

УДК 612.621.31-055.2:796.015.6

ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КОРТИЗОЛА В ОРГАНИЗМЕ МУЖЧИН РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА И УРОВНЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Погодина С.В., Козлова С.Н., Лисконог Л.В., Юфреве В.С.

*Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Республика
Крым, Российская Федерация
E-mail: yuvser@live.ru*

В статье обсуждаются особенности изменения содержания кортизола в сыворотке крови у мужчин различного возраста и уровня тренированности при выполнении физической работы. Показано, что у всех обследованных нетренированных мужчин при физической работе выявлено снижение содержания кортизола в сыворотке крови. У тренированных мужчин первого зрелого возраста, представителей циклических и силовых видов спорта изменений адренкортикальной активности при физической работе не выявлено. У мужчин представителей силовых видов спорта второго зрелого возраста выявлена повышенная фоновая активность коры надпочечников и увеличение содержания кортизола в крови при субмаксимальной физической работе. При анализе индивидуальных реакций у тренированных мужчин при физической работе в большинстве случаев наблюдается повышение содержания кортизола в крови, тогда как у нетренированных мужчин уменьшение.

Ключевые слова: кортизол, мужчины, физические нагрузки, циклические и силовые виды спорта, уровень тренированности.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире значительная часть человеческой популяции может быть подвержена стрессу, и отнесена к легко утомляемым людям с ограниченными компенсаторно-приспособительными возможностями [1]. Достаточное количество из них составляют нетренированные лица различного возраста, ведущие малоподвижный образ жизни. В условиях физической нагрузки (большинство людей поставлены в безвыходные ситуации, связанные с вынужденной физической работой), эти люди могут подвергаться повреждающим эффектам стресса [2]. Более того, существуют категории людей, которые напротив активно занимаются спортом, причем не только в молодом, но и в зрелом и даже преклонном возрасте. В данном случае, в условиях тренировочных и соревновательных нагрузок, неадекватных функциональным возможностям и возрастным особенностям организма, спортсмены также могут быть подвержены повреждающим эффектам стресса и срыву адаптации [3]. В формировании подобных эффектов большое значение отводится гормонам, принимающим участие в реализации стрессорных адаптационных изменений, обеспечивающих связь между управляющим органом (центральной нервной системой) и исполнительными органами, тканями, клетками

[4]. Важная роль в реализации адаптивных эффектов стресса принадлежит гормонам надпочечников – глюкокортикоидам. Повышенные потребности в этих адаптивных гормонах в условиях стресса подвергают большому напряжению механизмы эндокринного гомеостаза. Необходимо, например, чтобы во время интенсивной физической работы уровень кортизола повысился, так как запасы углеводов при мышечной деятельности быстро истощаются. Для дальнейшего образования энергии используются свободные жирные кислоты, ускорению окисления которых способствует кортизол [5]. Кроме того, кортизол усиливает катаболизм белков, освобождая аминокислоты для глюконеогенеза, который реализуется в печени [6]. Также кортизол по принципу обратной связи стимулирует активность симпатoadреналовой системы в управлении приспособительными процессами, что может прямо или опосредованно отразиться на состоянии важнейших органов и функциональных систем организма [4]. В связи с этим изучение гормональных механизмов адаптации у людей различного возраста и уровня тренированности открывает путь к выявлению эффективных мер укрепления их здоровья и профилактики патологических состояний.

Целью работы явилось изучение изменений содержания кортизола в организме мужчин различного возраста и уровня тренированности при выполнении физической работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего было обследовано 128 относительно здоровых мужчин с различным уровнем тренированности первого и второго зрелого возраста от 22-60 лет. Группы нетренированных лиц составили относительно здоровые мужчины, не занимающиеся физической культурой (n=42). В свою очередь группы тренированных мужчин составили молодые спортсмены и спортсмены-ветераны (n=86) представители циклических и силовых видов спорта. Исследование физической работоспособности проводили с использованием двухступенчатого велоэргометрического теста PWC_{170} (для тренированных) и его модификации PWC_{AF} (для нетренированных лиц) [7]. Концентрацию кортизола и тестостерона в сыворотке крови определяли методом твердофазного иммуноферментного анализа с использованием наборов СтериодИФА-кортизол-01 и TESTOSTERON ELISA KIT. Для изучения содержания кортизола в организме испытуемых применяли многократные заборы венозной крови после каждой ступени нагрузки, выполняемой на велоэргометре [8]. Полученные результаты обработаны статистически. Во время эксперимента испытуемые спортсмены освобождались от тренировок. Исследования проводились после получения добровольного информированного согласия обследованных лиц и одобрения комиссии по биоэтике Таврического национального университета им. В.И. Вернадского.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходя из теории общего адаптационного синдрома, усиление адренокортикальной активности при физической нагрузке объясняется тем, что интенсивная физическая нагрузка является стрессором. С позиций этой теории

отсутствие усиления адренкортикальной активности при мышечной работе наблюдается в случаях, когда организм обладает хорошей резистентностью к данной нагрузке. Если это так, то наличие или отсутствие, а также степень усиления адренкортикальной активности должны зависеть от параметров нагрузки и уровня тренированности [2] а также от наличия в организме анаболических препаратов, что характерно для представителей силовых видов спорта [9]. Для исключения влияния последнего фактора на результаты исследования, у всех обследованных был определен уровень тестостерона в сыворотке крови, который находился в пределах среднего уровня референсных значений (10,4 – 41,6 нмоль/л) [10].

Уровень тренированности испытуемых соотносили с уровнем физической работоспособности, который определяли в тесте PWC_{170} . Так у нетренированных мужчин 22-25 и 36-60 лет мощность физической работы составила соответственно $1122,3 \pm 155,3$ и $629,2 \pm 74,4$ $кг \cdot м \cdot мин^{-1}$ ($p < 0,05$). Тогда как у их тренированных сверстников 18-25 и 35-60 лет мощность физической работы находилась в диапазоне от $1519,2 \pm 271,8$ до $1730,8 \pm 264,08$ $кг \cdot м \cdot мин^{-1}$ (рис. 1). То есть у нетренированных мужчин мощность физической работы была значительно ниже в сравнении с тренированными. В свою очередь, интенсивность физической нагрузки в тесте PWC_{170} имела практически одинаковую пульсовую стоимость у всех испытуемых, и находилась в диапазоне величин частоты сердечных сокращений (ЧСС), регламентированных условиями теста (соответственно ЧСС на 1-й ступени рекомендована в диапазоне 110-120 уд/мин., а на 2-й ступени – 145-160 уд/мин.) [7].

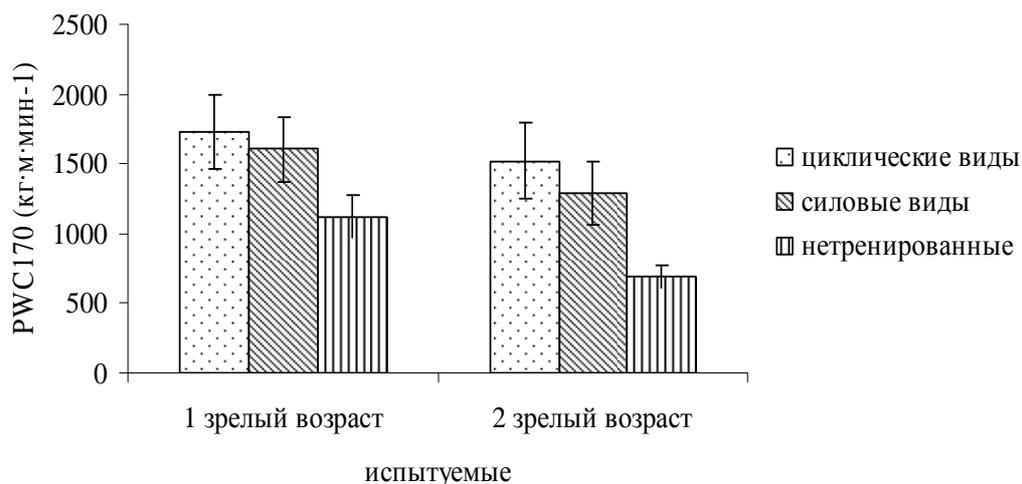


Рис. 1. Уровень физической работоспособности обследованных мужчин

Результаты исследований, касающиеся изучения концентрации кортизола в сыворотке крови испытуемых показали, что у нетренированных мужчин первого и второго зрелого возраста содержание кортизола после субмаксимальной нагрузки снижалось по отношению к покою (соответственно первый зрелый возраст нагрузка – $310,6 \pm 48,14$ нмоль/л, покой – $477,9 \pm 131,86$ нмоль/л, ($p < 0,05$.) и второй зрелый

ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КОРТИЗОЛА В ОРГАНИЗМЕ МУЖЧИН ...

возраст нагрузка – $386,2 \pm 40,79$ нмоль/л, покой – $507,1 \pm 40,91$ нмоль/л, ($p < 0,05$)), (рис. 2, 3). У тренированных мужчин первого зрелого возраста, представителей циклических видов спорта содержание кортизола при субмаксимальной физической нагрузке не изменялось в сравнении с покоем (покой – $521,1 \pm 120,2$ нмоль/л, нагрузка – $778,5 \pm 240,7$ нмоль/л, $p > 0,05$). Тогда как у мужчин представителей циклических видов спорта второго зрелого возраста содержание кортизола в сыворотке крови при выполнении субмаксимальной физической работы достоверно изменялось в сравнении с покоем (покой – $456,36 \pm 17,06$ нмоль/л, нагрузка – $544,34 \pm 40,00$ нмоль/л, $p < 0,05$). В свою очередь у мужчин представителей силовых видов спорта содержание кортизола при выполнении субмаксимальной нагрузки было наибольшим. Так у 18-25 летних мужчин концентрация кортизола в сыворотке крови была равной $815,3 \pm 240,59$ нмоль/л и по отношению к покою достоверно не изменялась ($p > 0,05$). В свою очередь у 35-60 летних мужчин, представителей силовых видов спорта, содержание кортизола повысилось при выполнении физической работы субмаксимальной интенсивности до $824,7 \pm 67,23$ нмоль/л, $p < 0,05$.

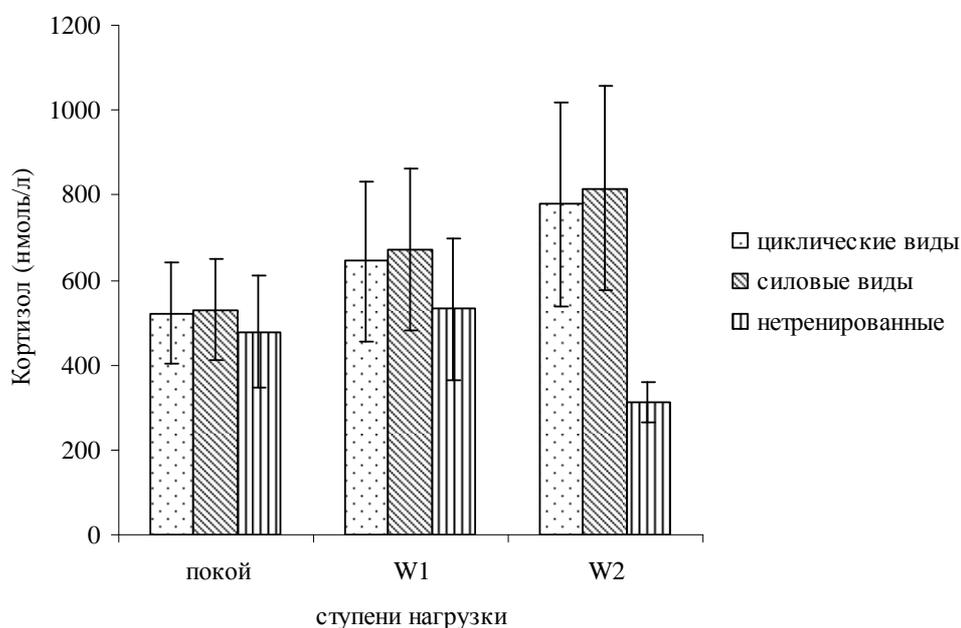


Рис. 2. Содержание кортизола в организме мужчин первого зрелого возраста при выполнении двухступенчатой велоэргометрической нагрузки

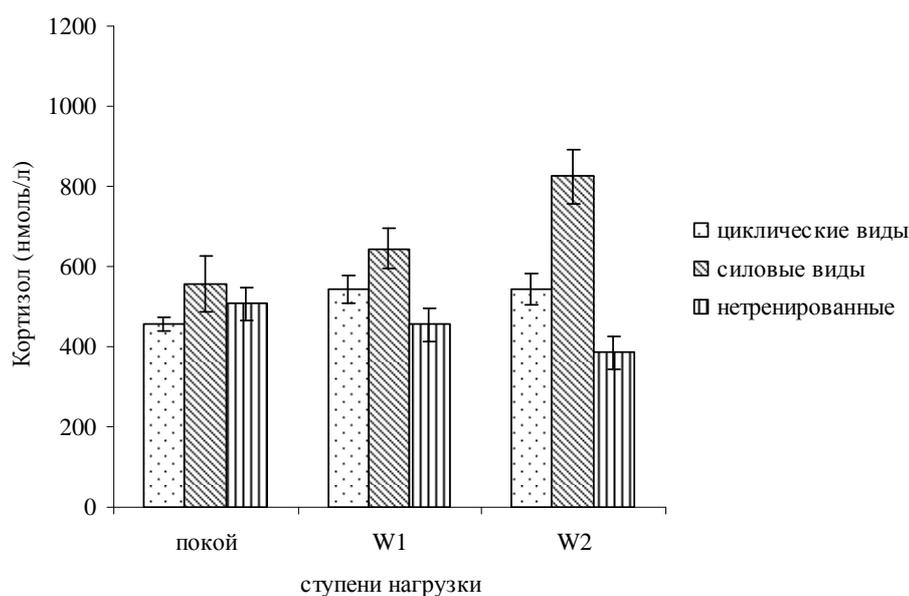


Рис. 3. Содержание кортизола в организме мужчин второго зрелого возраста при выполнении двухступенчатой велоэргометрической нагрузки

Развивающиеся в организме адаптационные реакции независимо от уровня тренированности, возраста, и параметров физической нагрузки могут иметь и выраженные индивидуальные особенности [11]. В связи с этим нами изучены индивидуальные особенности изменения содержания кортизола в сыворотке крови при выполнении физической работы. Нами показано, что независимо от интенсивности физической работы у нетренированных мужчин в большинстве случаев (от 62 до 100%) наблюдается снижение содержания кортизола в сыворотке крови. Тогда как у тренированных мужчин представителей различных видов спорта уровень кортизола при физической работе в большинстве случаев (от 71 до 100%) повышается (табл. 1).

В настоящее время известно, что физический стресс принадлежит к ряду наиболее мощных и распространенных природных стимулов, влияющих на все функции организма [4]. В известной монографии [2] показано, что нейроэндокринная система первой реагирует на физические воздействия и проявлением подобных адаптационных реакций (особенно во время срочной адаптации и в частности на ее повреждающей стадии) в нетренированном организме является гиперактивация стресс-реализующих систем (гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной и адренергической), вызывающей значительное по величине и длительности высвобождение соответствующих гормонов, в том числе глюкокортикоидов, обладающих в избытке прессорным и катаболическим эффектами. Однако наши исследования показали, что в нетренированном организме мужчин первого и второго зрелого возраста во время срочной адаптации к

физической нагрузке напротив наблюдается снижение глюкокортикоидной активности коры надпочечников. При этом наиболее адекватными на наш взгляд являются адаптационные реакции мужчин второго зрелого возраста. Установлено, что с возрастом активность организма в преодолении стресса снижается, изменяется характер вовлечения эндокринных желез, сокращается диапазон приспособления на уровне функциональных систем, легче и быстрее развивается фаза истощения приспособительных возможностей организма. Существенное значение в механизме возрастных изменений течения общего адаптационного синдрома имеют сдвиги и в самом гипофизе, инкреция АКТГ у старых животных при стрессе ниже, также снижается реакционная способность коры надпочечников при действии АКТГ. Все это ограничивает возможную амплитуду ряда адаптационных проявлений при стрессе [11]. В связи с этим выявленное нами снижение глюкокортикоидной активности коры надпочечников у мужчин второго зрелого возраста может свидетельствовать об ограничении амплитуды адаптационных реакций на уровне нейрогормонального звена, что обусловлено возрастными изменениями в соотношениях различных звеньев нейро-гормональной регуляции в осуществлении адаптации [12].

Таблица 1.

Изменение содержания кортизола у обследованных мужчин при выполнении двухступенчатой велоэргометрической нагрузки

Возраст (лет)	Группы испытуемые	Ступени нагрузки			
		1		2	
		увеличение (кол-во случаев, %)	уменьшение (кол-во случаев %)	увеличение (кол-во случаев %)	уменьшение (кол-во случаев %)
22-25	Спортсмены (циклические виды)	71	29	82	18
	Спортсмены (силовые виды)	71	29	82	18
	нетренирован ные	38	62	15	85
36-60	Спортсмены (циклические виды)	100	0	100	0
	Спортсмены (силовые виды)	88	12	96	4
	нетренирован ные	24	76	0	100

Что же касается нетренированных мужчин первого зрелого возраста 18-25 лет, то выявленное нами снижение глюкокортикоидной активности коры надпочечников на применяемые физические воздействия может быть обусловлено повышенной реактивностью ЦНС, сопровождающейся запредельным торможением. Так при обсуждении основных положений теории адаптивного реагирования Георгиевским А.Б. 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» [13]. Также Виру А.А. [6] указывал на снижение продукции глюкокортикоидов в связи с физической нагрузкой, вызывающей переутомление. Очевидно, что такая адаптационная реакция у нетренированных мужчин первого зрелого возраста могла быть вызвана переутомлением в связи с отсутствием, какого либо адаптационного фундамента (фундамента рефлексии) к данному физическому воздействию в связи с низким уровнем тренированности.

В свою очередь отсутствие достоверных изменений в содержании кортизола в сыворотке крови при физической работе у мужчин первого зрелого возраста представителей циклических видов спорта может быть обусловлено высокой резистентностью физической нагрузке, что является проявлением долговременной адаптации, для которой характерным является высокая степень экономичности функций [2, 14].

Аналогичная тенденция наблюдается и в отношении низкой адrenoкортикальной активности у мужчин первого зрелого возраста представителей силовых видов спорта, что также обусловлено сформировавшейся адаптацией к физической нагрузке в связи с достаточным уровнем тренированности. Однако у мужчин второго зрелого возраста представителей циклических и силовых видов спорта физическая работа субмаксимальной интенсивности на велоэргометре вызывает повышение содержания кортизола в крови, что является адекватной реакцией на физическую нагрузку, вызывающую «переключение» метаболизма на катаболические процессы в связи с увеличением энерготрат. При этом у представителей силовых видов спорта содержание кортизола является наибольшим. Это может быть связано с напряжением функций стресс-реализующих систем организма в условиях регулярного применения силовых нагрузок, вызывающих значительное увеличение энерготрат [15], на что указывает и повышенная фоновая активность глюкокортикоидной функции у представителей силовых видов спорта в сравнении с их сверстниками, занимающимися циклическими видами спорта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. У всех обследованных нетренированных мужчин при физической работе выявлено снижение содержания кортизола в сыворотке крови. Такие адаптационные реакции у мужчин первого зрелого возраста могут быть вызваны переутомлением в связи с отсутствием, какого либо адаптационного

- фундамента к данному физическому воздействию в связи с низким уровнем тренированности. У мужчин второго зрелого возраста низкая адренкортикальная активность может свидетельствовать об ограничении амплитуды адаптационных реакций на уровне нейрогормонального звена, что обусловлено возрастными изменениями в соотношениях различных звеньев нейро-гормональной регуляции в осуществлении адаптации.
2. У мужчин, представителей циклических и силовых видов спорта первого зрелого возраста достоверных изменений содержания кортизола в крови при физической работе не выявлено, что обусловлено высокой резистентностью к физической нагрузке в связи с формированием долговременной адаптации, для которой характерным является высокая степень экономичности функций.
 3. У мужчин, представителей циклических и силовых видов спорта второго зрелого возраста при выполнении субмаксимальной физической работы выявлено повышение содержания кортизола в крови, что свидетельствует об увеличении энерготрат. При этом у представителей силовых видов спорта содержание кортизола в крови является наибольшим, что может быть связано с повышенной фоновой активностью глюкокортикоидной функции, вызванной напряжением функций стресс-реализующих систем организма в условиях систематического применения силовых нагрузок.
 4. При анализе индивидуальных реакций у тренированных мужчин при физической работе в большинстве случаев (от 71 до 100%) наблюдается повышение содержания кортизола в крови, тогда как у нетренированных мужчин, напротив, в большинстве случаев (от 62 до 100%) наблюдается уменьшение.
 5. Выявленные типы реакций могут быть использованы с целью коррекции процесса адаптации к физическим нагрузкам у мужчин различного возраста и уровня тренированности.

Список литературы

1. 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.
2. Меерсон Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшеникова – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
3. Филиппов М.М. Гонадо-надпочечниковые изменения у спортсменов-ветеранов при мышечной деятельности / М.М. Филиппов, С.В. Погодина, В.С. Юферев // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия «Медико-биологические науки». – №2. – 2013. – С. 78-85.
4. Резников А.Г. Эндокринологические аспекты стресса / Резников А.Г. // Международный эндокринологический журнал. – 2007. – №4(10). – С. 11-17.
5. Регуляция секреции глюкокортикоидов при спортивной деятельности / М.Н. Остроумова, Ю.В. Высочин, Э.В. Земцовский [и др.] // Физиология человека. – 1989. – Т.15, №4. – С. 68-78.
6. Виру А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности / Виру А.А. – М.: Медицина, 1977. – 176 с.
7. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / Белоцерковский З.Б. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.