

© Чернозуб А.А.

УДК 612.616.31: 577.175.5:796.015.62

Чернозуб А.А.

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В УМОВАХ СИЛОВОГО ФІТНЕСУ

Чорноморський державний університет ім. П. Могили (м. Николаїв)

chernozub@gmail.com

Дана робота є фрагментом НДР «Захисно-приспосовувальні і компенсаторні реакції організму людини в процесі силових навантажень в силових видах спорту», № держ. реєстрації 0112U005261.

Вступ. Закономірності і особливості адаптаційних реакцій є об'єктом пильної уваги у сфері прикладної реалізації фізичних можливостей людини в процесі рухової активності різної спрямованості [1, 3, 7, 10]. Так, характер змін морфо-функціональних показників організму людини в загальному плані є відображенням адаптаційного потенціалу організму на адекватний подразник, яким служить навантаження. Тому, цілком закономірно, що найбільшу актуальність питання функціонування адаптаційних механізмів мають в спорті вищих досягнень [2, 5, 8]. Одночасно, вирішення цих питань при розробці моделей м'язової активності для нетренованого контингенту, є одним з пріоритетних завдань, які дозволяють мінімізувати ризик розвитку патологічного і компенсаторного процесів в умовах напруженої м'язової діяльності.

В той же час, вкрай проблемним лишається питання щодо загальної та детальної оцінки рівня фізичних навантажень, яким піддається організм людини в процесі занять фізичною культурою та спортом [4, 5, 10]. Особливу актуальність це питання має місце саме в оздоровчих видах рухової активності, якими займається значна кількість людей різного віку та статі [3, 4, 6, 7].

Гострота питання зумовлена, в першу чергу, проблемою встановлення безпечних меж рівня фізичних навантажень адекватних можливостям організму, особливо нетренованого контингенту. Відсутність такої адекватності загрожує виникненням патологічних, часом незворотних процесів в організмі, що часто має місце за умов несталої рівня метаболізму.

Метою даної роботи є вивчення алгоритму визначення безпечних параметрів фізичних навантажень в умовах силового фітнесу із урахуванням адаптаційно-компенсаторних реакцій організму людини.

Об'єкт і методи дослідження. В якості первинного об'єкту досліджень було обрано групу тренуваних осіб, які протягом останніх трьох років займались силовим фітнесом. В цій групі було 20 тренуваних юнаків віком 20-21 років, які мали достатній рівень адаптації до силових навантажень застосованих в умовах стандартного режиму тренувальної роботи. Тож вірогідно, що при цих заняттях їм не загрозувало перенапруження та пов'язані з ними патологічні стани, які цілком можливі при використанні розрахункових навантажень на нетренованому контингенті.

Для оцінки первинного рівня розвитку сили м'язів обстеженого контингенту та визначення особливостей динаміки параметрів даних контрольних показників, в процесі тривалих занять силовим фітнесом, використовували метод контрольного тестування [5].

Для оцінки процесів вегетативної регуляції серцево-судинної системи та стану адаптаційних механізмів в умовах напруженої м'язової діяльності використовували методи аналізу варіабельності серцевого ритму (BCP), які засновані на отриманні кількісних характеристик коливань RR-інтервалів між послідовними серцевими скороченнями [1, 2].

Для вирішення проблеми об'єктивної, диференційної оцінки впливу певного рівня фізичних навантажень на організм людини, умовах м'язового напруження, використовували серію біохімічних методик, направлених на вивчення особливостей зміни концентрації ферменту лактатдегідрогенази та стероїдних гормонів (кортизолу та тестостерону) в сироватці крові в процесі тривалих занять силовим фітнесом. Концентрацію лактатдегідрогенази (ЛДГ) у сироватці крові визначали кінетичним методом на обладнанні фірми «High Technology Inc» (США). Рівень стероїдних гормонів у сироватці крові визначили методом імуноферментного аналізу в умовах сертифікованої медичної лабораторії «Valeo», м. Миколаєва. Кров брали у всіх досліджуваних з вени до та після тренувального заняття.

Математичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою програмного забезпечення IBM SPSS Statistics 20 з використанням загальноприйнятих методів, щодо статистичних узагальнень даних біологічного характеру. Показники варіабельності серцевого ритму (BCP) обчислювали за допомогою програми Kubios HRV.

Результати досліджень та їх обговорення. У практиці силового фітнесу та інших силових видів спорту для пошуку та визначення стартових і робочих навантажень застосовують ряд методик, які, в цілому, носять розрахунковий характер. Всі вони базовані виключно на загальних закономірностях відношення робочої та максимальної маси снаряду за один його підйом. Отримані таким чином показники не підкріплені реальними доказами їх безпечності, тож їх застосування несе певний ризик, особливо для нетренованого контингенту. Така ситуація практично унеможливує безпеку учасників оздоровчих тренувань від перенавантажень, що викликало необхідність виконання серії експериментальних досліджень, поєднаних логістичним та методичним взаємозв'язком (**рис.**).

СПОРТИВНА МЕДИЦИНА

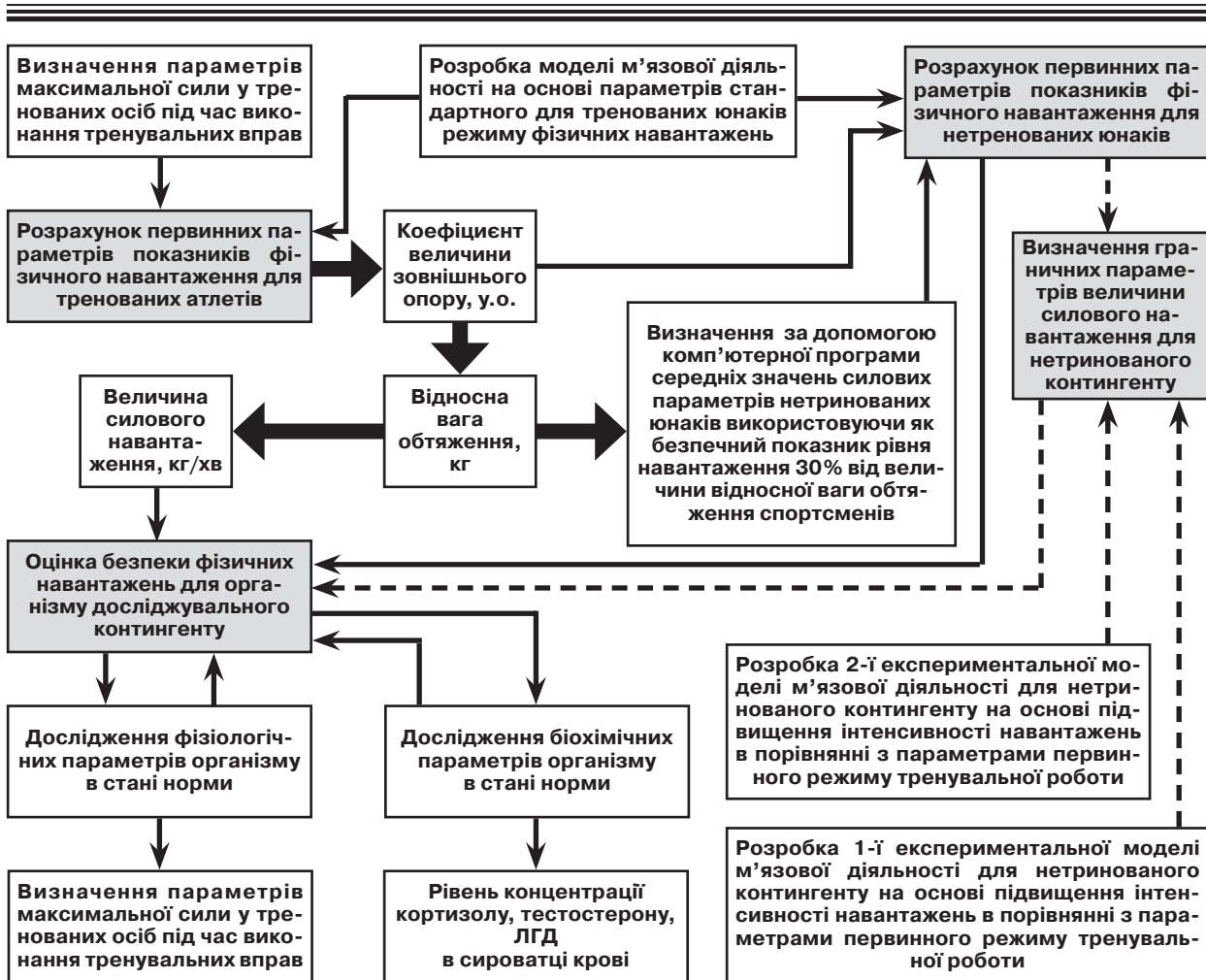


Рис. Схема визначення безпечних та граничних параметрів величини силового навантаження.

Ключовою умовою результативності подібних досліджень є їх відповідність такій системній побудові: кількісна оцінка фізичного навантаження – кількісні показники варіабельності серцевого ритму – кількісні показники рівня ключових гормонів – кількісний показник ферменту ЛДГ. Тобто, для оцінки обсягів тренувальних навантажень потрібні їх кількісні орієнтири, виражені в певних одиницях.

В **табл. 1** представлені середньогрупові показники максимальних меж (разових) розвитку сили м'язів тренуваних осіб під час виконання контрольних вправ, які використовували під час разового тренувального заняття. Перелічені вправи надалі використовували в якості стандартної тестової бази, а рівні силової потужності – при відповідних порівняльних дослідженнях. Середньогрупові кількісні показники фізичного навантаження, яке реалізували учасники досліджуваної групи в процесі тренувального заняття, відображені в **табл. 2**.

Отримані результати досліджень, які наведені в **табл. 2**., в практиці силового фітнесу практично є першими, достовірно встановленими кількісними показниками цілісного обсягу фізичного навантаження, яке реалізоване м'язовими напруженнями організму в процесі тренувального заняття. Ці показники цілком можна відтворити за будь-яких умовах з різним кон-

тингентом – підготовленим, мало підготовленим, не-підготовленим, а також планувати різні схеми тренувального процесу.

Головне значення отриманих результатів полягає в одержанні первинних кількісних даних щодо конкретних обсягів фізичних навантажень, які мають не відносну градацію (слабкі, середні, потужні, сильні), а чіткі кількісні параметри, виражені у відповідних одиницях виміру. Це дозволяє перейти до системних досліджень в області спортивної фізіології та патології м'язового напруження на основі кількісного обліку даних, що і було одним із завдань даної роботи.

Першу дослідну групу, у якій в процесі тренувального заняття були встановлені індивідуальні показники реалізованих фізичних навантажень (перше завдання), одночасно піддавали і контролю з метою встановлення декількох сигнальних параметрів функціонування організму, придатних для оцінки безпечності реалізованих м'язових напружень. Вказаний контроль щодо учасників дослідної групи складався з двох етапів – перший передбачав встановлення комплексу показників до навантаження (у стані спокою), другий – у них же, безпосередньо після виконання тренувального заняття. По суті показники другого етапу давали можливість виявити та оцінити структуру і обсяги окремих компенсаторних реакцій на м'язове напруження.

Дослідження такого плану вимагають комплексного контролю та переважної наявності «прямих» показників, як найбільш інформативних, тож в якості останніх були обрані: параметри автономної регуляції ритму серця та його спектрального аналізу; параметри перебігу біохімічних процесів в організмі зокрема концентрації тестостерону, кортизолу та лактатдегідрогенази в сироватці крові.

Всі ці показники дозволяють оперативню оцінювати межі фізіологічних та патологічних процесів при реакціях систем організму у стані м'язових навантажень. Отримані результати контролів були статистично узагальнені та відображені в **табл. 3. і 4.**

Цінність результатів контролю показників ВСР в учасників виконаного дослідження, зумовлена тим, що вони зафіксовані в стані спокою та після навантажень під час тренувального заняття. Це дає змогу встановити закономірності в системі координат «обсяг фізичного навантаження» – «показники м'язового напруження» – «показники ВСР».

Так, реалізація фізичних навантажень у тренуваних юнаків супроводжується закономірним зростанням частоти скорочень серця при паралельному зменшенні середньої тривалості RR-інтервалів у порівнянні з станом спокою. Дана обставина свідчить про зростання ступеню напруги системи вегетативної регуляції ритму серця та загального посилення симпатичної регуляції, яка пригнічує активність автономного контуру.

Одночасно, у відповідь на силове навантаження, спостерігаємо суттєве збільшення показника вегетативного балансу (LF/HF), що також свідчить про зростання напруженості вегетативної регуляції ритму серця за рахунок ослаблення парасимпатичного тону.

Таким чином, у тренуваного контингенту заняття з силового фітнесу супроводжується значним переважання активності центрального контуру регуляції ритму серця, за рахунок активності нейрогуморального та метаболічного факторів.

Паралельно з проведенням першого етапу досліджень, відображених в попередньому матеріалі, були виконані також і контролі за станом організму з використанням біохімічних показників. Результати досліджень щодо встановлення біохімічних показників організму тренуваних осіб дослідженої групи в умовах стандартного режиму навантажень, наведені в **табл. 4.**

Результати дослідження (**табл. 4**) достовірно свідчать про безпечність реалізованих учасниками дослідження тренувальних обсягів фізичних навантажень та їх адекватність можливостям організму. Концентрація в сироватці крові досліджуваних гормонів та ЛДГ в стані фізичного спокою та після проведення тренувального заняття не виходять за межі норми.

Таблиця 1

Перелік контрольних вправ та їх реалізація тренуваним контингентом під час виконання тренувальних вправ у стандартному режимі фізичних навантажень (M±m, n=20)

Контрольні вправи	Максимальні параметри розвитку м'язової сили досліджуваного контингенту під час виконання контрольних вправ, кг/1 раз
Жим лежачи на блоці від грудної клітки на горизонтальній лавці, кг	102,50±2,40
Тяга на блоці за голову, кг	89,15±0,75
Жим ногами на блоці, кг	215,00±4,32
Згинання рук з гантелями стоячи «молотки», кг	39,70±0,46

Таблиця 2

Комплекс показників фізичного навантаження разового тренувального заняття (M±m, n=20)

Показник	Середньо-групові показники фізичного навантаження
Коефіцієнт зовнішнього опору (Ra), у. о.	0,64±0,02
Відносна вага обтяження (Wa), кг	71,40±1,24
Індекс тренувального навантаження (ITNA), у. о.	0,71±0,02
Величина силового навантаження (Wn), кг/хв	865,00±18,34

Таблиця 3

Показники варіабельності серцевого ритму тренуваних осіб в умовах стандартного режиму фізичних навантажень, Me (25; 75), n=20

Показник	Етапи контролю	
	До навантаження (стан спокою)	Після фізичного навантаження
Частота серцевих скорочень, уд/хв, (Mean HR)	79,45 (79,42; 91,21)	121,01* (120,12; 136,05)
Середня тривалість RR-інтервалів, мс (Mean RR)	761,00 (658,90; 761,22)	502,30* (445,40; 503,50)
Стандарт відхилення RR-інтервалів, мс (SDNN)	61,80 (51,82; 62,30)	54,70 (45,00; 55,20)
Наднизькочастотний спектр, % (VLF)	54,50 (49,05; 54,70)	91,60* (91,50; 98,07)
Низькочастотний спектр, % (LF)	34,20 (34,00; 41,12)	6,80* (1,67; 6,90)
Високочастотний спектр, % (HF)	11,30 (9,90; 11,37)	1,60* (0,25; 1,80)
Вегетативний баланс (LF/HF), мс ²	3,01 (2,99; 4,18)	4,11* (4,00; 6,11)

Примітка: *-p<0,05, в порівнянні зі станом спокою.

**Біохімічні показники крові
у тренуваних осіб
в умовах стандартного режиму
фізичних навантажень (M±m, n=20)**

Показники	До навантаження	Після навантаження
Кортизол, нмоль/л	255,45±4,17	303,39±8,65*
Тестостерон, нмоль/л	9,49±0,24	11,40±0,16*
ЛДГ, од/л	353,40±9,49	338,20±3,66

Примітка: * – p<0,05, в порівнянні зі станом спокою (до навантаження).

В індивідуальному розрізі даних контрольні показники у межах групи демонструють певну амплітуду (від 4,4% (P>0,05) до 20,1% (P<0,05)) відхилення від середньогрупового рівня, як у стані фізичного спокою, так і після навантаження, але в жодному разі не виходили за критичні межі норми.

Отримані результати контрольних досліджень (табл. 3-4) свідчать про наявність перебудови в системі кількісних показників оцінки фізичного навантаження, варіабельності серцевого ритму, концентрації ключових гормонів та показника ЛДГ в сироватці крові досліджуваних юнаків. Це дозволяє чітко оцінювати безпечні межі як окремих показників фізичного навантаження, так і режимів тренувань в цілому, а також контролювати адаптаційно-компенсаторні реакції в організмі юнаків з різним рівнем тренуваності в процесі занять силовим фітнесом.

Висновки.

Найбільш важливим моментом даного дослідження є встановлення первинних, достовірно безпечних показників зовнішнього навантаження, адекватність яких компенсаторному потенціалу організму підтверджена комплексом прямих показників. Вказані показники придатні для орієнтовних та порівняльних оцінок стану організму юнаків на будь яких етапах тренувального процесу та поза ним.

Встановлені параметри показників варіабельності серцевого ритму, концентрації кортизолу, тестостерону та ЛДГ в сироватці крові можна використовувати в якості орієнтовно нормальних рівнів при порівняльних оцінках аналогічних функціональних станів: спокою та гострого м'язового напруження для фізично розвинених юнаків віком 20-21 років з певним рівнем попередньої тренувальної адаптації.

Перспективи подальших досліджень. Невизначеність та загальна відсутність даних щодо стану організму спортсменів в силових видах спорту та достовірної безпечності впливу на нього довготривалих

фізичних навантажень, звичайних для тренувального процесу в будь-якому виді спорту вивчено лише як супутнє іншим, що закономірно надає значно відмінні результати, які часто між собою не співпадають навіть у напрямку змін. Особливо складним є розуміння сутності та динаміки комплексних змін в організмі при регулярних м'язових навантаженнях, які при цьому, не відповідають загальним, для силових видів спорту, принципам реалізації, що є звичайним для спортивних занять з оздоровчою спрямованістю. В той же час, постає проблема відсутності чітких достовірних даних щодо термінів розвитку адаптаційних реакцій при конкретному комплексі навантажень у процесі занять силовим фітнесом з оздоровчою спрямованістю. Це питання актуальне у зв'язку із визначенням терміну досліджень, реалізація яких стикається з проблемою тривалості самого досліду та контролів за його перебігом. Вирішення цих питань, дасть можливість для наукового обґрунтування процесів планування, контролю, а найголовніше управління та оптимізацією довготривалим тренувальним процесом в силовому фітнесі та інших видах спорту.

Література

1. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. Методические рекомендации / Р.М. Баевский, Д.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин. – М., 2002. – 53 с.
2. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М. : Медицина. 1997. – 235 с.
3. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности. / Н.И Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун. – К. : Олимпийская литература, 2000. – 540 с.
4. Коробейников Г.В. Вариабельность ритма сердца как физиологический механизм адаптации к условиям напряженной мышечной деятельности / Г.В. Коробейников // Анализ вариабельности ритма сердца в клинической практике : материалы I Междунар. Науч. конф. – К., 2002. – С. 68-69.
5. Кремер У.Дж. Эндокринная система, спорт и двигательная активность / У.Дж. Кремер, А.Д. Рогол. – Киев : Олимпийская литература, 2008 – 600 с.
6. Меерсон Ф. Адаптация к стрессовым ситуациям к физическим нагрузкам / Ф. Меерсон, М. Пшенникова. – М. : Медицина, 1988. – 253 с.
7. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца как метод количественной оценки функционального состояния спортсменов / В.М. Михайлов, Н.В. Харламова, М.Э. Беликова // Медицина и спорт. – 2005. – № 1. – С. 19-21.
8. Пат. UA 76705 U, МПК А61В 5/22 (2006.01) Спосіб визначення індексу тренувального навантаження в атлетизмі / Чернотуб А.А. – № u201208376; Заяв. 07.07.2012; Публ. 10.01.2013, Бюл. №1. – 3 с.
9. Sgrt P. Testosterone responses to standardized short-term sub-maximal and maximal endurance exercises: issues on the dynamic adaptive role of the hypothalamic-pituitary-testicular axis / P. Sgrt, F. Romanelli, F. Felici [et al.] // Journal of Endocrinological Investigation. – 2014. – № 37 (1). – P. 13-24.
10. Tod D. Relationships among muscle dysmorphia characteristics, body image-quality of life, and coping in males / D. Tod, C. Edwards // Journal of Science and Medicine in Sport. – 2014. – Vol. 7. – P. 141-148
11. Wahl P. Acute metabolic, hormonal, and psychological responses to different endurance training protocols / P. Wahl, S. Mathes, K. Köhler [et al.] // Horm. Metab. Res. – 2013. – № 45 (11). – P. 827-833.

УДК 612.616.31: 577.175.5:796.015.62

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В УМОВАХ СИЛОВОГО ФІТНЕСУ

Чернозуб А.А.

Резюме. У роботі відображені результати досліджень щодо вивчення алгоритму визначення безпечних параметрів фізичних навантажень в умовах силового фітнесу із урахуванням адаптаційно-компенсаторних реакцій організму тренуваних юнаків віком 20-21 років. Таким чином, найбільш важливим моментом даного дослідження є встановлення первинних, достовірно безпечних показників фізичного навантаження, адекватності яких компенсаторному потенціалу організму підтверджена комплексом прямих показників. Вказані показники придатні для орієнтовних та порівняльних оцінок стану організму юнаків на будь-яких етапах тренувального процесу та його відсутності. Встановлені параметри показників варіабельності серцевого ритму, концентрації кортизолу, тестостерону та ЛДГ в сироватці крові можна використовувати в якості орієнтовно нормальних рівнів при порівняльних оцінках аналогічних функціональних станів в спокою та після гострого м'язового напруження.

Ключові слова: безпечні параметри силових навантажень, варіабельність серцевого ритму, концентрація гормонів в сироватці крові, силовий фітнес.

УДК 612.616.31: 577.175.5:796.015.62

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В УСЛОВИЯХ СИЛОВОГО ФИТНЕСА

Чернозуб А.А.

Резюме. В работе отражены результаты исследований по изучению алгоритма определения безопасных параметров физических нагрузок в условиях силового фитнеса с учетом адаптационно-компенсаторных реакций организма тренируемых юношей 20-21 лет. Таким образом, наиболее важным моментом данного исследования является установление первичных, достоверно безопасных показателей физической нагрузки, адекватность которых компенсаторному потенциалу организма подтверждена комплексом прямых показателей. Указанные показатели пригодны для ориентировочных и сравнительных оценок состояния организма юношей на любых этапах тренировочного процесса и его отсутствия. Установленные параметры показателей вариабельности сердечного ритма, концентрации кортизола, тестостерона и ЛДГ в сыворотке крови можно использовать в качестве ориентировочно нормальных уровней при сравнительных оценках аналогичных функциональных состояний в покое и после острого мышечного напряжения.

Ключевые слова: безопасные параметры силовых нагрузок, вариабельность сердечного ритма, концентрация гормонов в сыворотке крови, силовой фитнес.

UDC 612.616.31: 577.175.5:796.015.62

Algorithm for Safety Parameters of Physical Activity under Power Fitness

Chernozub A.A.

Abstract. One of the issues related to adaptation responses during physical activity, long is the determination of the parameters of safe physical activities adequate human capabilities in the directional (specialized) training. This problem arises sooner or later almost before every coach, sports doctor and its solution can save both the health athletes and prevent its deterioration among untrained persons. In practice, the power of fitness and other power sports to search for and identification of the starting and workloads used a number of techniques that, in general, are current in nature. The resulting figures are not real evidence reinforcing their safety, and their use is a risk, especially for untrained troops. This situation is almost impossible to improving the safety of participants in training overload that caused the execution of a series of experimental studies, combined logistics and methodical relationship. As the primary object of research was selected group of trained individuals who over the last three years engaged in power fitness. In this group, 20 were trained boys aged 20-21 years who have a sufficient level of adaptation to power loads applied in terms of the standard mode of training. To assess the autonomic regulation of the cardiovascular system and the state of adaptation mechanisms in conditions of intense muscle activity using methods of analysis of heart rate variability (HRV). To address the objective, the differential impact assessments a certain level of physical activity on the body, muscle tension conditions, using a series of biochemical methods aimed at studying the characteristics of changes in the concentration of the enzyme lactate dehydrogenase, and steroid hormones (cortisol and testosterone) in the blood during syrovottsni long power fitness classes. Mathematical processing of the results of research carried out by the software IBM SPSS Statistics 20 on the use of generally accepted methods of statistical data summaries biological nature. Heart rate variability (HRV) was calculated using Kubios HRV. During the research, the most important point is the initial installation, safe reliable indicators of physical activity, adequate compensatory capacity of the organism which confirmed a set of direct indicators. These indicators are suitable for rough and comparative assessments of young organism at any stage of the training process and his absence. Established parameters heart rate variability, the concentration of cortisol, testosterone and LDH in serum can be used as roughly normal levels in comparative assessments of similar functional states in rest and after acute muscle strain.

Keywords: safe power loads parameters, heart rate variability, the concentration of hormones in the blood serum, power fitness.

Рецензент – проф. Олійник С.А.

Стаття надійшла 05.07.2015 р.