

А.А. Чернозуб

## ХАРАКТЕР И СТЕПЕНЬ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ КОРТИЗОЛА В КРОВИ НЕТРЕНИРОВАННЫХ ЮНОШЕЙ В УСЛОВИЯХ ОСТРОЙ СИЛОВОЙ НАГРУЗКИ

Черноморский государственный университет

В работе исследовалась проблема определения степени и характера воздействия острой силовой нагрузки, с различным значением и сочетанием ее показателей в условиях определенного режима двигательной активности, на уровень содержания кортизола в крови нетренированных юношей. В результате проведения исследований установлено, что повышение содержания кортизола в крови нетренированных юношей, фиксированное на протяжении трех месяцев занятий атлетизмом, происходит в ответ на силовые нагрузки высокой интенсивности при незначительном ее объеме. В тоже время, силовые нагрузки средней интенсивности и с большим объемом работы – понижают уровень исследуемого гормона после тренировочного занятия в сравнении с состоянием покоя.

**Ключевые слова:** содержание кортизола, острая силовая нагрузка, интенсивность, режим двигательной активности.

А.А. Chernozub

## THE NATURE AND DEGREE OF CHANGES IN THE LEVEL OF CORTISOL IN THE BLOOD UNTRAINED MEN IN CONDITIONS OF AN ACUTE POWER LOAD

In the work we investigated the problem of determining the extent and nature of the impact of acute power load, with a different value and its combination of indicators in a certain mode of motion activity, the level of cortisol in the blood untrained boys. In result of studies it is established that the increase in the concentration of cortisol in the blood untrained boys, fixed for three months of training athleticism, in response to the power load of high intensity with a slight extent. At the same time, the power load average intensity and huge amount of work - lower level of the investigated hormone in comparison with the state of rest.

**Key words:** content of cortisol, acute power load, intensity, mode of locomotion.

В процессе двигательной активности, которая является мощным стимулом для эндокринной системы, основная роль гормонов заключается в поддержании гомеостаза путем регуляции взаимодействия различных тканей и органов организма с целью противостояния разнообразным видам стресса [1, 8]. Гормональные изменения, возникающие под влиянием острой и продолжительной физической тренировочной нагрузки, подчеркивают важную роль эндокринной системы в удовлетворении метаболических потребностей организма, возникающих при занятиях физическими упражнениями [6, 7].

Изучение характера и степени изменения стероидных гормонов, представителем которых является глюкокортикоидный гормон коры надпочечников кортизол, позволяет лучше понять особенности возникновения стрессовых реакций организма в процессе адекватной двигательной активности, а так же при состоянии перенапряжения или перетренированности. Ключевые компоненты структуры тренировочных занятий (такие, как интенсивность и объем работы, продолжительность мышечной активности, величина приложенного усилия), могут быть оптимизированы с целью создания более совершенных тренировочных программ, и как следствие - повышение результативности [10, 11].

Несмотря на значительный объем публикаций, посвященных гормональному ответу на различные виды физической нагрузки [1, 6, 8, 10], данных, характеризующие реакцию эндокринной системы, особенно характер и степень изменения содержания кортизола в крови нетренированных юношей в ответ на острую силовую нагрузку в процессе продолжительных занятий атлетизмом, относительно немного.

Целью данной статьи является определение особенностей характера и степени изменения уровня гормона кор-

тизола в крови нетренированных юношей под влиянием острой силовой нагрузки, а также продолжительного тренировочного периода занятий атлетизмом.

**Методы исследования.** Обследовано 40 практически здоровых, не занимающихся атлетизмом или другими силовыми видами спорта, юношей в возрасте 19-20 лет. С данного контингента было сформировано две исследовательские группы (контрольная и экспериментальная).

В качестве модельной мышечной деятельности, на протяжении 3-х месяцев тренировок с периодичностью 2-х занятий в неделю, использовалась нагрузка силового характера. Обследуемые представители контрольной группы выполняли физическую нагрузку следующего характера: количество силовых упражнений – 4; в каждом упражнении 4 серии по 8 повторений с интервалом отдыха между сериями около 1 минуты; темп выполнения упражнения средний (2/4 – две секунды в преодолевающем режиме, а 4 секунды в уступающем режиме); упражнения выполнялись с полной амплитудой; масса отягощения, в данных условиях, составляла около 80-82 % от максимальной (вес снаряда с которым можно выполнить лишь одно повторение). В тоже время, участники экспериментальной группы выполняли нагрузку следующего характера: количество силовых упражнений – 4; в каждом упражнении 4 серии по 4 повторения с интервалом отдыха 1 минута; темп выполнения упражнения очень медленный (3/6 – три секунды в преодолевающем режиме, а 6 секунды в уступающем режиме); упражнения выполняются с неполной амплитудой (90% от максимальной); масса отягощения, в данных условиях, составляла 65-68 % от максимальной. Общая продолжительность отдельного тренировочного занятия для представителей каждой из групп составляла 29-32 минуты.

Таблица 1. Среднее значение параметров силовой нагрузки, которой подвергались участники исследований на протяжении эксперимента, n=40

Показатели	Исходные данные	Разница,%	После 1-го месяца тренировок	Разница,%	После 2-го месяца тренировок	Разница,%	После 3-го месяца тренировок
Ra, у.е. (коэффициент внешнего сопротивления)	0,64±0,01/ 0,71±0,01	нет	0,64±0,01/ 0,71±0,01	нет	0,64±0,01/ 0,71±0,01	нет	0,64±0,01/ 0,71±0,01
Wa, кг (относительный вес отягощения)	40,48±0,46/ 45,02±0,34	+17,83/ +26,92	47,70±0,51/ 57,14±0,68	+12,78/ +15,73	53,80±0,49/ 66,13±0,59	+7,10/ +9,04	57,62±0,66/ 72,11±1,04
ITNA, у.е. (индекс тренировочной нагрузки в атлетизме)	0,71±0,01/ 0,87±0,01	нет	0,71±0,01/ 0,87±0,01	нет	0,71±0,01/ 0,87±0,01	нет	0,71±0,01/ 0,87±0,01
Wn, кг/мин (величина силовой нагрузки в атлетизме)	506,01±8,64/ 300,13±8,23	+17,83/ +26,92	596,25±7,27/ 380,93±4,67	+12,78/ +15,73	672,50±8,31/ 440,86±5,81	+7,10/ +9,04	720,25±6,54/ 480,73±6,33

Примечание: в числителе – средне-групповые результаты представителей контрольной группы, в знаменателе - средне-групповые результаты юношей экспериментальной группы.

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

Силовая нагрузка, оценивалась по показателям величины компонентов тренировочной работы используемых в процессе занятий атлетизмом. Для этой цели использовался метод определения индекса тренировочной нагрузки в атлетизме [3]. Регистрировались параметры максимальных силовых возможностей участников в тестовых упражнениях, производился расчет показателей нагрузки: коэффициента внешнего сопротивления (Ra), относительного веса отягощения (Wa), величины силовой нагрузки (Wn), индекса тренировочной нагрузки (ITNA). Контроль исследуемых показателей производился четыре раза с интервалом в один месяц на протяжении трех месяцев систематические занятия атлетизмом.

Лабораторные исследования сыворотки крови на содержание кортизола проводили четыре раза на протяжении трех месяцев занятий атлетизмом с интервалом в один месяц. Каждый раз, при ежемесячном контроле, было проведено по два забора крови: до тренировки (в состоянии покоя) и сразу после окончания тренировочного занятия. Образцы крови из вены участников исследований отбирала медсестра под контролем врача с соблюдением всех необходимых норм стерильности и требований безопасности. Концентрацию кортизола в сыворотке крови определяли методом иммуноферментного анализа в условиях сертифицированной медицинской лаборатории.

Материалы исследований подвергались статистической обработке с использованием пакета программ «Статистика» в системе «Microsoft Excel-2010», ориентируясь на физиологически допустимую норму содержания кортизола в сыворотке крови здоровых юношей данного возраста в пределах 150-660 нмоль/л.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В табл. 1 представлены значения параметров силовой нагрузки, которой подвергались юноши контрольной и экспериментальной групп на протяжении трех месяцев занятий атлетизмом. Анализ результатов исследований, указывает на наличие зависимости величины параметров показателей силовой нагрузки от структуры тренировочного занятия в атлетизме и используемого режима физической нагрузки.

Так, показатель коэффициента внешнего сопротивления (Ra), отображающий уровень интенсивности физической нагрузке в зависимости от структуры тренировки и условий ее проведения, в представителях экспериментальной группы был на 10,93%

( $p < 0,05$ ) выше в сравнении с участниками контрольной группы. Одновременно, показатель индекса тренировочной нагрузки (ITNA), величина которого отображает порог утомления организма спортсменов в процессе силовой нагрузки, на 22,53% ( $p < 0,05$ ) выше у юношей экспериментальной группы в сравнении с контрольной. Полученные результаты указывают на то, что юноши экспериментальной группы, в данных условиях тренировки, подвергались более интенсивным силовым нагрузкам, что способствовало значительному утомлению организма в сравнении с представителями контрольной группы.

На протяжении трех месяцев исследований, изменение параметров показателя относительного веса отягощения (Wa), который отображает наиболее адекватный функциональным возможностям организма вес снаряда в заданных характеристиках силовой нагрузки, демонстрируют достоверную положительную динамику как среди представителей контрольной (от +17,83 до +7,10%) так и экспериментальной (от +26,92 до +9,04%) групп. Однако, стремительное возрастание исследуемого показателя за первый месяц тренировок, уровень его динамики зависит от роста силовых возможностей организма, с каждым последующим месяцем занятий атлетизмом становятся менее выраженными, что свидетельствует о возможной адаптации организма юношей к силовым нагрузкам данного характера.

Аналогичную тенденцию к изменению значения демонстрирует показатель величины силовой нагрузки в атлетизме (Wn). Данный показатель отображает объем выполненной работы за единицу времени с учетом особенностей структуры тренировочного занятия и характера силовых нагрузок. Установлено, что у представителей контрольной группы, первичный показатель величины силовой нагрузки, на 68,59% ( $p < 0,05$ ) выше в сравнении с данными фиксированными у юношей экспериментальной группы. Это обстоятельство указывает на достаточно существенное влияние условий тренировочной деятельности на разницу в объеме выполненной работы участниками исследований, несмотря на то, что первичный уровень силовых возможностей всех участников практически идентичный.

В табл. 2 представлены результаты контроля содержания кортизола в крови нетренированных юношей в покое и после острой силовой нагрузки разного характера в процессе продолжительных (три месяца) занятий атлетизмом.

Анализ результатов фиксированных в начале эксперимента свидетельствует, что после острой силовой нагрузки, не зависимо от ее характера и значения параметров, наблюдается достоверное снижение уровня кортизола в крови представителей обеих групп. Однако, снижение содержания исследуемого гормона в крови у юношей экспериментальной

Таблица 2. Характер изменения содержания кортизола в плазме крови нетренированных юношей в условиях острой силовой нагрузки, n=40

Этапы контроля	Содержание кортизола в крови в состоянии покоя до нагрузки, нмоль/л	Содержание кортизола в крови после силовой нагрузки, нмоль/л	Разница, %	P
В начале эксперимента	398,86±16,27/ 374,56±4,97	364,84±14,61/ 294,35±9,18	-8,25/ -21,41	<0,05/ <0,05
После первого месяца тренировок	384,72±7,67/ 358,81±5,57	346,54±13,69/ 382,18±9,36	-9,92/ +6,51	<0,05/ <0,05
После второго месяца тренировок	385,45±9,32/ 327,54±9,91	339,15±15,12/ 376,32±9,46	-12,01/ +14,89	<0,05/ <0,05
После третьего месяца тренировок	371,36±7,19/ 301,83±18,50	312,85±12,22/ 397,13±10,98	-15,75/ +31,57	<0,05/ <0,05

Примечание: в числителе – средне-групповые результаты представителей контрольной группы, в знаменателе – средне-групповые результаты фиксированные у юношей экспериментальной группы.

группы практически втрое превышает результаты, которые были зафиксированы у представителей контрольной группы.

Известно, что снижение содержания кортизола в крови происходит в условиях увеличения объема работы в противоположность интенсивности тренировки, что является признаком синдрома перетренированности [9].

Однако, анализ показателей силовой нагрузки свидетельствует о том, что средне-групповые показатели объема тренировочной работы фиксированные у юношей контрольной группы на +68,6 % (см. табл.1) выше чем в экспериментальной. При этом, показатели интенсивности силовой нагрузки, наоборот - выше (на +10,9%) у представителей экспериментальной группы в сравнении с результатами контрольной. Полученный факт указывает, что у нетренированных юношей на данном этапе исследования, более существенное снижение (-21,4%) гормона кортизола в крови проявляется в ответ на силовую нагрузку более высокой интенсивности при небольшом объеме тренировочной работы, что достаточно сильно отличается от результатов выделенных в научной литературе [ 6, 8, 11]

Таким образом, на основе анализа полученных результатов и обзора специальной литературы [5, 7] можно предположить, что фиксированное в начале эксперимента снижение содержания кортизола в крови в ответ на острую силовую нагрузку разного характера - возможно связано с утомлением, низким уровнем тренированности юношей или недостаточной адаптацией организма к данному виду стресса.

По истечению первого месяца занятий атлетизмом, средне-групповые показатели содержания кортизола в крови участников демонстрируют разнонаправленную тенденцию в ответ на силовую нагрузку разного характера. Так, у юношей контрольной группы, при средней (0,64 у.е) интенсивности физической нагрузки и большом объеме работы (596,25 кг/мин.), наблюдается снижение содержания кортизола в крови (-9,92 %).

Вместе с тем, у представителей экспериментальной группы, при использовании во время занятий более высокого показателя интенсивности физической нагрузки (0,71 у.е) и значительно меньшего значения объема работы (380,93 кг/мин.), наблюдается увеличение исследуемого уровня гормона в крови (+6,51 %) в сравнении с состоянием покоя. При этом, был зафиксировано существенное увеличение показателя относительного веса отягощения ( $W_n$ ) у юношей обеих групп (от +17,8 % в контрольной до 26,9 % в экспериментальной), величина которого на прямую зависит от роста силовых возможностей данного контингента. Данный факт указывает на наличие существенны положительных сдвигов величины показателя максимальных силовых возможностей при выполнении тестовых упражнений, что практически невозможно при состоянии перенапряжения или перетренированности [9].

После второго месяца систематических занятий атлетизмом выявлено, что характер и степень изменения средне-групповых показателей исследуемого гормона в крови после острой силовой нагрузки, практически аналогичны результатам полученным месяцем назад, но демонстрируют более выраженную динамику (табл. 2). В свою очередь, на фоне незначительного снижения темпов роста силовых возможностей участников обеих групп, значения контролируемых показателей силовой нагрузки продолжают увеличиваться, но с менее выраженной прогрессией (табл.1).

Результаты исследований фиксированные в обеих группах после третьего месяца тренировок, демонстрируют аналогичную тенденцию динамики контролируемых показателей, которая наблюдалась при острой силовой нагрузке после второго месяца исследований, но снова с более выраженным изменением уровня кортизола в крови после нагрузки в сравнении с состоянием покоя (табл.2). Так, у юношей контрольной группы наблюдается снижение уровня данного гормона в крови (-15,75%) после нагрузки, а у представителей экспериментальной группы – значительное повышение исследуемого показателя (+31,75%).

В целом, анализ результатов указывает на то, что не смотря на снижение (в контрольной группе) или повышения (в экспериментальной группе) содержания кортизола в крови в ответ на острую силовую нагрузку различного характера, наблюдается достаточно существенное повышение силовых возможностей (от +42,34% в контрольной до +60,17% в экспериментальной группах) на протяжении трех месяцев исследований. При этом, базальный уровень кортизола демонстрирует тенденцию к снижению (от -6,89%, в контрольной до -19,41% в экспериментальной группах), что возможно обусловлено различным значением объема выполненной тренировочной работы [ 4, 6].

Таким образом, результаты исследования характера и степени гормонального ответа на острую силовую нагрузку в процессе трехмесячных занятий атлетизмом показали, что использование во время тренировки маленького количеством повторений (4 раза) с весом отягощения 65% от 1 ПМ при высокой интенсивности ( $R_a=0,71$  у.е) и незначительном объеме (величина силовой нагрузки колеблется в пределах от 380 до 480 кг/минуту) - приводит к повышению (от 6,5 до 31,6%) содержание кортизола в крови в сравнении с состоянием покоя. В свою очередь, используя во время силовой нагрузки среднее количество повторений (8) с весом отягощения 82-85 % от 1 ПМ при средней интенсивности (0,64 у.е.) и большом объеме (от 596 до 720 кг/мин.), наблюдается снижение уровня исследуемого гормона в крови. Одновременно, фиксированные показатели содержания гормона кортизола в крови до и после силовой нагрузки – не выходя за пределы физиологической нормы.

### Выводы

1. В результате исследования гормонального ответа на острую силовую нагрузку установлено, что у нетренированных юношей, после первой тренировки в сравнении с состоянием покоя, наблюдается достаточно существенное снижение содержания кортизола в крови не зависимо от структуры тренировочного занятия, используемого режима физической нагрузки, объёма и интенсивности выполненной работы.

2. В процессе трехмесячных занятий атлетизмом, уровень кортизола в крови, фиксированный после силовой нагрузки различного характера, демонстрирует достаточно разнонаправленную динамику. Повышение содержания кортизола в крови нетренированных юношей происходит в ответ на силовые нагрузки высокой интенсивности при незначительном объёме. В тоже время, силовые нагрузки средней интенсивности и с большим объёмом работы – понижают уровень исследуемого гормона в сравнении с состоянием покоя.

3. Результат долговременной адаптации занятий атлетизмом характеризуется наличием снижения темпов роста силовых возможностей после третьего месяца исследований (+8,07%) в сравнении с данными фиксированными после первого месяца (+22,37%), в следствии роста уровня толерантности организма к физическим нагрузкам. Одновременно выявлено, что гормональный ответ на острую силовую нагрузку становится более выраженным с каждым последующим месяцем занятий атлетизмом.

### Литература

1. Волков, Н.И. Биохимия мышечной деятельности. / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун. – К.: Олимпийская литература, 2000. – 540 с.
2. Кремер, У.Дж. Эндокринная система, спорт и двигательная активность / У.Дж. Кремер, А.Д. Рогол. Киев: Олимпийская литература. - 600 с.
3. Пат. UA 76705 U, МПК А61В 5/22 (2006.01) Спосіб визначення індексу тренувального навантаження в атлетиз-

мі / Чернозуб А.А. - № u201208376; Заяв. 07.07.2012; Публ. 10.01.2013, Бюл. №1. – 3 с.

4. Alen, M., Pakarinen, A., Hakkinen, K. & Komi, P.V. (1988) Responses of serum androgenic-anabolic and catabolic hormones to prolonged strength training. *International Journal of Sports Medicine* 9, 229 - 233.

5. Bosco, C., Colli, R., Bonomi, R., von Duvillard, S.P. & Viru, A. (2000) Monitoring of strength training: neuromuscular and hormonal profiling. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32, 202-208.

6. Fry, A.C., Kraemer, W.J., van Borselen, F. et al. (1994) Catecholamine responses to short-term intensity specific resistance exercise overtraining. *Journal of Applied Physiology* 77, 941-946.

7. Hickson, R.C., Hidaka, K., Foster C, Falduto, M.T. & Chatterton, R.T., Jr. (1994) Successive time courses of strength development and steroid hormone responses to heavy-resistance training. *Journal of Applied Physiology* 76, 663–670.

8. Kraemer, W.J., Fry, A.C., Warren, B.J. et al. (1993) Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. *International Journal of Sports Medicine* 13, 103-109.

9. Lehmann, M., Gastmann, U., Petersen, K.G. et al. (1992) Training-overtraining: performance, and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle-and long-distance runners. *British Journal of Sports Medicine* 26, 233-242.

10. Viru, A., Smirnova, T., Karelson, K., Snegovskaya, S. & Viru, M. (1996) Determinants and modulators of hormonal responses in exercise. *Biology of Sport* 13, 169-187.

11. Wittert, G.A., Livesey, J.H., Espiner, E.A. & Donald. R.A. (1996) Adaptation of the hypothalamopituitary adrenal axis to chronic exercise stress in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 28, 1015- 1019.