

УДК [612.616.31:796.015.6](045)

ПОГОДИНА Светлана Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой спорта и физического воспитания Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (г. Симферополь). Автор 86 научных публикаций, в т. ч. 4 учебных пособий, двух патентов на изобретения, одного авторского свидетельства

ЮФЕРЕВ Владимир Сергеевич, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры спорта и физического воспитания Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (г. Симферополь). Автор 23 научных публикаций

ФИЛИППОВ Михаил Михайлович, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии спорта Национального университета физического воспитания и спорта Украины (г. Киев). Автор 368 научных публикаций, в т. ч. 5 монографий, 156 учебных пособий, двух патентов на изобретения

СОДЕРЖАНИЕ СТЕРОИДНЫХ ГОРМОНОВ В ОРГАНИЗМЕ СПОРТСМЕНОВ И НЕТРЕНИРОВАННЫХ ЛИЦ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПЕРИОДОВ ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА

В статье обсуждается содержание кортизола и тестостерона в организме спортсменов мужского пола первого (22–26 лет) и второго (40–46 лет) периодов зрелого возраста, представителей видов спорта, направленных на преимущественное развитие аэробной выносливости (группа «выносливость») и силовых качеств (группа «сила»). Также обследованы нетренированные мужчины (группа «нетренированные»). Определяли концентрацию кортизола и тестостерона в сыворотке крови методом твердофазного иммуноферментного анализа. Содержание кортизола у спортсменов групп «выносливость» и «сила», а также «нетренированных» лиц изучали при выполнении велоэргометрического теста ступенчато повышающейся мощности. У спортсменов группы «сила» содержание кортизола также изучали и при выполнении силового соревновательного упражнения «рывок гири 16 кг». У спортсменов второго периода зрелого возраста в группе «сила» выявлено статистически значимое повышение содержания кортизола во время выполнения субмаксимальной физической нагрузки на велоэргометре. В группе «выносливость» содержание кортизола в организме не изменялось. У спортсменов второго периода зрелого возраста в группе «сила» до выполнения силового упражнения «рывок гири 16 кг» выявлено повышение содержания кортизола в диапазоне значений 800–900 нмоль/л. В группе «нетренированных» у лиц первого и второго периодов зрелого возраста содержание кортизола в ответ на нагрузку снижалось. Основной вывод касается необходимости ограничения силовых соревновательных нагрузок у спортсменов группы «сила» второго периода зрелого возраста в связи с избыточной активацией симпатно-адреналовой системы перед выполнением соревновательной нагрузки. У нетренированных лиц применение высокоинтенсивных физических нагрузок приводит

к угнетению стресс-реализующих функций, снижает содержание кортизола в ответ на данную нагрузку уже в первом периоде зрелости. Снижение функции стероидогенеза в этой группе наблюдается также и в отношении продукции тестостерона.

Ключевые слова: кортизол, тестостерон, спортсмены зрелого возраста, физические нагрузки аэробного типа, силовая физическая нагрузка, нетренированные лица.

Возрастные особенности адаптационных реакций организма спортсменов связаны прежде всего с особенностями гормональной регуляции функций стресс-реализующей системы [1, 2], амплитудой ее физиологических ответов на физические воздействия, различные по величине и силе [3, 4]. В то же время характер (тренировочный или соревновательный) физических нагрузок при многолетней тренировке в определенной мере модифицирует тип стресс-реакции [5], а специфика условий мышечной деятельности влияет на соотношение между стероидными гормонами, меняя тем самым гормональный профиль [6]. Важная роль в реализации стресс-реакций отводится гормону коры надпочечников – кортизолу [7].

Показано, что наличие или отсутствие, а также степень усиления продукции кортизола корой надпочечников при физических нагрузках обусловлены уровнем энергетических трат, развитием процессов утомления и зависит от параметров нагрузки и тренированности организма [3]. Также при оценке эффективности адаптации в онтогенезе большое значение придается балансу андрогенов, т. к. возрастной андрогенный дефицит может обуславливать кардиоваскулярные риски [8, 9]. В свою очередь при физических нагрузках изменения функций системы АКТГ–кортизол неизбежно сказываются на продукции андрогенов, что обусловлено взаимосвязью между нарушением метаболизма кортикостероидов и периферической биотрансформацией андрогенов [10].

В большей степени изучение профиля стероидных гормонов в организме спортсменов является актуальным в периоде зрелости, который в своем завершении характеризуется снижением секреторной активности половых

желез, повышением содержания адренокортикотропного гормона и кортизола, преобладанием симпатической активности. В данном случае физическая нагрузка может явиться фактором, повышающим риск развития повреждающих эффектов стресс-реакции в связи с чрезмерной активацией симпато-адреналовой системы, угнетением или избыточной продукцией стероидных гормонов [11]. Данные об особенностях содержания стероидных гормонов в организме спортсменов второго периода зрелости в литературе представлены фрагментарно [12].

Целенаправленное изучение и сравнение этих особенностей со спортсменами первого периода зрелости и нетренированными лицами позволит дифференцировать влияние возрастных и адаптационных процессов на гормональное звено стресс-реализующей системы в течение длительного периода зрелости, а также решить проблему безопасного для здоровья и адекватного для поздних периодов онтогенеза дозирования физических нагрузок. Целью работы явилось изучение особенностей содержания кортизола и тестостерона в организме спортсменов и нетренированных лиц первого и второго периодов зрелого возраста.

Материалы и методы. Всего в исследованиях принял участие 281 человек. Обследованы высококвалифицированные спортсмены (не принимающие анаболические препараты) 1-го (22–26 лет, n = 82) и 2-го (40–46 лет, n = 86) периодов зрелого возраста – представители циклических видов спорта (велосипедисты, пловцы, легкоатлеты), направленных на преимущественное развитие аэробной выносливости (22–26 лет, n = 45; 40–46 лет, n = 81; условно обозначены как группа «выносливость»), а также представители видов спорта, направленных на преимуществен-

ное развитие силовых качеств (гиревой спорт) (22–26 лет, $n = 37$; 40–46 лет, $n = 75$; условно обозначены как группа «сила»).

Все спортсмены находились во втягивающем мезоцикле подготовительного периода, что не предусматривало больших и значительных физических нагрузок. Также обследованы относительно здоровые мужчины 1-го периода зрелого возраста (22–26 лет, $n = 44$) и 2-го периода зрелого возраста (40–46 лет, $n = 69$), не занимающиеся спортом (условно обозначены как группа «нетренированные»).

Нетренированные мужчины обследованы в период трудового отпуска. Концентрацию кортизола и тестостерона в сыворотке крови определяли методом твердофазного иммуноферментного анализа с использованием наборов «СтериодИ-ФА-кортизол-01» (ЗАО «Алкор Био», Россия) и «TESTOSTERON ELISA KIT» («The Calbiotech, Inc» (CBI), США) [13]. Референсные значения для кортизола – 150–760 нмоль/л, тестостерона – 10,4–41,6 нмоль/л. Физическую работоспособность оценивали с помощью велоэргометрического теста PWC_{170} и его модификации PWC_{AF} для нетренированных лиц. Содержание тестостерона изучали в состоянии покоя. Содержание кортизола в группах «выносливость», «сила» и «нетренированные» изучали в состоянии покоя и при выполнении стандартного велоэргометрического теста ступенчато повышающейся мощности (т. е. после первой ступени нагрузки (W_1), мощность которой составляла 60 Вт, время педалирования – 5 мин, и после второй ступени нагрузки (W_2), мощность которой составляла 150–220 Вт, время педалирования – 5 мин.) [14].

Спортсменам группы «сила» дополнительно предлагалась специфическая физическая нагрузка в виде силового соревновательного упражнения «рывок гири 16 кг». Содержание кортизола изучали в покое, после 5 и 10 мин выполнения соревновательного упражнения.

Исследования проводили после получения добровольного информированного согласия. Результаты обработаны статистически в компьютерной программе «OriginPro 8.5.1». Проверка соответствия распределения статистиче-

ских данных закону нормального распределения выполнялась с помощью критерия Шапиро–Уилка. Все изучаемые показатели подчинялись закону нормального распределения и в связи с этим были подвергнуты статистическому анализу с помощью параметрических методов. Статистическая обработка материала проводилась путем вычисления среднего значения исследуемых величин (M) и ошибки среднего арифметического (m). Для определения статистически значимых различий использовали t -критерий Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Исследования одобрены комитетом по биоэтике Крымского федерального университета.

Результаты и обсуждение. Показано, что в период экспериментальных наблюдений показатели общей физической работоспособности спортсменов 1-го и 2-го периодов зрелого возраста в группах «выносливость» и «сила» не имели статистически значимых различий и находились в одном диапазоне значений, что свидетельствовало о равном уровне их тренированности. Так, у спортсменов 40–46 лет в группе «выносливость» мощность работы составила $1519,2 \pm 209,57$ кГ·м/мин, у 22–26-летних – $1370,8 \pm 194,83$ кГ·м/мин ($t = 1,65$, $p > 0,05$). В группе «сила» мощность работы у спортсменов 40–46 лет составила $1277,0 \pm 176,8$ кГ·м/мин, у 22–26-летних – $1107,8 \pm 232,27$ кГ·м/мин ($t = 1,27$, $p > 0,05$). Выявлены статистически значимые различия в значениях показателей мощности физической работы в тесте PWC_{170} у нетренированных лиц и спортсменов 1-го и 2-го периодов зрелого возраста. У нетренированных лиц 40–46 лет мощность работы составила $629,2 \pm 74,47$ кГ·м/мин, а у 22–26-летних – $722,3 \pm 155,39$ кГ·м/мин ($t = 2,21$, $t = 2,38$, $p < 0,05$). То есть уровень тренированности нетренированных лиц 1-го и 2-го периодов зрелого возраста также находился в одном диапазоне значений и имел значимо более низкие показатели в сравнении со сверстниками, занимающимися спортом.

Значения содержания тестостерона в сыворотке крови спортсменов 2-го периода зрелого

возраста не имели статистически значимых различий с аналогичными показателями спортсменов 1-го периода зрелого возраста (рис. 1).

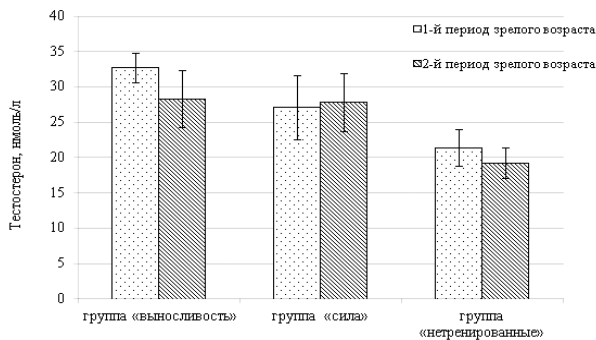


Рис. 1. Содержание тестостерона в организме спортсменов и нетренированных лиц ($M \pm m$)

Так, в группе «выносливость» у 40–46-летних спортсменов содержание тестостерона было равным $28,29 \pm 4,02$ нмоль/л, у 22–26-летних – $32,66 \pm 2,06$ нмоль/л ($t = 2,14$, $p > 0,05$). В группе «сила» у спортсменов 40–46 лет содержание тестостерона было равным $27,81 \pm 4,13$ нмоль/л, 22–26 лет – $27,06 \pm 4,57$ нмоль/л ($t = 2,28$, $p > 0,05$). Выявлены статистически значимые различия в значениях показателей содержания тестостерона нетренированных лиц и спортсменов 1-го и 2-го периодов зрелого возраста. В группе «нетренированных» лиц 40–46 лет содержание тестостерона было равным $21,36 \pm 2,62$ нмоль/л, 22–26 лет – $19,16 \pm 2,17$ нмоль/л, ($t = 1,35$, $p < 0,05$). Таким образом, активность половой функции в отношении продукции тестостерона у спортсменов 1-го и 2-го периодов зрелого возраста поддерживалась на одном уровне, содержание тестостерона соответствовало верхней границе возрастной нормы [13]. Содержание тестостерона у нетренированных лиц 1-го и 2-го периодов зрелого возраста было сниженным в сравнении с их сверстниками, занимающимися спортом, что согласуется с данными [10]. При этом относительно высокий уровень тестостерона в организме спортсменов можно объяснить с позиций влияния метаболических факторов утомления, характерных для мышечной

деятельности и связанных с ограничением кровоснабжения работающих мышц, на потенциацию эндокринных функций, повышение секреции гормонов, обладающих анаболическим действием, в т. ч. и тестостерона [6, 15].

Содержание кортизола в состоянии покоя (перед выполнением велоэргометрического теста) в группе «выносливость» у спортсменов 40–46 и 22–26 лет не имело статистически значимых различий ($456,36 \pm 17,06$ и $521,1 \pm 120,2$ нмоль/л, $t = 1,45$, $p > 0,05$) (рис. 2, 3).

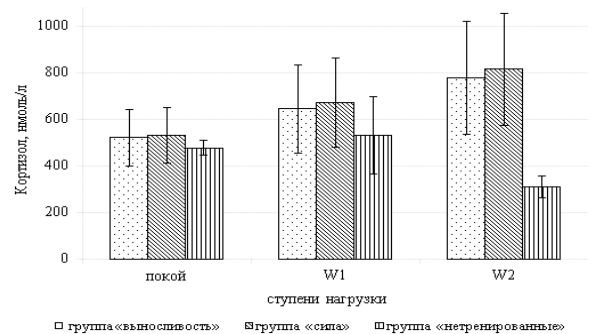


Рис. 2. Содержание кортизола у спортсменов и нетренированных лиц 1-го периода зрелого возраста (22–26 лет) в покое и во время выполнения дозированных физических нагрузок на велоэргометре ($M \pm m$)

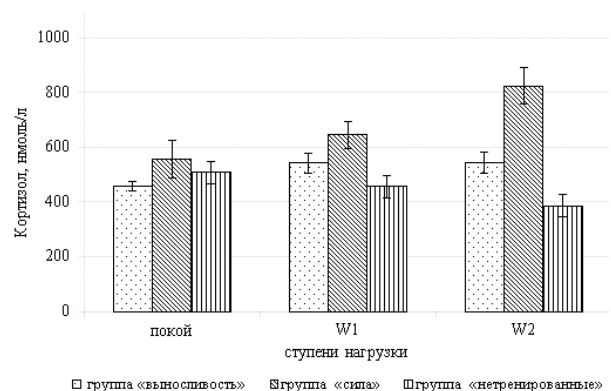


Рис. 3. Содержание кортизола у спортсменов и нетренированных лиц 2-го периода зрелого возраста (40–46 лет) в покое и во время выполнения дозированных физических нагрузок на велоэргометре ($M \pm m$)

Также не выявлены статистически значимые различия в содержании кортизола в состоянии покоя (перед выполнением велоэргометриче-

ского теста) в группе «сила» у спортсменов 40–46 и 22–26 лет ($556,66 \pm 28,72$ и $530,40 \pm 118,48$ нмоль/л, $t = 1,14$, $p > 0,05$). В свою очередь у спортсменов 40–46 лет группы «выносливость» уровень кортизола в состоянии покоя был статистически значимо ниже, чем у их сверстников из группы «сила» ($456,36 \pm 17,06$ нмоль/л против $556,66 \pm 28,72$ нмоль/л; $t = 2,36$, $p < 0,05$). Усиление активности коры надпочечников в исходном состоянии покоя у спортсменов 40–46 лет в группе «сила» до значений содержания кортизола в диапазоне величин 500–600 нмоль/л может быть связано с систематическим влиянием метаболического повреждающего воздействия на работающие мышцы, характерного для силовой тренировки (работа с отягощениями 50–80 % от максимума), что вызывает достоверное повышение уровня в крови не только анаболических стероидов, но и кортизола [6].

В группе «нетренированных» у лиц 40–46 лет содержание кортизола в состоянии покоя было равным $507,1 \pm 40,91$ нмоль/л, у лиц 22–26 лет аналогичный показатель составил $477,9 \pm 31,86$ нмоль/л ($t = 1,26$, $p > 0,05$). Значения нетренированных лиц 1-го и 2-го периодов зрелого возраста не имели статистически значимых различий. В литературе отмечено, что в состоянии покоя содержание кортизола в организме нетренированных мужчин в возрастном диапазоне 18–72 лет поддерживается на одном уровне, несмотря на снижение активности стероидогенеза и уровня АКТГ в крови, очевидно, за счет десинхронизации регуляции их продукции центральными и периферическими регуляторами, особенно гормонами репродуктивной и соматотропной осей [16].

При выполнении велоэргометрического теста ступенчато повышающейся мощности статистически значимые изменения в содержании кортизола в организме спортсменов выявлены на второй ступени нагрузки (W_2), когда мощность и интенсивность выполняемой работы была субмаксимальной. У спортсменов 40–46 лет в группе «выносливость» содержание кортизола в организме во время выполнения теста значимо

не изменилось ($456,36 \pm 17,06$ нмоль/л в исходном состоянии, $544,34 \pm 40,00$ нмоль/л во время нагрузки, $t = 1,49$, $p > 0,05$), тогда как в группе «сила» статистически значимо увеличилось с $556,66 \pm 28,72$ до $824,7 \pm 67,23$ нмоль/л ($t = 2,17$, $p < 0,05$), что свидетельствовало о большей степени реактивности коры надпочечников. У спортсменов 22–26 лет в группах «выносливость» и «сила» содержание кортизола при выполнении субмаксимальной физической нагрузки по отношению к состоянию покоя не изменялось (группа «выносливость»: покой – $521,1 \pm 120,2$ нмоль/л, нагрузка – $778,5 \pm 240,7$ нмоль/л, $t = 1,23$, $p > 0,05$; группа «сила»: покой – $530,4 \pm 118,48$ нмоль/л, нагрузка – $815,3 \pm 240,59$ нмоль/л, $t = 1,32$, $p > 0,05$). В группе «нетренированных» у лиц 22–26 и 40–46 лет выявлено статистически значимое снижение содержания кортизола при выполнении субмаксимальной физической нагрузки в сравнении с состоянием покоя (22–26 лет: покой – $477,9 \pm 31,86$ нмоль/л, нагрузка – $310,6 \pm 48,14$, $t = 2,20$, $p < 0,05$; 40–46 лет: покой – $507,1 \pm 40,91$ нмоль/л, нагрузка – $386,2 \pm 40,79$, $t = 2,16$, $p < 0,05$).

Также нами выявлены статистически значимые различия в содержании кортизола в организме спортсменов группы «сила» 1-го и 2-го периодов зрелого возраста в состоянии покоя перед выполнением и в динамике выполнения соревновательного упражнения «рывок гири 16 кг». У 40–46 летних спортсменов в состоянии покоя содержание кортизола было равным $878,69 \pm 28,32$ нмоль/л (перед выполнением велоэргометрического теста – $556,66 \pm 28,72$ нмоль/л). После первых 5 мин соревновательного упражнения содержание кортизола в сыворотке крови статистически значимо не изменилось по отношению к уровню покоя (было равным $769,135 \pm 43,69$ нмоль/л, $t = 1,42$, $p > 0,05$). После 10 мин выполнения соревновательного упражнения уровень кортизола достиг значения $902,47 \pm 115,17$ нмоль/л ($p = 1,49$), однако статистически значимых различий между данной величиной и величиной содержания кортизола в покое нами не выявлено. Иная реакция коры надпочечников была отмечена

у спортсменов 22–26 лет: показано статистически значимое увеличение содержания кортизола после 10 мин выполнения соревновательного упражнения. Так, в покое содержание кортизола в организме 22–26-летних спортсменов было равно $521,13 \pm 53,57$ нмоль/л, на 5-й минуте соревновательного упражнения значимого повышения показателя не произошло ($644,57 \pm 63,91$ нмоль/л), и на 10-й минуте наблюдалось его значимое увеличение до $778,49 \pm 81,56$ нмоль/л ($t = 2,34$, $p < 0,05$).

Таким образом, при выполнении велоэргометрического теста ступенчато повышающейся мощности выявлены следующие типы адаптационной реакции коры надпочечников на субмаксимальную нагрузку:

- реакция, связанная с повышением содержания кортизола, выявлена у спортсменов группы «сила» 40–46 лет;

- реакция, связанная с отсутствием изменений в содержании кортизола, выявлена у спортсменов групп «выносливость» 22–26 и 40–46 лет и у спортсменов группы «сила» 22–26 лет;

- реакция, связанная со снижением содержания кортизола, выявлена у нетренированных лиц 22–26 и 40–46 лет;

- при выполнении спортсменами группы «сила» силового соревновательного упражнения «рывок гири 16 кг» показан тип реакции, связанный с повышением содержания кортизола (он выявлен у спортсменов 22–26 лет) и тип реакции, связанный с отсутствием изменений содержания кортизола, сочетающийся с повышением фонового уровня содержания кортизола до значений 800–900 нмоль/л (выявлен у спортсменов 40–46 лет).

Известно, что повышение концентрации кортизола в крови, несмотря на свою положительную роль (мобилизация энергообеспечения – белковых и жировых ресурсов) в реализации «аварийного» этапа адаптации к физическим нагрузкам, может приводить к проявлению отрицательных повреждающих эффектов (распад сократительных белков) на уровне сердечно-сосудистой системы при условии избыточного выброса кортикостероидов,

что показано известными авторами [3, 11]. Выявленный нами тип адаптационной реакции, связанной с повышением содержания кортизола в организме спортсменов в ответ на физические нагрузки, свидетельствует об активации стресс-реализующей системы в связи с необходимостью мобилизации энергетических резервов при больших энергетических тратах. Этим объясняется увеличение энергетических трат на 10-й минуте выполнения силового соревновательного упражнения «рывок гири 16 кг» спортсменами группы «сила» 22–26 лет и при выполнении субмаксимальной велоэргометрической нагрузки спортсменами группы «сила» 40–46 лет. В случае спортсменов группы «сила» 1-го периода зрелого возраста необходимость в мобилизации энергетических резервов вызывается величиной нагрузки, возрастающей при силовом характере работы, несмотря на адаптацию к ней. Очевидно, что продолжительность адаптации к силовой тренировке больше в сравнении со временем, необходимым для адаптации к другим видам тренировки, например, тренировки выносливости, что связано со значительным утомлением центральной нервной системы в результате напряжений силового характера и согласуется с результатами, полученными в работе [17].

Реакции, связанные с отсутствием изменений в содержании кортизола в организме в ответ на физические нагрузки, обсуждаются в литературе в аспекте проблемы ареактивности стресс-реализующей системы [7, 11]. С одной стороны, показано, что результатом долговременной адаптации к физическим нагрузкам на уровне нейро-гормонального звена является уменьшение (или полное угасание) степени его мобилизации при нагрузках в связи со снижением адренореактивности. С другой стороны, подчеркивается, что в большей степени угасание стресс-реакции характерно для спортсменов, тренирующих аэробную выносливость [2, 18]. Так, в результате тренировки выносливости увеличение мощности системы митохондрий и оксидативной способности скелетных мышц позволяет спортсмену во время интенсивных

нагрузок значительно экономизировать энергозатраты и отодвинуть время наступления утомления. Силовая направленность физических нагрузок не приводит к столь значительному повышению устойчивости к оксидативному стрессу [2, 19], в связи с чем снижения реактивности нервных центров и исполнительных органов к повреждающим воздействиям метаболических факторов утомления не происходит, стресс-реакция реализуется в значительной степени [11]. Нами показано отсутствие изменений в содержании кортизола в группе «выносливость» в ответ на субмаксимальную велоэргометрическую нагрузку, которая являлась для этих спортсменов специфической. Очевидно, что в данных случаях имеет место проявление адаптационной ареактивности стресс-реализующей системы, сформировавшейся в процессе долговременной адаптации к специфическим для аэробной тренировки факторам утомления метаболического происхождения и обусловлено повышением устойчивости к ним. При этом проявление адаптационной ареактивности у спортсменов группы «выносливость» наблюдается уже в начале первого периода зрелости и сохраняется в течение длительного времени.

Случай со спортсменами 40–46 лет группы «сила», у которых отсутствие изменений в содержании кортизола во время силовой соревновательной нагрузки сочеталось с высоким исходным уровнем содержания кортизола, можно объяснить с позиций условно-рефлекторного усиления симпато-адреналового звена стресс-реализующей системы перед выполнением соревновательного упражнения. Такой эффект может быть вызван бурной эмоциональной реакцией на соревновательный характер нагрузки [3] и в дополнение обусловлен возрастным повышением симпатической активности [8, 20]. Необходимо также отметить, что у спортсменов группы «сила» 40–46 лет содержание кортизола в организме перед выполнением стандартного велоэргометрического теста было значительно выше в сравнении со сверстниками группы «выносливость». Более того, при выполнении велоэргометрической субмаксимальной

нагрузки содержание кортизола у этих спортсменов значимо возросло. По нашему мнению, повышение реактивности коры надпочечников, изменение гормонального профиля в сторону увеличения содержания кортизола в организме у спортсменов группы «сила» 40–46 лет является устойчивой целесообразной адаптационной реакцией в связи с ежедневной острой необходимостью в мобилизации энергии при силовом характере работы, которая в завершении периода зрелости выполняется на пределе функциональных возможностей.

Реакции, связанные с понижением содержания кортизола в организме в ответ на нагрузку, в литературе связываются с проблемой глюкокортикоидной недостаточности, вызванной угнетением деятельности гипофизарно-адреналовой системы в условиях выполнения предельных для организма физических нагрузок, что не может рассматриваться как положительная приспособительная реакция [3]. Скорее в этих случаях надо говорить о расстройстве приспособительных реакций. Одной из возможных причин угнетения адрено-кортикальной активности во время выполнения предельных нагрузок является чересчур раннее и чрезмерно выраженное ее усиление [5]. В связи с этим субмаксимальная физическая нагрузка, предлагаемая группе «нетренированных» лиц, являлась предельной, что провоцировало быстрое развитие процессов утомления, истощение глюкокортикоидной функции, что подтверждается низким уровнем работоспособности этих людей.

Выводы:

1. У спортсменов группы «выносливость» 1-го и 2-го периодов зрелости выполнение субмаксимальной физической нагрузки специфического характера не вызывает изменений в содержании кортизола в организме, что обусловлено повышением устойчивости организма к факторам утомления метаболического происхождения, характерным для данной мощности нагрузки.

2. У спортсменов группы «сила» 2-го периода зрелого возраста выявлено повышение реактивности коры надпочечников, изменение

гормонального профиля в сторону увеличения содержания кортизола в организме в связи с предельными напряжениями при выполнении ежедневной силовой работы. Соревновательные нагрузки для спортсменов данной возрастной группы должны быть ограничены по причине чрезмерного усиления симпато-адреналового звена, обусловленного значительным эмоциональным возбуждением.

3. Усиление функций стероидогенеза, поддерживающих содержание тестостерона в организме спортсменов в рамках верхней границы

возрастной нормы в диапазоне 1-го и 2-го периодов зрелости, обусловлено усилением всех эндокринных функций организма в процессе адаптации к физическим нагрузкам.

4. Применение высокоинтенсивных физических нагрузок вызывает у нетренированных лиц угнетение стресс-реализующих функций, снижение содержания кортизола в ответ на данную нагрузку уже в первом периоде зрелости. Также в группе нетренированных мужчин снижение функции стероидогенеза наблюдается и в отношении продукции тестостерона.

Список литературы

1. Calabrese V., Scapagnini G., Davinelli S., Koverech G., Koverech A., De Pasquale C., Salinaro A.T., Scuto M., Calabrese E.J., Genazzani A.R. Sex Hormonal Regulation and Hormesis in Aging and Longevity: Role of Vitagenes // *J. Cell Commun. Signal.* 2014. Vol. 8, № 4. P. 369–384.
2. Di Blasio A., Izzicupo P., Tacconi L., Di Santo S., Leogrande M., Bucci I., Ripari P., Di Baldassarre A., Napolitano G. Acute and Delayed Effects of High-Intensity Interval Resistance Training Organization on Cortisol and Testosterone Production // *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2014. Vol. 2014, № 11.
3. Вуру А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. М., 1977. 176 с.
4. Diment B.C., Fortes M.B., Edwards J.P., Hanstock H.G., Ward M.D., Dunstall H.M., Friedmann P.S., Walsh N.P. Exercise Intensity and Duration Effects on *in vivo* Immunity // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2014. Vol. 11, № 16. P. 49–64.
5. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник тренера высш. квалификации. М., 2005. 820 с.
6. Попов Д.В., Цвиркун Д.В., Нетреба А.И., Тарасова О.С., Простова А.Б., Ларина И.М., Боровик А.С., Виноградова О.В. Увеличение мышечной массы и силы при низкоинтенсивной силовой тренировке без расслабления связано с гормональной адаптацией // *Физиология человека.* 2006. Т. 32, № 5. С. 121–127.
7. Остроумова М.Н., Высочин Ю.В., Земцовский Э.В., Кузнецова Г.Г., Зильбер М.Л., Химич О.К., Кавелич В.Б., Крупская Л.Н. Регуляция секреции глюкокортикоидов при спортивной деятельности // *Физиология человека.* 1989. Т. 15, № 4. С. 68–78.
8. Резников А.Г. Эндокринологические аспекты стресса // *Международ. эндокринолог. журн.* 2007. № 4(10). С. 11–17.
9. Wright B., O'Brien S., Hazi A., Kent S. Increased Systolic Blood Pressure Reactivity to Acute Stress Is Related with Better Self-Reported Health // *Sci. Rep.* 2014. Vol. 13, № 4. P. 68–82.
10. Тюзиков И.А. Андрогенный дефицит у мужчин как междисциплинарная проблема: результаты пилотного эпидемиологического исследования частоты андрогенного дефицита у мужчин в амбулаторной практике врачей различных специальностей (ярославское исследование) // *Рус. мед. журн.* 2013. № 12. С. 660–662.
11. Меерсон Ф.З., Пшеничкова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М., 1988. 256 с.
12. Филиппов М.М., Погодина С.В., Юферев В.С. Гонадо-надпочечниковые изменения у спортсменов-ветеранов при мышечной деятельности // *Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки.* 2013. № 2. С. 78–85.
13. Эндокринология: пер. с англ. // под ред. Н. Лавина. М., 1999. 1128 с.
14. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. М., 2005. 312 с.

15. Christoffolete M.A., Silva W.J., Ramos G.V., Bento M.R., Costa M.O., Ribeiro M.O., Okamoto M.M., Lohmann T.H., Machado U.F., Musarò A., Moriscot A.S. Muscle IGF-1-Induced Skeletal Muscle Hypertrophy Evokes Higher Insulin Sensitivity and Carbohydrate Use as Preferential Energy Substrate // *BioMed Res. Int.* 2015. Vol. 2015. doi:10.1155/2015/282984.

16. Кузина И.Н., Кликовский В.В., Смирнова О.В. Возрастные изменения концентрации гормонов кортикотропной оси в крови мужчин: связь с другими гормональными осями // *Физиология человека.* 2010. Т. 36, № 5. С. 101–109.

17. Philippe A.G., Py G., Favier F.B., Sanchez A.M.J., Bonniieu A., Busso Th., Candau R. Modeling the Responses to Resistance Training in an Animal Experiment Study // *BioMed Res. Int.* 2015. Vol. 2015. doi:10.1155/2015/914860.

18. Petriz B.A., Franco O.L. Effects of Hypertension and Exercise on Cardiac Proteome Remodelling // *BioMed Res. Int.* 2014. Vol. 2014. doi:10.1155/2014/634132.

19. Kraemer W.J., Adams K., Cafarelli E., Dudley G.A., Dooly C., Feigenbaum M.S., Fleck S.J., Franklin B., Fry A.C., Hoffman J.R., Newton R.U., Potteiger J., Stone M.H., Ratamess N.A., Triplett-McBride T. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002. Vol. 34, № 2. P. 364–380.

20. Фролькис В.В. Регулирование, приспособление, старение. Л., 1970. 432 с.

References

1. Calabrese V., Scapagnini G., Davinelli S., Koverech G., Koverech A., De Pasquale C., Salinaro A.T., Scuto M., Calabrese E.J., Genazzani A.R. Sex Hormonal Regulation and Hormesis in Aging and Longevity: Role of Vitagenes. *J. Cell Commun. Signal.*, 2014, vol. 8, no. 4, pp. 369–384.

2. Di Blasio A., Izzicupo P., Tacconi L., Di Santo S., Leogrande M., Bucci I., Ripari P., Di Baldassarre A., Napolitano G. Acute and Delayed Effects of High-Intensity Interval Resistance Training Organization on Cortisol and Testosterone Production. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 2014, vol. 2014, no. 11.

3. Viru A.A. *Funktsii kory nadpochechnikov pri myshechnoy deyatelnosti* [Adrenal Cortex Functions During Muscle Activity]. Moscow, 1977. 176 p.

4. Diment B.C., Fortes M.B., Edwards J.P., Hanstock H.G., Ward M.D., Dunstall H.M., Friedmann P.S., Walsh N.P. Exercise Intensity and Duration Effects on *in vivo* Immunity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2014, vol. 11, no. 16, pp. 49–64.

5. Platonov V.N. *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiyskom sporte. Obshchaya teoriya i ee prakticheskie prilozheniya* [The System of Athlete Training in Olympic Sports. The General Theory and Its Practical Applications]. Moscow, 2005. 820 p.

6. Popov D.V., Tsvirkun D.V., Netroba A.I., Tarasova O.S., Prostova A.B., Larina I.M., Borovik A.S., Vinogradova O.V. Uvelichenie myshechnoy massy i sily pri nizkointensivnoy silovoy trenirovke bez rasslableniya svyazano s gormonal'noy adaptatsiyey [Hormonal Adaptation Determines the Increase in Muscle Mass and Strength During Low-Intensity Strength Training Without Relaxation]. *Fiziologiya cheloveka*, 2006, vol. 32, no. 5, pp. 121–127.

7. Ostroumova M.N., Vysochin Yu.V., Zemtsovskiy E.V., Kuznetsova G.G., Zil'ber M.L., Khimich O.K., Kavelich V.B., Krupskaya L.N. Regulyatsiya sekretsii glyukokortikoidov pri sportivnoy deyatelnosti [Regulation of Glucocorticoid Secretion at Sporting Activities]. *Fiziologiya cheloveka*, 1989, vol. 15, no. 4, pp. 68–78.

8. Reznikov A.G. Endokrinologicheskie aspekty stressa [Endocrinological Aspects of Stress]. *Mezhdunarodnyy endokrinologicheskyy zhurnal*, 2007, no. 4(10), pp. 11–17.

9. Wright B., O'Brien S., Hazi A., Kent S. Increased Systolic Blood Pressure Reactivity to Acute Stress Is Related with Better Self-Reported Health. *Sci. Rep.*, 2014, vol. 13, no. 4, pp. 68–82.

10. Tyuzikov I.A. Androgenny deficit u muzhchin kak mezhdistsiplinarnaya problema: rezul'taty pilotnogo epidemiologicheskogo issledovaniya chastoty androgennogo defitsita u muzhchin v ambulatornoy praktike vrachey razlichnykh spetsial'nostey (yaroslavskoe issledovanie) [Androgen Deficiency in Men as an Interdisciplinary Issue: Results of a Pilot Epidemiological Research into the Incidence of Androgen Deficiency in Men within the Patient Practice of Doctors of Various Specialities (Yaroslavl Study)]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal*, 2013, no. 12, pp. 660–662.

11. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. *Adaptatsiya k stressornym situatsiyam i fizicheskim nagruzkam* [Adaptation to Stress Situations and Physical Activity]. Moscow, 1988. 256 p.

12. Filippov M.M., Pogodina S.V., Yuferev V.S. Gonado-nadpochechnikovye izmeneniya u sportsmenok-veteranov pri myshechnoy deyatelnosti [Gonadal and Adrenal Changes in Veteran Sportswomen During Muscular Activity]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2013, no. 2, pp. 78–85.
13. *Endokrinologiya* [Endocrinology]. Ed. by Lavin N. Moscow, 1999. 1128 p.
14. Belotserkovskiy Z.B. *Ergometricheskie i kardiologicheskie kriterii fizicheskoy rabotosposobnosti u sportsmenov* [Ergometric and Cardiological Criteria for Physical Performance in Athletes]. Moscow, 2005. 312 p.
15. Christoffolete M.A., Silva W.J., Ramos G.V., Bento M.R., Costa M.O., Ribeiro M.O., Okamoto M.M., Lohmann T.H., Machado U.F., Musarò A., Moriscot A.S. Muscle IGF-1-Induced Skeletal Muscle Hypertrophy Evokes Higher Insulin Sensitivity and Carbohydrate Use as Preferential Energy Substrate. *BioMed Res. Int.*, 2015, vol. 2015. doi: 10.1155/2015/282984.
16. Kuzina I.N., Kilikovskiy V.V., Smirnova O.V. Vozrastnye izmeneniya kontsentratsii gormonov kortikotropnoy osi v krovi muzhchin: svyaz' s drugimi gormonal'nymi osyami [Age-Related Changes in the Blood Concentrations of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis Hormones in Healthy Men: Relations with Other Hormonal Axes]. *Fiziologiya cheloveka*, 2010, vol. 36, no. 5, pp. 101–109.
17. Philippe A.G., Py G., Favier F.B., Sanchez A.M.J., Bonniou A., Busso Th., Candau R. Modeling the Responses to Resistance Training in an Animal Experiment Study. *BioMed Res. Int.*, 2015, vol. 2015. doi: 10.1155/2015/914860.
18. Petriz B.A., Franco O.L. Effects of Hypertension and Exercise on Cardiac Proteome Remodelling. *BioMed Res. Int.*, 2014, vol. 2014. doi: 10.1155/2014/634132.
19. Kraemer W.J., Adams K., Cafarelli E., Dudley G.A., Dooly C., Feigenbaum M.S., Fleck S.J., Franklin B., Fry A.C., Hoffman J.R., Newton R.U., Pottleiger J., Stone M.H., Ratamess N.A., Triplett-McBride T. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2002, vol. 34, no. 2, pp. 364–380.
20. Frol'kis V.V. *Regulirovanie, prisposoblenie, starenie* [Regulation, Adaptation, Ageing]. Leningrad, 1970. 432 p.

Pogodina Svetlana Vladimirovna

V.I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol, Russia)

Filippov Mikhail Mikhailovich

National University of Physical Education and Sports of Ukraine (Kiev, Ukraine)

Yuferev Vladimir Sergeevich

V.I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol, Russia)

STEROID HORMONE CONTENT IN ATHLETES AND UNTRAINED MEN OF THE FIRST AND SECOND PERIODS OF MATURITY

This article discusses cortisol and testosterone levels in athletes of the first (22–26 years) and second (40–46 years) periods of maturity, involved in sports aiming to develop aerobic endurance (“endurance” group) and strength (“strength” group). We also examined untrained men (“untrained” group). We determined cortisol and testosterone levels in the serum using the enzyme-linked immunosorbent assay. Cortisol levels were recorded in all the subjects performing bicycle exercise with increasing speed. In addition, cortisol content in the “strength” group was studied during a 16 kg kettlebell snatch. The “strength” group in the second period of maturity had a statistically significant increase in cortisol during the submaximal bicycle exercise testing. The “endurance” group showed no changes in cortisol level. The athletes from the “strength” group in the second period of maturity showed increased cortisol levels ranging between 800 and 900 nmol/l prior to the 16 kg kettlebell snatch. In the “untrained” group of the first and second periods of maturity, cortisol level in response to exercise decreased. The main conclusion is that such strength exercises as kettlebell snatch should be restricted in the “strength” group of athletes in the second period of maturity due to the excessive activation of the sympathoadrenal

system prior to this type of loads. In untrained individuals, high-intensity physical loads inhibit the stress-realizing functions and decrease the cortisol level already in the first period of maturity. Reduced function of steroidogenesis in this group was also observed in terms of testosterone production.

Keywords: *cortisol, testosterone, mature athletes, aerobic load, anaerobic load, untrained person.*

Контактная информация:

Погодина Светлана Владимировна

адрес: 295007, Республика Крым, г. Симферополь, просп. Вернадского, д. 4;

e-mail: sveta_pogodina@mail.ru

Филиппов Михаил Михайлович

адрес: Украина, 03680, г. Киев, ул. Физкультуры, д. 1;

e-mail: filmish@ukr.net

Юферев Владимир Сергеевич

адрес: 295007, Республика Крым, г. Симферополь, просп. Вернадского, д. 4;

e-mail: yuvser@live.ru