

А.А. Чернозуб

Черноморский государственный университет им. П. Могилы, Николаев, Украина

Изменение содержания тестостерона в сыворотке крови у людей с различным уровнем тренированности в условиях силовой нагрузки

В работе отображены результаты исследований, целью которых является определение особенностей изменения содержания тестостерона в крови у людей различного уровня тренированности под влиянием острой силовой нагрузки в процессе продолжительных занятий атлетизмом. В исследованиях принимали участие 20 атлетов в возрасте 19–20 лет, систематически занимающихся атлетизмом на протяжении 3 лет, а также 20 юношей аналогичного возраста, не имеющих противопоказаний для занятий с отягощениями. Изменение уровня силовых возможностей, морфометрических показателей организма и параметров состава тела участников оценивалось с помощью методик силового тестирования, антропометрии и импедансометрии. Лабораторные исследования сыворотки крови на содержание тестостерона в состоянии покоя и после острой силовой нагрузки проводились на протяжении 3 месяцев занятий атлетизмом. Концентрацию тестостерона в сыворотке крови определяли методом иммуноферментного анализа. В процессе исследований установлено, что, несмотря на достаточно низкий первичный базальный уровень тестостерона (9,89 нмоль/л) в крови тренированных атлетов, силовые нагрузки высокой интенсивности повышают содержание исследуемого гормона после тренировки в сравнении с состоянием покоя. Подобная положительная динамика уровня тестостерона в ответ на острую силовую нагрузку наблюдается и у нетренированных юношей. Одновременно выявлено, что, несмотря на высокий уровень адаптации организма тренированных атлетов к силовой нагрузке, наблюдается практически идентичная положительная динамика морфофункциональных показателей у представителей обеих групп.

Ключевые слова: содержание тестостерона, острая силовая нагрузка, интенсивность, режим двигательной активности.
(Вестник РАМН. 2013; 10: 37–40)

37

Введение

Двигательная активность, в том числе и тренировочная деятельность, подвергает механизмы поддержания гомеостаза серьезной нагрузке. При остром ответе на физическую нагрузку можно наблюдать усиление обменных процессов в организме спортсменов, и особенно нетренированного контингента [1].

В процессе силовой тренировки основная роль стероидного гормона тестостерона заключается в индукции

синтеза сократительных белков в мышцах, подвергающихся физической нагрузке. Кроме того, в период интенсивных занятий тестостерон необходим для мобилизации функциональных возможностей организма [2].

Величина и направленность изменений функциональной активности отдельных эндокринных желез (и, соответственно, содержания продуцируемых ими гормонов) демонстрируют определенную зависимость от продолжительности выполнения упражнений, объема и интенсивности физических нагрузок, уровня разви-

A.A. Chernozub

Chernomorsk State University named after P. Mogila, Ukraine

Changing the Content of Testosterone in the Blood of People of Different Level of Fitness in Terms of Power Load

In the work the results of the research aimed to determine the peculiarities of changes in the content of testosterone in the blood of people of different level of fitness under the influence of acute power load in the process of long trainings athleticism. The surveys were performed with the participation of 20 athletes age of 19–20 years, regularly engaged in athleticism over 3 years, and 20 young men of similar age are not contraindications to study with weights. A change in the level of ability, the morphometric parameters of the organism and the parameters of body composition was evaluated using the techniques of power testing, anthropometry and impedansometriya. Laboratory studies serum testosterone at rest and after the acute power load was carried out during 3 months of practice athleticism. The concentration of testosterone in the blood serum was determined by enzyme immunoassay. During the research it was established that despite the fairly low primary basal level of testosterone (9,89 nmol/l) in blood trained athletes, power load high intensity increase the content of the investigated hormone after a workout in comparison with the state of rest. Such positive dynamics of the level of testosterone in response to an acute power load is observed among non-trained young men. Simultaneously revealed that despite the high level of adaptation of trained athletes to power the load, there is almost identical to the positive dynamics of morphofunctional parameters of members of both groups.

Key words: content of testosterone, sharp power loading, intensity, mode of physical activity.

(Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk – Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2013; 10: 37–40)

ваемой мощности, а также от степени тренированности организма [3, 4].

Отсутствие четкого понимания закономерностей изменения содержания тестостерона в сыворотке крови атлетов различного уровня тренированности и специфики адаптационных реакций их эндокринной системы в условиях силовой нагрузки различного характера исключает научное обоснование тренировочного процесса, особенно в условиях занятий атлетизмом. Последнее инициирует крайне важные вопросы в отношении определения оптимальных параметров показателей силовой нагрузки, способных вызывать не только гормональный ответ у нетренированных юношей, но также и у тренированных атлетов на фоне положительных сдвигов морфофункциональных показателей организма.

Цель исследования: определить особенности изменения концентрации тестостерона в сыворотке крови нетренированных юношей и тренированных атлетов под влиянием острой силовой нагрузки в процессе продолжительных занятий атлетизмом.

Пациенты и методы

Участники исследования

38

В исследовании принимали участие 20 атлетов в возрасте 19–20 лет, систематически занимавшихся атлетизмом на протяжении не менее 3 лет, а также 20 юношей аналогичного возраста, не имевших противопоказаний для занятий с отягощениями. Все участники исследования были разделены на 2 группы в зависимости от уровня тренированности. В 1-ю группу вошли тренированные атлеты, 2-я состояла из нетренированных юношей.

Все наблюдаемые предварительно прошли полный медицинский осмотр и комплексный лабораторный контроль (9 показателей), по результатам которых не имели медицинских противопоказаний к участию в эксперименте.

Методы исследования

В качестве модельной мышечной деятельности на протяжении 3 мес тренировок использовалась нагрузка силового характера. Обследуемые обеих групп выполняли физическую нагрузку следующего характера: число силовых упражнений — 4; в каждом упражнении — 4 серии по 4 повторения с интервалом отдыха 1 мин; темп выполнения упражнений — очень медленный (3/6 — 3 с — в преодолевающем режиме, 6 с — в уступающем режиме); упражнения выполнялись с неполной амплитудой (90% максимальной); масса отягощения в данных условиях составляла 65–68% максимальной. Общая продолжительность отдельного тренировочного занятия для представителей обеих групп составляла около 29–32 мин.

Одной из основных особенностей предложенной модели тренировочной нагрузки является существенное отличие параметров ее компонентов от тех, которые использовали тренированные атлеты первой группы на протяжении последних 3 лет занятий атлетизмом. Данное обстоятельство может позволить более четко оценить влияние предложенной силовой нагрузки на характер и степень изменения содержания тестостерона в сыворотке крови юношей с различным уровнем тренированности.

Силовую нагрузку оценивали по величине компонентов тренировочной работы, используемых в процессе занятий атлетизмом. Для этой цели применяли метод опре-

деления индекса тренировочной нагрузки в атлетизме [5]. Регистрировали параметры максимальных силовых возможностей участников в тестовых упражнениях. Производили расчет показателей нагрузки: коэффициента внешнего сопротивления (R_a), относительного веса отягощения (W_a), величины силовой нагрузки (W_n), индекса тренировочной нагрузки (ITNA). Изменение величины морфометрических показателей организма и параметров состава тела участников оценивали при помощи методик антропо- и импедансометрии [6]. Контроль исследуемых показателей производили 4 раза с интервалом 1 мес на протяжении 3 мес систематических занятий атлетизмом.

Лабораторное исследование сыворотки крови на содержание тестостерона также проводили 4 раза на протяжении 3 мес занятий атлетизмом с интервалом 1 мес. Каждый раз при ежемесячном контроле осуществляли по 2 взятия образцов крови: до тренировки (в состоянии покоя) и сразу после окончания занятия. Концентрацию тестостерона в сыворотке крови определяли методом иммуноферментного анализа в условиях сертифицированной медицинской лаборатории.

Статистическая обработка данных

Материалы исследований подвергались статистической обработке с использованием пакета программ Statistica в системе Microsoft Excel-2010. Были использованы методы параметрической статистики, определяющие среднее арифметическое, стандартную ошибку среднего. Уровень достоверности рассчитывался с помощью парного двухвыборочного t -теста для средних.

Результаты

В табл. 1 представлены значения параметров силовой нагрузки, которой подвергались представители обеих групп на протяжении 3 мес занятий. Анализ первичных результатов указывает на наличие существенного отличия значений показателей относительного веса отягощения (W_a) и величины силовой нагрузки (W_n) между представителями обеих групп в начале эксперимента, что обусловлено различным уровнем развития силовых возможностей их организма и тренированности в целом.

Вместе с тем контролируемые показатели W_a (отображающий наиболее адекватный функциональным возможностям организма вес снаряда в заданных характеристиках силовой нагрузки) и W_n (отображающий объем выполненной работы за единицу времени с учетом особенностей структуры тренировочного занятия и характера силовых нагрузок) демонстрируют стремительное возрастание значений за 1-й мес тренировок. Однако с каждым последующим месяцем занятий изменения становились все менее выраженными, что свидетельствует о возможной адаптации организма юношей к силовым нагрузкам данного характера.

Таким образом, результаты исследования указывают на то, что величина параметров показателей силовой нагрузки и характер их изменения в условиях идентичности структуры тренировочного занятия и режима двигательной активности для представителей обеих групп зависят от уровня их тренированности.

В табл. 2 представлены значения параметров контрольного тестирования силовых возможностей организма, а также динамика морфометрических показателей и параметров, характеризующих состав тела, представителей обеих групп, фиксируемых на протяжении 3 мес занятий.

Таблица 1. Значение параметров силовой нагрузки участников исследования в условиях режима тренировок высокой интенсивности и малого объема работы на протяжении 3 мес занятий атлетизмом ($n=40$)

Показатели	Группы участников	Этапы контроля			
		Исходные данные	После 1 мес тренировок	После 2 мес тренировок	После 3 мес тренировок
Wа, кг (относительный вес отягощения)	Атлеты	71,27±0,76	82,32±0,97*	93,03±1,16*	98,74±0,74*
	Нетренированные юноши	45,02±0,34	57,14±0,68*	66,13±0,59*	72,11±1,04*
Wп, кг/мин (величина силовой нагрузки в атлетизме)	Атлеты	475,13±4,37	548,81±7,76*	620,20±8,34*	658,26±5,86*
	Нетренированные юноши	300,13±8,23	380,93±4,67*	440,86±5,81*	480,73±6,33*

Примечание. * — $p<0,05$ по сравнению с состоянием покоя.

Таблица 2. Изменение морфофункциональных показателей параметров, характеризующих состав тела, участников исследования в условиях продолжительных занятий атлетизмом ($n=40$)

Показатели	Группы участников	Этапы контроля			
		Исходные данные	После 1 мес тренировок	После 2 мес тренировок	После 3 мес тренировок
Силовые возможности организма, кг	Атлеты	108,63±1,98	124,01±1,74	138,6±1,97	146,2±1,71
	Нетренированные юноши	68,31±2,56	85,92±2,65	100,15±2,56	109,81±2,52
Обхватные размеры тела, см	Атлеты	69,41±0,38	71,14±0,28	72,31±0,26	73,32±0,24
	Нетренированные юноши	62,78±0,55	64,52±0,51	65,73±0,48	66,75±0,45
Безжировая масса тела, кг	Атлеты	69,74±0,88	71,63±0,74	71,41±0,81	71,57±0,84
	Нетренированные юноши	64,17±0,69	66,08±1,00	66,25±0,65	66,98±0,62
Жировая масса тела, кг	Атлеты	15,41±1,13	14,70±1,12	14,60±0,98	14,50±0,95
	Нетренированные юноши	12,79±1,13	11,40±1,13	11,33±1,06	11,15±1,04
Индекс массы тела, у.е.	Атлеты	26,49±0,47	26,87±0,46	26,82±0,44	26,79±0,46
	Нетренированные юноши	24,10±0,59	24,28±0,61	24,31±0,59	24,47±0,60

Результаты указывают на то, что вне зависимости от уровня тренированности участников имела место положительная динамика значений морфофункциональных показателей и параметров, характеризующих состав тела, их организма (см. табл. 2). Это выразилось в значительном повышении (более 40% за 3 мес тренировок по сравнению с исходными данными) силовых возможностей организма, а также в незначительном (около 5,5% за период эксперимента) увеличении обхватных размеров тела участников исследования. Показатели, характеризующие состав тела, также демонстрируют положительную динамику у представителей обеих групп. Данный факт свидетельствует о том, что применение нестандартных параметров силовой нагрузки вызывает положительные сдвиги результативности даже у тренированных атлетов, несмотря на высокий уровень их адаптации к силовым тренировкам.

В табл. 3 отображены среднegrupповые значения показателей содержания тестостерона в сыворотке крови тренированных атлетов и нетренированных юношей в состоянии покоя и после физической нагрузки (силовой тренировки) на протяжении 3 мес занятий атлетизмом.

Анализ результатов, зафиксированных в начале эксперимента в состоянии покоя, указывает на то, что первичный уровень содержания тестостерона в сыворотке крови тренированных атлетов был ниже физиологической нормы. Данное обстоятельство говорит о возможном специфическом влиянии тренировочных нагрузок, которые использовали атлеты 1-й группы до начала эксперимента в процессе продолжительных (более 3 лет) занятий атлетизмом.

Результаты, зарегистрированные в начале эксперимента, свидетельствуют, что концентрация тестостерона

в крови тренированных атлетов повышалась на 6,2% в ответ на предложенную силовую нагрузку. В свою очередь, такие же силовые нагрузки (высокой интенсивности при незначительном ее объеме), используемые в процессе тренировочного занятия нетренированными юношами, не вызывали у них гормонального ответа контролируемого показателя на данном этапе эксперимента.

Полученные данные об особенностях гормонального ответа на острую силовую нагрузку, зафиксированные по истечении первого месяца занятий атлетизмом, демонстрируют повышение содержания исследуемого гормона в крови тренированных атлетов (+8,2%), а также и нетренированных юношей (+9,9%) в сравнении с состоянием покоя (см. табл. 3). При этом наблюдается существенное увеличение силовых возможностей организма у юношей обеих групп (от +14,15% у тренированных атлетов до 25,77% у нетренированных), а также положительная тенденция роста морфометрических данных и показателей, характеризующих состав тела (см. табл. 2).

После 2 мес систематических занятий установили, что характер и степень изменения среднegrupповых показателей исследуемого гормона после острой силовой нагрузки практически аналогичны результатам, полученным месяцем назад, но демонстрируют более выраженную динамику (см. табл. 3). В свою очередь, на фоне незначительного снижения темпов роста силовых возможностей и обхватных размеров тела участников обеих групп (см. табл. 2) значения контролируемых показателей силовой нагрузки продолжали увеличиваться, но с менее выраженной прогрессией (см. табл. 1).

Результаты, зафиксированные в обеих группах после 3 мес тренировок, продемонстрировали тенден-

Таблица 3. Изменение содержания тестостерона в крови атлетов и нетренированных юношей в условиях острой силовой нагрузки в процессе продолжительных занятий атлетизмом ($n=40$)

Атлеты	Группы участников	Содержание тестостерона в крови, нмоль/л		Разница, %	Значение p
		Состояние покоя	После силовой нагрузки		
В начале исследований	Атлеты	9,89±0,24	10,51±0,46	+6,26	p<0,05
	Нетренированные юноши	17,56±0,93	17,85±1,03	+1,65	p>0,05
После 1 мес тренировок	Атлеты	9,96±0,37	10,78±0,26	+8,23	p<0,05
	Нетренированные юноши	16,66±0,91	18,31±0,53	+9,91	p<0,05
После 2 мес тренировок	Атлеты	9,78±0,29	11,1±0,34	+13,49	p<0,05
	Нетренированные юноши	15,97±0,71	18,79±0,78	+17,65	p<0,05
После 3 мес тренировок	Атлеты	9,49±0,17	11,40±0,18	+20,12	p<0,05
	нетренированные юноши	15,51±0,69	19,11±0,64	+23,21	p<0,05

цию, аналогичную таковой для контролируемых показателей, которую наблюдали при острой силовой нагрузке после 2 мес исследований, но вновь с более выраженным изменением содержания тестостерона после нагрузки по сравнению с состоянием покоя. Так, в группе нетренированных юношей уровень гормона повысился в крови после силовой нагрузки на 23,2% в сравнении с состоянием покоя, а в группе тренированных атлетов — на 20,1%.

40

Результаты контроля базального уровня тестостерона в крови, фиксируемого на протяжении 3 мес занятий, показали незначительное его снижение в группе тренированных атлетов (на 4,0%). Аналогичную тенденцию, но с более выраженной динамикой снижения содержания в крови (13,1%), продемонстрировал контролируемый показатель и в группе нетренированных юношей, что, возможно, обусловлено различным значением объема выполненной тренировочной работы или уровнем адаптации организма к силовым нагрузкам.

Заключение

Таким образом, результаты исследования характера и степени гормонального ответа на острую силовую нагрузку в процессе трехмесячных занятий атлетизмом показали, что использование во время силовой тренировки нестандартных для атлетизма параметров нагрузки (мало-го числа повторений с весом отягощения 65% максимального при высокой интенсивности работы — $Ra=0,71$ у.е.) приводит к увеличению концентрации тестостерона в крови как нетренированных юношей, так и тренированных атлетов. Одновременно установлено, что, несмотря на высокий уровень адаптации организма тренированных атлетов к силовой нагрузке, изменение нескольких параметров тренировочной нагрузки и режима двигательной активности вызывает такой же гормональный ответ, как и у нетренированных юношей. При этом наблюдается положительная динамика морфофункциональных показателей и параметров, характеризующих состав тела.

REFERENCES

1. Volkov N.I., Nesen E.N., Osipenko A.A., Korsun S.N. *Biokhimiya myshechnoi deyatel'nosti*. [Biochemistry of Muscular Activity]. Kiev, Olimpiyskaya literature, 2000. 540 p.
2. Bosco C., Colli R., Bonomi R., von Duvillard S.P., Viru A. Monitoring of strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med. & Sci. Sports & Exercise*. 2000; 32: 202–208.
3. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. *Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela*. [Technologies and Methods of Human Body Composition Assessment]. Moscow, Nauka, 2006. 248 p.
4. Kremer U.J., Rogol A.D. *Endokrinnaya sistema, sport i dvigatel'naya aktivnost'*. [Endocrine System, Sport and Physical Activity. Transl. from English]. Kiev, Olimpiyskaya literature, 2008. 600 p.
5. Chernozub A.A. Patent UA 76705 U, MPK A61B 5/22 (2006.01). *Sposib vyznachennya indeksu trenuval'nogo navantazhennya v atletyzi*. [Method of Training Load Index Determination in the Athleticism. No. u201208376. Appl. Jul 07, 2012. Publ. Jan 10, 2013. Bull. No. 1. 3 p]. Kiev, 2013.
6. Chernozub A.A. *Poltava. Visnyk problem biolohii i medytsyny – Annals of Biology and Medicine Problems*. 2011; 3 (86): 214 – 217.

FOR CORRESPONDENCE

Chernozub Andrei Anatol'evich, PhD, associate professor of the human health and physical rehabilitation department of Petro Mogila Black Sea State University
Address: 10, Desantnikov St., Nikolaev, Ukraine, 54003, **tel.:** (0512) 76-55-54; **e-mail:** chernozub@gmail.com