

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ КОРТИЗОЛА У ЮНОШЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ТРЕНИРОВАННОСТИ В УСЛОВИЯХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ СУБМАКСИМАЛЬНОЙ МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКИ

П.Н. Самикулин, А.В. Грязных

Курганский государственный университет, г. Курган

Цель. Изучение закономерностей изменения уровня кортизола в крови в ответ на мышечную нагрузку и в процессе восстановления после нее у юношей с различным уровнем тренированности. **Материал и методы.** Обследуемые разделены на три группы: спортсмены, развивающие скоростно-силовые качества (18 человек), спортсмены, развивающие качество выносливости (18 человек), группа контроля, представленная условно здоровыми мужчинами, не занимающимися спортом (16 человек). В качестве модели острого мышечного напряжения предлагалась 30-минутная и 60-минутная велоэргометрическая нагрузка из расчета 2 Вт на килограмм массы тела обследуемого. Содержание кортизола в сыворотке крови определяли в условиях фона сразу после нагрузки и спустя час процесса восстановления. **Результаты.** Отмечено достоверное снижение ($p < 0,05$) кортизола спустя час процесса реституции в группах с фоновым превышением физиологической нормы гормона. Данная реакция наблюдалась независимо от характера тренированности обследуемых и продолжительности нагрузочного периода. В группах с нормальным фоновым уровнем кортизола зафиксировано достоверное ($p < 0,05$) увеличение концентрации гормона сразу после нагрузки и спустя час восстановления. **Заключение.** Уменьшение кортизола может быть обусловлено процессами протективного торможения активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси в условиях повышенного фонового уровня гормона. Адекватной реакцией на физическую нагрузку, вызывающую «переключение» метаболизма на катаболические процессы, при нормальном фоновом уровне гормона является его увеличение. Характер изменения кортизола в ответ на дозированную мышечную нагрузку может быть использован для оценки адаптационных резервов и диагностики переутомления.

Ключевые слова: *эндокринная регуляция, физическая нагрузка, восстановление, кортизол, спортсмены.*

Введение. Изучение особенностей адаптации человека к различным факторам внешней среды является чрезвычайно важным направлением в современной физиологии в связи с необходимостью выявления механизмов, определения критериев оценки и поиска оптимальных методов повышения резервных возможностей организма.

В современном мире значительная часть человеческой популяции может быть подвержена физическому стрессу. К ней относят с одной стороны ведущих малоподвижный образ жизни легко утомляемых людей с ограниченными компенсаторно-приспособительными возможностями. С другой – людей активного образа жизни и профессиональных спортсменов. В условиях физической нагруз-

ки, неадекватной функциональным возможностям организма, данные категории лиц могут быть подвержены повреждающим эффектам стресса и срыву адаптации [4, 6, 7, 12].

В формировании подобных эффектов большое значение отводится гормонам, принимающим участие в реализации стрессорных адаптационных изменений, в том числе стероидному гормону пучковой зоны коры надпочечников кортизолу [11, 15].

Кортизол является основным глюкокортикоидом: на него приходится 95 % активности всех гормонов данного ряда [14, 19]. С точки зрения оказываемого на организм биологического эффекта, кортизол является «обоюдоострым мечом», который с одной стороны является необходимым компонентом

адаптации к любому виду стресса, а с другой становится причиной серьезных проблем со здоровьем при своем избытке. Концепция аллостатической нагрузки подразумевает, что в эффектах стероидов существует парадокс: в краткосрочной перспективе они осуществляют защиту, но в долгосрочной могут нанести ущерб, если аллостатическая, то есть способствующая адаптации реакция, оказалась неэффективной [13].

С позиции физиологии спорта, во время интенсивной физической работы необходимо повышение уровня кортизола, так как запасы углеводов при мышечной деятельности быстро истощаются. Для дальнейшего образования энергии используются свободные жирные кислоты, ускорению окисления которых способствует кортизол [9, 11]. Кроме того, кортизол усиливает катаболизм белков, освобождая аминокислоты для глюконеогенеза, который реализуется в печени [9, 14, 18]. Также кортизол стимулирует активность симпато-адреналовой системы, что может прямо или опосредованно отразиться на состоянии органов и функциональных систем организма [4, 10]. Таким образом, кортизол выполняет мобилизационную функцию, направленную на использование ресурсов для энергетического обеспечения работающих мышц при интенсивной работе [2, 14, 19]. Вместе с тем, при перетренированности спортсменов, которая сопровождается стойким повышением уровня кортикостероидов, возникает дисбаланс нейроэндокринной системы, что может привести к повреждению мышечных волокон, снижению запаса гликогена, замедлению процессов восстановления и регенерации, снижению иммунной защиты, ухудшению психологического статуса, что неизбежно ведет к ухудшению спортивных результатов [1].

Накопленный к настоящему времени материал об изменении уровня глюкокортикоидов в ответ на физическую нагрузку является во многом противоречивым. Исходя из этого, сформулирована цель настоящего исследования, заключающаяся в изучении изменений кортизола в крови в ответ на мышечную нагрузку и в процессе восстановления после нее у юношей с различным уровнем тренированности. Знание гормональных механизмов адаптации открывает путь к выявлению эффективных мер укрепления здоровья и профилактики патологических состояний.

Материал и методы. В исследовании приняли участие мужчины в возрасте от 17 до 23 лет. По условиям работы все обследуемые разделены на три группы.

Первую группу составили спортсмены высокой квалификации (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта), развивающие скоростно-силовые качества, тренирующиеся преимущественно в анаэробном энергетическом режиме – единоборцы (18 человек). Во вторую группу вошли спортсмены высокой квалификации (1 взрослый разряд, кандидаты в мастера спорта, мастера спорта), развивающие качество выносливости, тренирующиеся преимущественно в условиях аэробного энергообеспечения – лыжники, биатлонисты и легкоатлеты (18 человек). Третья группа, являющаяся контрольной, представлена относительно здоровыми мужчинами, уровень повседневной двигательной активности которых определялся занятиями физической культурой в объеме вузовской программы (16 человек).

В качестве модели острого мышечного напряжения на разных этапах исследования предлагалась 30-минутная и 60-минутная велоэргометрическая нагрузка из расчета 2 Вт на килограмм массы тела для групп спортсменов и 1,5–2 Вт для представителей группы контроля ввиду их нетренированности. В состоянии покоя, а также в условиях релаксации после воздействия субмаксимальной мышечной нагрузки (сразу после нагрузки, после часа восстановления) производился забор крови из вены. Полученная кровь центрифугировалась для отделения сыворотки и определения в ней концентрации кортизола методами иммуноферментного анализа. Все исследования проводились в утреннее время натощак. За двое суток до проведения исследования спортсмены освобождались от тренировок. Использованное оборудование: велоэргометр Aerofit MaxFit B7, биохимический анализатор BIO-RAD 550, набор для определения гормонов Кортизол-ИФА-БЕСТ.

Все исследования проводились при наличии письменного согласия обследуемых и с учетом биоэтических норм. Статистический анализ проводили с использованием t-критерия Стьюдента. Взаимосвязь параметров оценивали путем расчета коэффициента корреляции (r) Пирсона при уровне безошибочного прогноза более 95 % ($p < 0,05$).

Результаты. Значения содержания кортизола в сыворотке крови обследуемых в среднем по группам представлены в табл. 1.

Развивающиеся в организме адаптационные реакции, независимо от уровня тренированности, возраста и параметров физической нагрузки, могут иметь и выраженные индивидуальные особенности [4, 17]. В связи с этим, нами изучены индивидуальные особенности изменения содержания кортизола в сыворотке крови при выполнении физической работы (табл. 2).

Для всех групп обследуемых этапа 30-минутной велоэргометрической нагрузки отмечено достоверное снижение ($p < 0,05$) кортизола спустя час восстановительного периода. То же справедливо для спортсменов группы скоростно-силовых качеств, получивших велоэргометрическую нагрузку продолжительностью в 60 минут. В остальных группах этапа часовой мышечной нагрузки (качество выносливости, контроль) отмечен достоверный рост ($p < 0,05$) уровня кортизола.

Физиологической нормой содержания кортизола в крови принято считать концентрацию 190–690 нмоль/л. Рассматривая полу-

ченные результаты с этой позиции, отмечено, что у большинства обследуемых, получивших 30-минутную велоэргометрическую нагрузку, и у всех обследуемых группы скоростно-силовых качеств этапа 60-минутной нагрузки, в состоянии покоя установлено значительное превышение нормы (табл. 3).

Примечательно, что у обследуемых с фоновым превышением нормы кортизола сразу после нагрузки отмечено снижение его уровня в 77 % случаев (24 из 31), в 94 % (29 из 31) случаев наблюдали уменьшение концентрации кортизола спустя час процесса реституции.

Обсуждение. В нормальном состоянии кортизол высвобождается характерным пульсирующим образом согласно циркадному ритму в тесной зависимости от АКТГ. В норме ранним утром и днем выявляются некоторые межличностные различия, которые зависят от количества сна, любых изменений освещения, режима питания, а также физического и нервно-психического напряжения или болезней [14, 16].

В настоящее время известно, что физический стресс принадлежит к ряду наиболее мощных и распространенных природных стимулов,

Таблица 1
Table 1

Средняя концентрация кортизола в крови обследуемых, нмоль/л
(n = 190–690 нмоль/л)
Average concentration of blood cortisol, nmol/L (n = 190–690 nmol/L)

Мышечная нагрузка продолжительностью 30 мин 30-minute muscular load			
Показатель Indicator	Скоростно-силовые качества Speed-strength qualities (n = 10)	Качество выносливости Endurance (n = 10)	Контроль Control group (n = 8)
Фоновые значения Baseline values	894,9 ± 54,2	870,3 ± 60,8	844,0 ± 89,0
Мышечная нагрузка Muscular load	890,9 ± 73,3	744,4 ± 61,0	776,6 ± 63,1
Восстановление 60 мин Recovery 60 min	640,7 ± 54,8**	601,2 ± 53,8*	585,9 ± 77,8*
Мышечная нагрузка продолжительностью 60 мин 60-minute muscular load			
Показатель Indicator	Скоростно-силовые качества Speed-strength qualities (n = 8)	Качество выносливости Endurance (n = 8)	Контроль Control group (n = 8)
Фоновые значения Baseline values	1068,0 ± 118,2	536,1 ± 31,7	543,0 ± 6,9
Мышечная нагрузка Muscular load	581,3 ± 45,9*	784,4 ± 69,0*	813,1 ± 139,1
Восстановление 60 мин Recovery 60 min	616,7 ± 71,2*	1080,5 ± 58,1**	866,5 ± 113,0*

Примечание. ** $p < 0,05$ относительно фона и мышечной нагрузки, * $p < 0,05$ относительно фона.
Note. ** $p < 0.05$ relative to baseline values and muscular load, * $p < 0.05$ relative to baseline values.

**Таблица 2
Table 2**

**Индивидуальные изменения содержания кортизола
относительно фона в процессе восстановления
Individual changes of cortisol content relative to baseline values during recovery**

Показатель Indicator	Мышечная нагрузка Muscular load		Восстановление 60 мин Recovery 60 min	
	Увеличение (кол-во случаев, %) Increase (number of cases, %)	Уменьшение (кол-во случаев, %) Decrease (number of cases, %)	Увеличение (кол-во случаев, %) Increase (number of cases, %)	Уменьшение (кол-во случаев, %) Reduction (number of cases, %)
Мышечная нагрузка продолжительностью 30 мин 30-minute muscular load				
Качество выносливости Endurance (n = 10)	10	90	0	100
Скоростно-силовые качества Speed-strength qualities (n = 10)	50	50	10	90
Контроль Control group (n = 8)	38	62	13	87
Мышечная нагрузка продолжительностью 60 мин 60-minute muscular load				
Качество выносливости Endurance (n = 8)	87	13	100	0
Скоростно-силовые качества Speed-strength qualities (n = 8)	13	87	0	100
Контроль Control group (n = 8)	63	37	87	13

**Таблица 3
Table 3**

**Количество обследуемых, у которых зафиксировано
превышение нормы содержания кортизола в сыворотке крови
Number of participants with excessive baseline cortisol levels**

Мышечная нагрузка продолжительностью 30 мин 30-minute muscular load			
Показатель Indicator	Скоростно-силовые качества Speed-strength qualities (n = 10)	Качество выносливости Endurance (n = 10)	Контроль Control group (n = 8)
Фоновые значения Baseline values	9	8	6
Мышечная нагрузка Muscular load	8	5	4
Восстановление 60 мин Recovery 60 min	3	4	1
Мышечная нагрузка продолжительностью 60 мин 60-minute muscular load			
Показатель Indicator	Скоростно-силовые качества Speed-strength qualities (n = 8)	Качество выносливости Endurance (n = 8)	Контроль Control group (n = 8)
Фоновые значения Baseline values	8	0	0
Мышечная нагрузка Muscular load	1	6	5
Восстановление 60 мин Recovery 60 min	1	8	6

влияющих на все функции организма [10]. Причем нейроэндокринная система первой реагирует на физические воздействия проявлением адаптационных реакций (особенно во время срочной адаптации и, в частности, на ее повреждающей стадии) [6, 17]. Такой реакцией является гиперактивация стресс-реализующих систем (гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и адренергической), вызывающей значительное по величине и длительности высвобождение соответствующих гормонов, в том числе глюкокортикоидов, обладающих пресорным и катаболическим эффектами [4, 18].

Однако наши исследования показали, что при фоновом превышении нормы кортизола, как в нетренированном, так и в тренированном организме, наблюдается преимущественное снижение глюкокортикоидной активности коры надпочечников. Данное снижение на применяемые физические воздействия может быть обусловлено повышенной реактивностью ЦНС, сопровождающейся запредельным торможением. Так, при обсуждении основных положений теории адаптивного реагирования было отмечено: «Нельзя себе представить реактивную возбудимость, которая не была бы ограничена торможением. До определенного момента возрастание силы внешнего агента ведет к возбуждению реактивных структур. Однако реактивные возможности живых систем не беспредельны. Поэтому чрезмерно сильное или чрезмерно длительное раздражение вызывает запредельное торможение, которое спасает реактивные структуры от истощения и гибели» [4, 17]. Также А.А. Виру [3], А.П. Исаев [5] указывали на снижение продукции глюкокортикоидов в связи с физической нагрузкой, вызывающей переутомление.

Рассмотрим с этих позиций полученные нами результаты. Исследование проводилось в утренние часы (с 8 до 10 ч). Уровень кортизола в соответствии с суточным ритмом колебаний в это время близок к максимальному. Следовательно, повышенный уровень кортизола в крови может быть обусловлен комплексом факторов, таким как: биоритм, недостаток сна, нарушение режима питания (проведение исследований натощак), физическое и нервно-психическое напряжение, осеннее уменьшение продолжительности светового дня. Для групп спортсменов может быть справедлива условнорефлекторная готовность организма к предстоящей физической нагрузке, так как данное время суток в тренировоч-

ном режиме соответствует началу утренней тренировки [8]. Кроме того, нельзя исключать вероятность наличия у обследуемых явлений перетренированности и срыва адаптации, при которых наблюдается стойкое повышение активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси. Снижение уровня кортизола после физической нагрузки следует, вероятно, считать положительной реакцией, поскольку длительное и стойкое повышение его в крови по прекращению нагрузки препятствует восстановлению организма [8].

Адекватная реакция на физическую нагрузку, обусловленная повышением содержания кортизола в крови и «переключением» метаболизма на катаболические процессы в связи с увеличением энергозатрат [4], отмечена у представителей групп контроля и выносливости этапа 60-минутной нагрузки. Эффект от субмаксимальной велоэргометрической нагрузки продолжительностью 60 минут оказался достаточно серьезным для роста уровня кортизола даже спустя один час процесса восстановления.

Таким образом, характер изменения кортизола в крови спортсменов в ответ на дозированную физическую нагрузку может быть использован для оценки адаптационных резервов и готовности к соревновательной деятельности. По динамике этого показателя можно судить о риске формирования переутомления, что позволит вовремя провести профилактические мероприятия и не только повысить результативность спортивной деятельности, но и сохранить здоровье спортсменов [8].

Заключение. При анализе индивидуальных реакций организмов обследуемых различного уровня тренированности удалось установить неоднозначность ожидания увеличения уровня кортизола в ответ на субмаксимальную мышечную нагрузку. При повышенной фоновой концентрации гормона в результате мышечной работы наблюдали снижение его уровня независимо от специфики тренированности и продолжительности выполнения упражнения.

Мы предполагаем возможность наличия максимально переносимого уровня кортизола, при достижении которого запускаются процессы протективного торможения, предотвращающие чрезмерную нагрузку, а также повреждение органов и тканей организма. При повышенном фоновом уровне глюкокортикоида, данный порог быстро достигался

в процессе выполнения упражнения, после чего, в результате торможения активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, происходило уменьшение концентрации кортизола в крови. В связи с этим регистрировалось снижение уровня гормона относительно фона сразу после нагрузки и спустя час процесса реституции.

Вызывает опасения зарегистрированный уровень кортизола представителей группы скоростно-силовых качеств этапа исследования 60-минутной нагрузки. В данной группе отмечено значительное превышение фоновой активности глюкокортикоидной функции ($1068 \pm 118,2$ при верхней границе нормы 690 нмоль/л) и резкое ее снижение после выполнения упражнения ($581,3 \pm 45,9$, $p < 0,05$). Это может быть связано с напряжением функций стресс-реализующих систем организма в условиях регулярного применения силовых нагрузок, вызывающих значительное увеличение энергозатрат [4], состояниями перетренированности и срыва адаптации.

У большинства представителей групп контроля и выносливости, получивших 60-минутную велоэргометрическую нагрузку, чей уровень кортизола в покое был в пределах нормы, отмечено увеличение его уровня, что является адекватной реакцией на мышечный стресс, вызывающий «переключение» метаболизма на катаболические процессы. Однако одного часа процесса восстановления оказалось недостаточно для возвращения гормона к фоновому уровню. Увеличение отмечено, в том числе, для группы выносливости, представители которой адаптированы к нагрузкам циклического характера.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что величина и направленность изменений функциональной активности пучковой зоны коры надпочечников (и, соответственно, содержания продуцируемого ею кортизола) демонстрирует определенную зависимость от фонового уровня гормона, наличия адаптационных резервов, а также интенсивности физической нагрузки.

Дальнейшее исследование гормональной реакции организма на мышечный стресс может лечь в основу универсального метода, позволяющего в полной мере оценить состояние здоровья, функциональные резервы и адаптированность к действию стресс-фактора в зависимости от индивидуальных особенностей организма, а также давать рекомендации

по проведению оздоровительных процедур и построению тренировочного процесса.

Исследование проведено при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «УМНИК».

Литература

1. Афанасьева, И.А. Зависимость фагоцитарной активности лейкоцитов от уровня кортизола у спортсменов при интенсивных физических нагрузках / И.А. Афанасьева // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – Вып. 8 (78). – С. 19–23.

2. Взаимосвязи параметров энергетического метаболизма скелетных мышц, форменных элементов крови и гормонального статуса при высоком уровне двигательной активности человека / А.Н. Некрасов, Л.В. Костина, Н.С. Дудов и др. // Вестник спортивной науки. – 2003. – № 2 (2). – С. 34–39.

3. Виру, А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности / А.А. Виру. – М.: Медицина, 1977. – 176 с.

4. Изменения содержания кортизола в организме мужчин различного возраста и уровня тренированности при выполнении физической работы / С.В. Погодина, С.Н. Козлова, Л.В. Лисконог, В.С. Юферев // Ученые записки Таврич. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – Т. 27 (66). – 2014. – С. 132–141.

5. Исаев, А.П. Полифункциональная мобильность и вариабельность организма спортсменов олимпийского резерва в системе многолетней подготовки: моногр. / А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. – 503 с.

6. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшеничникова. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.

7. Музалевская, Н.И. Оценка адаптационного ресурса и состояния здоровья старшеклассников методом нелинейной стохастической кардиоинтервалометрии / Н.И. Музалевская, В.Г. Каменская // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, № 2. – С. 60–68.

8. Намозова, С.Ш. Динамика кортизола в крови баскетболисток на разных этапах подготовки / С.Ш. Намозова, Т.И. Баранова // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2012. – № 1. – Т. 7. – С. 262–269.

9. Остроумова, М.Н. Регуляция секреции глюкокортикоидов при спортивной деятельности / М.Н. Остроумова, Ю.В. Высокун, Э.В. Земцовский // Физиология человека. – 1989. – Т. 15, № 4. – С. 68–78.

10. Резников, А.Г. Эндокринологические аспекты стресса / А.Г. Резников // Международный эндокринологический журнал. – 2007. – № 4 (10). – С. 11–17.

11. Системно-синергетические подходы в интеграции теории адаптации и индивидуализации спортивной подготовки в циклических видах спорта, развивающих выносливость / А.П. Исаев, В.В. Эрлих, А.С. Аминов и др. // Вестник ЮУрГУ Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2014. – Т. 14, № 4. – С. 20–32.

12. Филиппов, М.М. Гонадо-надпочечниковые изменения у спортсменов-ветеранов при мышечной деятельности / М.М. Филиппов, С.В. Погодина, В.С. Юфрегов // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия «Медико-биологические науки». – 2013. – № 2. – С. 78–85.

13. *Basic Neurochemistry* / S.T. Brady, G. Siegel, R.W. Albers, D. Price // *Principles of Molecular, Cellular, and Medical Neurobio-*

logy, 8th ed. – Academic Press / Elsevier, 2012. – 1096 p.

14. *Cortisol and physical exercise* / Rodrigo Gomes de Souza Vale, Guilherme Rosa, Rudy José Nodari Júnior, Estélio Henrique Martin Dantas // Alonzo Esposito and Vito Bianchi (editors). *Cortisol: physiology, regulation and health implications*. – New York: Nova Science Publishers, Inc., 2012. – P. 129–138.

15. Guyton, C. *Textbook of Medical Physiology*, 12th edition / C. Guyton, J.E. Hall. – Saunders, 2010. – 1120 p.

16. Hackney, A.C. *Cortisol, stress and adaptation during exercise training* / A.C. Hackney // *Education Physical Training Sport*. – 2008. – № 3 (70). – P. 34–41.

17. Lavin N. *Manual of Endocrinology and Metabolism* / N. Lavin. – 4th ed. – Lippincott Williams & Wilkins (LWW), 2009. – 832 p.

18. *Relationship Between Circulating Cortisol and Testosterone: Influence of Physical Exercise* / Kaye K. Brownlee, Alex W. Moore, Anthony C. Hackney // *Journal of Sports Science and Medicine*. – 2005. – № 04. – P. 76–83.

19. Silbernagl, S. *Color Atlas of Physiology (Basic Sciences)* / S. Silbernagl, A. Despopoulos. – 6th ed. – New York, 2008. – 456 p.

Самикулин Павел Николаевич, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет, г. Курган, psamikulin@mail.ru.

Грязных Андрей Витальевич, доктор биологических наук, доцент кафедры анатомии и физиологии человека, декан факультета психологии дефектологии и физической культуры, Курганский государственный университет, г. Курган, anvit-2004@mail.ru.

Поступила в редакцию 12 декабря 2016 г.

DOI: 10.14529/hsm170101

CHANGES OF CORTISOL VALUES IN YOUNG MEN WITH DIFFERENT LEVELS OF PHYSICAL FITNESS DURING RECOVERY AFTER SUBMAXIMAL MUSCULAR LOAD

P.N. Samikulin, psamikulin@mail.ru,

A.V. Gryaznykh, anvit-2004@mail.ru

Kurgan State University, Kurgan, Russian Federation

Aim. The aim of the research was to study changes of blood cortisol values in response to muscular load and during post-load recovery in young men with different levels of physical fitness. **Materials and Methods.** Participants were divided into three groups: athletes developing

speed-strength qualities (n = 18), athletes developing endurance (n = 18), and control group including apparently healthy men not engaged in sports (n = 16). 30-minute and 60-minute cycle ergometer tests (2W per kg of body weight) were used to model acute muscle effort. Serum cortisol values were assessed before tests (baseline values), immediately after load, and after an hour of recovery. **Results.** Cortisol values were significantly decreased ($p < 0.05$) after an hour of restitution in groups where baseline cortisol levels had been higher than physiologically normal values. This phenomenon was observed irrespective of specifics of physical fitness of the participants and load duration. Groups with normal baseline cortisol values had significant increase of hormone concentration ($p < 0.05$) immediately after load and after an hour of recovery. **Conclusion.** Decrease of cortisol values may be associated with processes of protective inhibition of hypothalamic-pituitary-adrenal axis if baseline hormone levels are increased. At normal baseline cortisol levels the adequate response to physical load “switching” metabolism to catabolic processes is the increase of hormone values. Analysis of changes in cortisol levels related to controlled physical load may help in assessment of adaptive capacity and diagnosis of fatigue.

Keywords: endocrine regulation, exercise, physical load, recovery, cortisol, athlete.

References

1. Afanas'eva I.A. [Dependence Leukocyte Phagocytic Activity of Cortisol in Athletes During Intense Physical Exertion]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes University of the Name P.F. Lesgafta], 2011, iss. 8 (78), pp. 19–23. (in Russ.)
2. Nekrasov A.N., Kostina L.V., Dudov N.S., Voronkova T.L., Osipova T.A. [Relationships Parameters of the Energy Metabolism in Skeletal Muscle, Blood Cells and Hormonal Status with a High Level of Physical Activity the Person]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Journal of Sport Science], 2003, no. 2 (2), pp. 34–39. (in Russ.)
3. Viru A.A. *Funktsii kory nadpochechnikov pri myshechnoy deyatel'nosti* [The Functions of the Adrenal Cortex During Muscular Activity]. Moscow, Medicine Publ., 1977. 176 p.
4. Pogodina S.V., Kozlova S.N., Liskonog L.V., Yuferev V.S. [Changes of Cortisol in the Body of Men of Various Ages and Levels of Fitness in the Performance of Physical Work]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo Seriya "Biologiya, khimiya"* [Scientific Notes of Taurida National University Vernadsky Series Biology, Chemistry], 2014, vol. 27 (66), pp. 132–141. (in Russ.)
5. Isaev A.P., Erlikh V.V. *Polifunktsional'naya mobil'nost' i variabel'nost' organizma sportsmenov olimpiyskogo rezerva v sisteme mnogoletney podgotovki: monogr.* [Multifunctional Mobility and Variability of Sportsmen of Olympic Reserve in the Long-Term Preparation System. Monograph.]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2010. 503 p.
6. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. *Adaptatsiya k stressornym situatsiyam i fizicheskim nagruzkam* [Adaptation to the Stress Situations and Physical Loads]. Moscow, Medicine Publ., 1988. 256 p.
7. Muzalevskaya N.I., Kamenskaya V.G. [Evaluation of Adaptation Resources and the Health of High School Students by Nonlinear Stochastic Cardiointervalometry]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2007, vol. 33, no. 2, pp. 60–68 (in Russ.). DOI: 10.1134/S0362119707020077
8. Namozova S.Sh., Baranova T.I. [Dynamics of Cortisol in the Blood of Basketball Players at Different Stages of the Preparation]. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya* [Health – the Basis of Human Development. Problems and Ways of Their Solution], 2012, no. 1, vol. 7, pp. 262–269. (in Russ.)
9. Ostroumova M.N., Vysochin Yu.V., Zemtovskiy E.V. [Regulation of Glucocorticoid Secretion During Sports Activities]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 1989, vol. 15, no. 4, pp. 68–78. (in Russ.)
10. Reznikov A.G. [Endocrinological Aspects of Stress]. *Mezhdunarodnyy endokrinologicheskii zhurnal* [International Journal of Endocrinology], 2007, no. 4(10), pp. 11–17. (in Russ.)
11. Isaev A.P., Erlikh V.V., Aminov A.S., Nenasheva A.V. [System-Synergetic Approach to the Integration of the Theory of Adaptation and Individualization of Sports Training in Cyclic Sports, Developing Endurance]. *Bulletin of South Ural State University. Ser. Education, Healthcare Service, Physical Education*, 2014, vol. 14, no. 4, pp. 20–32. (in Russ.)

12. Filippov M.M., Pogodina S.V., Yuferev V.S. [Gonads, Adrenal Changes in Athletes-Veterans During Muscular Activity]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya "Medikobio-logicheskie nauki"* [Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. A Series of Life Sciences], 2013, no. 2, pp. 78–85. (in Russ.)
13. Brady S.T., Siegel G., Albers R.W., Price D. Basic Neurochemistry. *Principles of Molecular, Cellular, and Medical Neurobiology*, 8th ed. Academic Press / Elsevier, 2012. 1096 p.
14. Rodrigo Gomes de Souza Vale, Guilherme Rosa, Rudy José Nodari Júnior, Estélio Henrique Martin Dantas. Cortisol and Physical Exercise. *Alonzo Esposito and Vito Bianchi (editors). Cortisol. Physiology, Regulation and Health Implications*. New York, Nova Science Publishers, Inc. 2012, pp. 129–138.
15. Guyton C., Hall J.E. Textbook of Medical Physiology, 12th edition. *Saunders*, 2010. 1120 p.
16. Hackney A.C. Cortisol, Stress and Adaptation During Exercise Training. *Education Physical Training Sport*, 2008, no. 3(70), pp. 34–41.
17. Lavin N. Manual of Endocrinology and Metabolism, 4th. ed. Lippincott Williams & Wilkins (LWW), 2009. 832 p.
18. Brownlee K.K., Moore A.W., Hackney A.C. Relationship Between Circulating Cortisol and Testosterone. Influence of Physical Exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2005, no. 4, pp. 76–83.
19. Silbernagl S., Despopoulos A. Color Atlas of Physiology (Basic Sciences), 6th ed. New York, 2008. 456 p.

Received 12 December 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Самикулин, П.Н. Характер изменения кортизола у юношей с различным уровнем тренированности в условиях восстановления после субмаксимальной мышечной нагрузки / П.Н. Самикулин, А.В. Грязных // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 1. – С. 5–13. DOI: 10.14529/hsm170101

FOR CITATION

Samikulin P.N., Gryaznykh A.V. Changes of Cortisol Values in Young Men with Different Levels of Physical Fitness During Recovery after Submaximal Muscular Load. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 5–13. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm170101