

Безпечні та критичні рівні фізичних навантажень для тренуваних та нетренуваних осіб в умовах м'язової діяльності силової спрямованості

А.А. Чернозуб

Чорноморський державний університет ім. Петра Могили, Миколаїв; chernozub@gmail.com

Досліджували проблему пошуку оптимальної методики визначення безпечних і критичних режимів навантаження для організму тренуваних та нетренуваних людей у процесі занять силовим фітнесом. Встановлено, що для тренуваних людей, які мають достатній рівень адаптації організму до силових навантажень, використання «стандартних» режимів роботи в процесі занять силовим фітнесом є безпечним. Однак проблемним питанням є те, що для нетренованого контингенту, майже неможливо визначити безпечні параметри навантаження використовуючи загальноприйняті методики, які переважно застосовуються в циклічних видах спорту. Так, вирішення цієї проблеми полягає в тому, що використовуючи інтегральний метод оцінки силових навантажень та комп'ютерну програму для визначення відносної маси обтяження, були розраховані безпечні та критичні показники навантаження для нетренуваних осіб. При цьому досліджувані біохімічні показники крові (концентрації тестостерону, кортизолу та активності лактатдегідрогенази) фіксовані після тренування порівняно зі станом спокою досить чітко підтверджували наші розрахунки.

Ключові слова: безпечні та критичні навантаження; інтегральний метод визначення навантаження; концентрація кортизолу та тестостерону в сироватці крові людини; активність лактатдегідрогенази; тренувані та нетренувані особи.

ВСТУП

У сучасній літературі широко представлено дані досліджень, які свідчать про досить поглиблене вивчення проблеми процесів адаптації організму людини до фізичних навантажень. Однак більшість з них присвячена вивченню механізмів адаптації в професійному спорті, особливо в циклічних його видах (плавання, легка атлетика). При цьому, незважаючи на світову популяризацію занять силовим фітнесом, що обґрунтовано можливістю всім без винятку верствам населення використовувати цей вид рухової активності для фізичного розвитку та оздоровлення їх організму в цілому, наукові дослідження щодо вивчення особливостей адаптаційно-компенсаторних реакцій в таких умовах м'язової діяльності, а найголовніше для розробки найбільш безпечних та ефек-

тивних режимів роботи – практично відсутні [1-4].

Значні фізичні навантаження, особливо при їх тривалій дії, спричиняють помітні морфофункціональні зрушення в організмі людини. Найчастіше вони трапляються на початкових етапах навантажень, які проводяться за умов невідповідності можливостей організму рівням пропонованих тренувальних програм. Запобігання розвитку цих явищ передбачає системне вивчення адаптаційно-компенсаторних реакцій організму на силові навантаження, що виникають в умовах тривалої рухової активності різної спрямованості [5-7].

Виходячи з вищевикладеного, можна стверджувати, що однією з основних проблем сучасної системи фізичної підготовки силової спрямованості є відсутність ефективних методів кількісної оцінки навантаження,

вирішення якої дасть змогу диференційовано, залежно від умов м'язової діяльності та рівня тренуваності людини, розробити найбільш оптимальні та безпечні режими тренувальної роботи для досягнення високого рівня адаптаційних змін організму.

Мета нашої роботи – визначити безпечні та критичні показники фізичних навантажень для тренуваних та нетренуваних осіб в умовах м'язової діяльності силової спрямованості різного обсягу та інтенсивності.

МЕТОДИКА

Обстежено 2 групи юнаків (по 40 у кожній) віком від 20 до 21 року. Першу контрольну групу склали особи, які протягом останніх 3 років займалися силовим фітнесом і мали достатній рівень адаптації до тренувальних навантажень у режимі середньої інтенсивності та великого обсягу роботи ($R_a=0,64$ ум.од.), другу – здорові за критерієм ВООЗ нетреновані молоді люди.

У процесі досліджень фіксували індивідуальні значення реалізованих фізичних навантажень спочатку у тренуваних осіб. Їх контролювали для встановлення декількох сигнальних показників функціонування організму, придатних для оцінки безпечності реалізованих м'язових напружень. Контроль складався з двох етапів – перший передбачав фіксацію комплексу показників до навантаження (у стані спокою), другий – безпосередньо після виконання тренувального заняття. По суті показники другого етапу давали можливість виявити адекватність рівня фізичних навантажень у різних режимах тренувальної роботи функціональним можливостям досліджуваного контингенту.

Використовуючи інтегральний метод оцінки силових навантажень [8] та комп'ютерну програму для визначення відносної маси обтяження [9], розраховували безпечні та критичні показники навантаження для нетренуваних осіб. Дослідження були заплановані в такій послідовності: формування

групи → первинне тестування учасників (у стані спокою) → реалізація фізичних навантажень → вторинний комплекс контролю після тренувального заняття. Контролем були результати групи тренуваного контингенту (40 осіб).

Для проведення вказаних досліджень було сформовано із числа учасників дослідної групи нетренуваного контингенту дві підгрупи (I і II) по 20 осіб у кожній. Їм було запропоновано два варіанти обсягів фізичних навантажень, вищі за оптимальні, які встановлено в попередніх дослідженнях аналогічного контингенту. При цьому обсяг навантажень збільшували не за рахунок маси снаряду, а завдяки змінам темпу виконання вправ та кількості повторень під час проведення тренувальних занять, що також впливало і на інтенсивність роботи.

Для вирішення проблеми об'єктивної, диференційної оцінки впливу різних за показниками обсягу та інтенсивності режимів роботи, в умовах м'язової діяльності різної спрямованості, на організм людини та визначення адекватності подібних силових навантажень її функціональним можливостям, використовували біохімічні методи дослідження. Так, активність лактатдегідрогенази (ЛДГ) у сироватці крові визначали кінетичним методом на обладнанні фірми «High Technology Inc» (США) [10], а концентрацію тестостерону та кортизолу методом імуноферментного аналізу [11, 12].

Математичну обробку цифрових результатів досліджень проводили за допомогою програмного забезпечення пакетів Microsoft Excel 2010 та IBM SPSS Statistics 20 з використання загальноприйнятих методів щодо статистичних узагальнень.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Враховуючи те, що для спортивної практики ключове значення має саме розвиток максимальної м'язової сили людини та обхватних розмірів її тіла, яке вимагає відповідної ак-

тивної тренувальної стимуляції з постійним збільшенням навантажень (за рахунок обсягу чи інтенсивності), ми визначали критичні межі максимально безпечного рівня робочих навантажень, які можна пропонувати для виконання нетренованим контингентом.

Указана задача в силовому фітнесі завжди була проблемна через реальну загрозу перенавантажень і на практиці вирішувалася по суті методом «проб і помилок», що не сприйнятливий при роботі з нетренованим контингентом, який тренується виключно для досягнення оздоровчого ефекту. Відповідно суть нашого дослідження полягала в застосуванні найбільш ефективних обсягів навантажень, обмеженням для яких є критично високі (на межі норми) значення контрольних показників стану організму.

Принципи та конкретні показники розрахунку вказаних обсягів фізичного навантаження для основних груп відображені на рисунку. Згідно з цією схемою, визначення кількісних значень силового навантаження при тренувальному занятті є прямо залежним від: а) первинних результатів, фіксованих у тренуваних та нетренуваних юнаків; б) змін компонентів силових вправ, які регулюють режим тренувальної роботи; в) підвищення рівня інтенсивності або обсягу фізичного навантаження при тренувальному занятті. Базовою умовою реалізації вказаної схеми є триразова перевірка безпечності тренувальних навантажень, які контролювали відносно аналогічних показників, фіксованих у: а) тренуваних осіб з трирічним досвідом занять силовим фітнесом; б) нетренуваних юнаків; в) за показниками функціонування організму в стані м'язового напруження.

Безпосередньо під час досліджень контролювали комплексом тестових показників: фізичні навантаження та біохімічні показники. Останні дали змогу не допустити перенавантаження учасників досліджень та чітко встановити безпечні межі – індивідуальні та середньогрупові обсяги фізичного навантаження для нетренованого контин-

генту, саме для якого і було виконано цю серію досліджень. У цьому разі як критичні, фіксували ті обсяги навантажень, при яких хоча б один із числа комплексних показників (реєстрованих відразу після тренувального заняття) стану організму сягав верхніх меж норми.

Результати досліджень щодо встановлення біохімічних показників стану організму тренуваних осіб в умовах «стандартного» режиму тренувальної роботи ($Ra=0,64$ ум. од.) вірогідно свідчать про безпечність реалізованих учасниками дослідження тренувальних обсягів фізичних навантажень та їх адекватність компенсаторним можливостям організму. Концентрації тестостерону, кортизолу та активність ЛДГ у сироватці крові у межах групи демонструють певну амплітуду (від 4,4 до 20,1%) відхилень від середньогрупового рівня як у стані спокою, так і після навантаження, але в жодному разі вони не виходили за критичні межі норми (таблиця).

Отримані під час попереднього дослідження безпечні обсяги силових навантажень встановлені на тренуваних учасниках і, звичайно, в подібних розмірах непридатні для застосування на нетренованому контингенті. Відповідно ці показники важливі лише як первинні, орієнтуючись на які можна застосовувати як стартові цілком безпечні рівні фізичного навантаження для нетренованого контингенту. Так, вони були використані при створенні авторської комп'ютерної програми для індивідуального визначення режимів та рівня силового навантаження в фітнесі [9].

Отримані результати щодо перевірки рівня розвитку максимальної м'язової сили юнаків без тренувального досвіду в цілому мали прогнозований характер, відповідаючи сучасному досвіду тренувальної роботи в силовому фітнесі. За умови відносної оцінки останніх на межі «слабких – потужних», самі силові показники втрачали значення критерію та виступали як самостійні, малоінформативні компоненти оцінки мож-

**Зміни біохімічних показників крові в умовах різних режимів силового навантаження на початку досліджень
($M \pm m$, $n=40$)**

Режим силового навантаження	Етапи контролю					
	До навантаження			Після навантаження		
	Кортизол, нмоль/л	Тесто- стерон, нмоль/л	Лактатде- гідрогеназа, од/л	Кортизол, нмоль/л	Тестостерон, нмоль/л	Лактатдегідро- геназа, од/л
Група тренуваних осіб						
Середньої інтенсивності та великого обсягу роботи ($R_a=0,64$, ум.од.)	255,45±4,17	9,49±0,24	353,40±9,49	303,39±8,65*	11,40±0,16*	338,20±3,66
Група нетрениваних осіб ($n=40$)						
Середньої інтенсивності та великого обсягу роботи ($R_a=0,64$ ум.од.)	398,86±16,27	15,98±0,43	368,32±4,89	364,84±14,61*	14,19±0,26*	376,65±11,09
I підгрупа нетрениваних осіб ($n=20$)						
Низької інтенсивності та великого обсягу роботи ($R_a=0,67$ ум.од.)	391,74±14,78	15,34±0,46	359,76±7,92	224,01±9,35*	16,77±0,21*	420,71±10,77*
II підгрупа нетрениваних осіб ($n=20$)						
Високої інтенсивності та малого обсягу роботи ($R_a=0,71$ ум.од.)	393,22±15,31	14,79±0,35	362,51±6,54	294,42±10,11*	17,55±0,28*	382,41±7,23*

* $P < 0,05$ порівняно зі станом спокою (до навантаження).

ливостей організму. Орієнтація на них не підкріплена «прямими» показниками стану організму, що на практиці часто призводить до розвитку перенавантаження та прояву патологічних змін.

Біохімічні показники в організмі групи нетренованого контингенту в умовах використання режиму навантаження середньої інтенсивності та великого обсягу роботи ($R_a=0,64$ ум.од.) не виходять за межі нор-

ми (див. таблицю). Встановлені значення концентрації кортизолу, тестостерону та активності ЛДГ у сироватці крові можна використовувати як орієнтовну норму при порівняльних оцінках аналогічних функціональних станів (спокою та гострого м'язового напруження) для фізично розвинених і здорових юнаків віком від 20 до 21 років без попередньої тренувальної адаптації до силових навантажень.

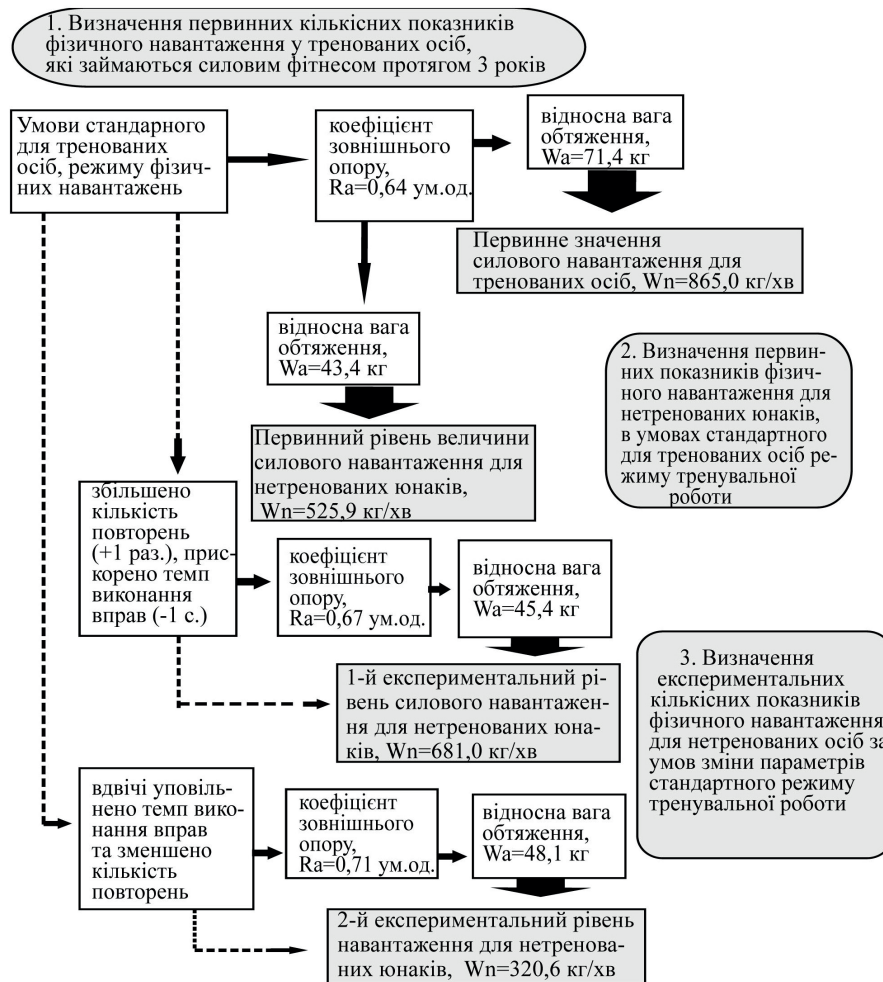


Схема визначення максимально критичного рівня фізичного навантаження при різних режимах тренувальної роботи та рівня тренуваності

Враховуючи, що для практики силового фітнесу ключове значення має саме розвиток м'язової сили та обхватних розмірів тіла людини, який вимагає відповідної активної тренувальної стимуляції з постійним збільшенням навантажень (за рахунок обсягу чи інтенсивності), наступним завданням стало визначення критичних меж максимально безпечного рівня робочих навантажень, які можливо пропонувати для виконання нетренованим контингентом.

Дослідження безпосередньо контролювали за звичайним комплексом тестових показників (кількісні значення навантажень

та результати біохімічного контролю). Останні дали змогу забезпечити учасників досліджень від перенавантажень та чітко встановити безпечні межі (індивідуальні та середньогрупові) обсягів фізичного навантаження для нетренованого контингенту. При цьому як критичні фіксували ті обсяги навантажень, при яких хоча б один із числа комплексних показників (зареєстрованих відразу після тренувального заняття) сягав верхніх меж норми (див. таблицю).

Встановлено, що у нетренованих юнаків I підгрупи у разі зміни режиму тренувальної роботи суттєво збільшились обсяги

навантаження на 29,5% ($P < 0,05$) порівняно з первинними результатами, які було визначено безпечними для цього контингенту в попередньому дослідженні. У II підгрупі, навпаки – за рахунок підвищення інтенсивності на 10,9% ($P < 0,05$), обсяг виконаної роботи зменшується на 39,0% ($P < 0,05$) щодо первинних значень.

Результати біохімічного аналізу крові нетренираних юнаків обох підгруп, фіксовані після тренувального заняття, демонструють значні зміни (від +11,7 до -38,6%; $P < 0,05$) контрольних значень порівняно з результатами попередніх досліджень (див. таблицю). Встановлено, що в умовах підвищення інтенсивності навантаження, контрольовані біохімічні показники залишаються в межах норми. При цьому при збільшенні обсягу роботи порівняно з режимом середньої інтенсивності фіксували підвищення активності ЛДГ щодо стану спокою, практично до верхніх меж норми. Це вказує на передчасний початок процесів гліколізу і дає змогу зробити припущення про різке підвищення енерговитрат в умовах тривалого застосування цих навантажень і можливого виникнення стану перетренованості.

Отже, враховуючи особливості зміни досліджуваних біохімічних показників крові в умовах гострого силового навантаження, було визначено кількісні показники, які демонструють безпечні (індекс тренувального навантаження – $ITNA < 0,85$) та критичні ($ITNA > 0,91$) рівні силових навантажень для людей різного рівня тренованості.

А.А. Чернозуб

БЕЗОПАСНЫЕ И КРИТИЧЕСКИЕ УРОВНИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ДЛЯ ТРЕНИРОВАННЫХ И НЕТРЕНИРОВАННЫХ ЛИЦ В УСЛОВИЯХ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СИЛОВОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

В работе исследовали проблему поиска оптимальной методики определения безопасных и критических режимов нагрузки для организма тренированных и нетренированных людей в процессе занятий силовым

фитнесом. Установлено, что для тренированных людей, которые имеют достаточный уровень адаптации организма к силовым нагрузкам, использование «стандартных» режимов работы в процессе занятий силовым фитнесом безопасно. Однако проблемным вопросом является то, что для нетренированного контингента, почти невозможно определить безопасные параметры нагрузки, используя общепринятые методики (в основном в циклических видах спорта). Так, решение этой проблемы заключается в том, что используя интегральный метод оценки величины силовых нагрузок и компьютерную программу для определения относительной массы отягощения, были рассчитаны безопасные и критические значения нагрузки для нетренированных лиц. При этом исследуемые биохимические показатели крови (концентрации тестостерона, кортизола и активности лактатдегидрогеназы) фиксированные после тренировки по сравнению с состоянием покоя достаточно четко подтверждали наши расчеты.

Ключевые слова: безопасные и критические нагрузки; интегральный метод определения величины нагрузки; концентрация кортизола и тестостерона в сыворотке крови человека; активность лактатдегидрогеназы; тренированные и нетренированные лица.

А.А. Chernozub

THE SECURITY AND CRITICAL LEVELS OF PHYSICAL ACTIVITY FOR TRAINED AND UNTRAINED PERSONS IN MUSCLE PERFORMANCE POWER ORIENTATION

The paper studied the problem of finding the optimal methodology for determining the safety and critical load conditions for the body trained and untrained people in the process of training the force pool. It was found that for trained individuals who have a sufficient level of adaptation to the power load, the use of “standard” modes of operation in the course of employment by fitness power safely. However, the problematic issue is that to the untrained troops, it is almost impossible to determine the safe load parameters using conventional techniques, which are mainly used in cyclic sports. Thus, the solution to this problem lies in the fact that using the integral method for estimating the value of power loads and a computer program for determining the relative weight of the index weights, safety and critical load parameters were calculated for untrained persons. At the same time, studied the biochemical parameters of blood (testosterone, cortisol, and lactate dehydrogenase activity) fixed after exercise, compared with the state of rest, confirmed our calculations clearly enough.

Key words: safety and critical loads; integral method for determining the size of the load; the concentration of cortisol and testosterone in human serum lactate dehydrogenase activity; trained and untrained persons.

Chernomorsk State University named after P.Mogila, Nikolayev.

REFERENCES

1. Cochran A. J. Intermittent and continuous high-intensity exercise training induce similar acute but different chronic muscle adaptations. *Exp Physiol*. 2014; 99 (5): 782-91.
2. Cantrell G. S. Maximal strength, power, and aerobic endurance adaptations to concurrent strength and sprint interval training. *Eur J Appl Physiol*. 2014; 114 (4): 763-71.
3. Emini N. N. Motivational and psychological correlates of bodybuilding dependence. *J Behav Addictions*. 2014; 3 (3): P. 182-8.
4. Wahl P. Mathes S, Köhler S, Mester J. Acute metabolic, hormonal, and psychological responses to different endurance training protocols. *Horm Metab Res*. 2013; 45 (11): 827-33.
5. Goto K, Ishii N, Kizuka R, Kraemer R. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 106 (5): P. 731-9.
6. Chernozub A. Peculiarities of cortisol level changes in the blood of athletes and untrained boys in response to heavy power training loads. *Eur Int J Sci and Technol*. 2013; 2 (9): 52-7.
7. Chernozub A. Dynamics of the condition of autonomic heart rhythm regulation in athletic trainings. *Eur Int J Sci and Technol*. 2013; 2(6): 17-22.
8. Chernozub A.A. Method of determining the index of training load in athleticism. *Pat. UA 76705 U, MPK A61B 5/22 (2006.01), № u201208376*.
9. Certificate of registration of copyright number 48519 of 29/03/2013. The computer program «Computer program for determination of the relative weight of the burden in athletics.» Authors: Bulgakova A.S., Chernozub A.A.
10. Tijssen P. Practice and theory of enzyme immunoassays. *Laboratory Techniques in Biochemistry and Molecular Biology*. 1985; 15: 674.
11. Seynnes OR, Kamandulis S, Kairaitis R. Effect of androgenic-anabolic steroids and heavy strength training on patellar tendon morphological and mechanical properties. *J Appl Physiol*. 2013; 115 (1): 84-9.
12. Kraemer RR, Hollander DB, Reeves GV, Ramadan ZG. Similar hormonal responses to concentric and eccentric muscle actions using relative loading. *Eur J Appl Physiol*. 2006; 96 (5): 551-7.

*Матеріал надійшов до
редакції 28.06.2015*