератури

1. Иорданская Ф. А. Минеральный обмен в системе мониторинга функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов / Ф. А. Иорданская, С. Н. Португалов, Н. К. Цепкова. – Москва : Советский спорт, 2014. – 96 с.

2. Иорданская Ф. А. Диагностическое и прогностическое значение микроэлементов крови в мониторинге функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов / Иорданская Ф. А., Цепкова Н. К., Кряжева С. В. – Москва : Скайпринт, 2013. – 112 с.

3. Ермолаева Е. Н. Индикаторы повреждения при физических нагрузках различной интенсивности / Ермолаева Е. Н., Кривохижина Л. В. // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1–9. – С. 1815–1821.

4. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессорным и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. – Москва: Медицина, 1988. – С. 19–35.

5. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / Платонов В. Н. – Київ : Олимпийская литература, 2004. – 808 с.

6. Лопатина А. Б. Теоретические аспекты изменения биохимических показателей крови организма спортсменов как показатель адаптационных процессов / Лопатина А. Б. // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2014. – № 2(31). – С. 117–122.

7. Чернозуб А. А. Особливості адаптаційних реакцій чоловіків в умовах силових навантажень / А. А. Чернозуб // Фізіологічний журнал. – 2015. – Т. 61, № 5. – С. 99–107.

8. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions / K. Goto, N. Ishii, T. Kizuka, R. R. Kraemer // Eur J Appl Physiol. – 2009. – Vol. 106, N 5. – P. 731–739.

9. Kraemer R. R. Endocrine alterations from concentric vs. eccentric muscle actions: a brief review / R. R. Kraemer, V. D. Castracane // Metabolism. – 2015. – № 64 (2). – P. 190–201.

10. Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training / J. Martín-Hernández, P. J. Marín, H. Menéndez, C. Ferrero, J. P. Loenneke, A. J. Herrero // Scand J Med Sci Sports. – 2013. – № 23 (2). – P. 114–120.

11. Modeling the responses to resistance training in an animal experiment study / A. G. Philippe, G. Py, F. B. Favier, A. M. Sanchez, A. Bonnieu, T. Busso, R. Candau // Biomed Res Int. – 2015. – P. 914–960.

12. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring / D. J. Plews, P. B. Laursen, J. Stanley, A. E. Kilding, M. Buchheit // Sports Med. – 2013. – № 43 (9). – P. 773–781.

13. Effect of androgenic-anabolic steroids and heavy strength training on patellar tendon morphological and mechanical properties / O. R. Seynnes, S. Kamandulis, R. Kairaitis, C. Helland, E. L. Campbell, M. Brazaitis, A. Skurvydas, M. V. Narici // Journal of Applied Physiology. – 2013. – № 115 (1). – P. 84–89.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ФОСФОРА В КРОВИ ЖЕНЩИН ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПЕРИОДА ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА ПРИ ЗАНЯТИЯХ СИЛОВЫМ ФИТНЕСОМ

Анна ТИТОВА, Андрей ЧЕРНОЗУБ, Олег ДУБАЧИНСЬКИЙ, Иван ЧАБАН

Черноморский национальный университет имени Петра Могилы, г. Николаев, Украина, e-mail: chernozub@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по определению информативных критериев оценки эффективности и безопасности воздействия интенсивных силовых нагрузок на организм женщин зрелого возраста в условиях занятий фитнесом. В исследованиях принимали участие женщины зрелого возраста, из контингента которых были сформированы две исследовательские группы. В результате проведенных исследований установлено, что, несмотря на существенный рост параметров объема тренировочной работы, у представителей обеих групп в течение трех месяцев занятий силовым фитнесом почти на 100 % ($p < 0,05$), по сравнению с исходными данными, биохимические показатели концентрации фосфора в сыворотке крови у обследованного контингента демонстрируют разнонаправленную динамику в ответ на физический раздражитель среди лиц исследовательских групп. *Результаты исследования* указывают на то, что именно у женщин второго периода зрелого возраста (36–55 лет) происходит снижение концентрации фосфора в сыворотке крови в ответ на острую силовую нагрузку как в начале (на 7,5 % ($p < 0,05$), так и после трех месяцев тренировок (на 11,2 % ($p < 0,05$), что свидетельствует об адаптации организма к заданным нагрузкам за счет перехода на более экономный режим энергообеспечения. В то же время результаты, выявленные в группе женщин в возрасте 21–35 лет, показывают, что контролируемые биохимические показатели почти не реагируют на физический раздражитель в течение заданного периода исследований, несмотря на довольно заметные изменения показателей состава тела среди представителей обеих групп, что указывает на эффективность тренировочного процесса.

Ключевые слова: концентрация фосфора, адаптационные изменения, женщины зрелого возраста, силовой фитнес, нагрузки.

PECULIARITIES OF CHANGING THE CONCENTRATION OF PHOSPHORUS IN BLOOD OF WOMEN OF THE FIRST AND SECOND PERIOD OF MATURE AGE IN THE CONDITIONS OF POWER FITNESS CLASSES

Anna TITOVA, Andriy CHERNOZUB, Oleg DUBACHINSKY, Ivan CHABAN

Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine,
e-mail: chernozub@gmail.com

Abstract. The article presents the results of research on the definition of informative criteria for assessing the effectiveness and safety of the intense power loads impact on the body of mature women in conditions of fitness classes. Adult women were involved in the study; they formed two research groups. As a result of the conducted researches it was established that in spite of the considerable growth in the parameters of the training volume for representatives of both groups during almost three months of power fitness exercise by 100% ($p < 0.05$) in comparison with the initial data, biochemical parameters of phosphorus concentration in blood serum in the surveyed contingent demonstrate a multidirectional dynamics in response to a physical stimulus among persons of research groups. *The results of the study* indicate that it is in women of the second mature period (aged 36–55) that the concentration of phosphorus in the blood serum decreases in response to intense power loads, as at the beginning (by 7.5% ($p < 0.05$) and after three months of training (by 11.2% ($p < 0.05$), which indicates the adaptation of the organism to specified loads, due to the transition to a more economical mode of energy supply, while the results were revealed in the group of women aged 21–35 years show that controlled biochemical indicators hardly react on physical irritant during a given study period, despite the rather noticeable changes in body composition parameters in both groups, indicating on the efficiency of the training process.

Keywords: concentration of phosphorus, adaptive changes, women of mature age, power fitness, load.

References

1. Iordanskaja F.A., Portugalov S.N., Cepkova N.K. Mineral'nyj obmen v sisteme monitoringa funkcional'noj podgotovlennosti vysokokvalificirovannyh sportsmenov [Mineral exchange in the system of monitoring the functional readiness of highly qualified athletes]. Moskva: Sovetskij sport, 2014. 96 s. (*in Russian*)

2. Iordanskaja F.A., Cepkova N.K., Krjazheva S.V. Diagnosticheskoe i prognosticheskoe znachenie mikrojelementov krovi v monitoringe funkcional'noj podgotovlennosti vysokokvalificirovannyh sportsmenov [Diagnostic and prognostic value of microelements of blood in monitoring the functional preparedness of highly qualified athletes]. Moskva: Skajprint, 2013. 112 s. (*in Russian*)

3. Ermolaeva E.N., Krivohizhina L.V. Indikatory povrezhdenija pri fizicheskih nagruzkah razlichnoj intensivnosti [Indicators of damage at physical loads of different intensity] // Fundamental'nye issledovanija. 2015. № 1–9. S. 1815–1821. (*in Russian*)

4. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. Adaptacija k stressornym i fizicheskim nagruzkam [Adaptation to stress and physical loads]. Moskva: Medicina, 1988. S. 19–35. (*in Russian*)

5. Platonov V.N. Sistema podgotovki sportsmenov v olimpijskom sporte. Obshhaja teorija i ee prakticheskie prilozhenija [The system of training athletes in the Olympic sport. General theory and its practical applications]. Kiev: Olimpijskaja literatura, 2004. 808 s. (*in Russian*)

6. Lopatina A. B. Teoreticheskie aspekty izmenenija biohimicheskih pokazatelej krovi organizma sportsmenov kak pokazatel' adaptacionnyh processov [Theoretical aspects of changing biochemical indicators of the body's blood of athletes as an indicator of adaptation processes] // Pedagogiko-psihologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoj kul'tury i sporta. 2014. № 2(31). S.117–122. (*in Russian*)

7. Chernozub A. A. Osoblyvosti adaptatsiinykh reaktsii cholovikiv v umovakh sylovykh navantazhen [Especially the adaptive reactions of the choloviks in the power of the forces of gravity] // Fiziolohichnyi zhurnal. 2015. T. 61, № 5. S. 99–107. (*in Ukrainian*)

8. Goto K., Ishii N., Kizuka T., Kraemer R. R. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions // Eur J Appl Physiol. 2009. Vol. 106, N 5. P. 731–739.

9. Kraemer R. R., Castracane V. D. Endocrine alterations from concentric vs. eccentric muscle actions: a brief review // Metabolism. 2015. № 64 (2). P. 190–201.

10. Martín-Hernández J., Marín P. J., Menéndez H., Ferrero C., Loenneke J. P., Herrero A. J. Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training // Scand J Med Sci Sports. 2013. № 23 (2). P. 114–120.

11. Philippe A. G., Py G., Favier F. B., Sanchez A. M., Bonnieu A., Busso T., Candau R. Modeling the responses to resistance training in an animal experiment study // Biomed Res Int. 2015. P. 914–960.

12. Plews D. J., Laursen P. B., Stanley J., Kilding A. E., Buchheit M. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring // Sports Med. 2013. № 43 (9). P. 773–781.

13. Seynnes O. R., Kamandulis S., Kairaitis R., Helland C., Campbell E. L., Brazaitis M., Skurvydas A., Narici M. V. Effect of androgenic-anabolic steroids and heavy strength training on patellar tendon morphological and mechanical properties // Journal of Applied Physiology. 2013. № 115 (1). P. 84–89.

Стаття надійшла до редколегії 15.08.2017
Прийнята до друку 22.09.2017
Підписана до друку 29.09.2017