

СВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСА СПОРТСМЕНОВ С РЕЗУЛЬТАТАМИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОГО НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

С.Д. Мегерян

Ростовская клиническая больница Южного окружного медицинского центра ФМБА России, г. Ростов-на-Дону

Цель работы – выявить особенности функционирования эндокринной системы у юношей, профессионально занимающихся спортом. Обследованы 70 спортсменов и 70 курсантов морской академии. Проводили ультразвуковое исследование щитовидной железы, оценку гормонального статуса (определение концентраций в сыворотке крови пролактина, кортизола, тиреотропного гормона (ТТГ), свободного тироксина, антител к тиреопероксидазе), микроэлементов сыворотки крови (уровень кальция и магния). Установлено, что в крови у спортсменов по сравнению с лицами, не занимающимися профессиональным спортом, достоверно выше концентрация ТТГ и ниже концентрации кортизола и свободного тироксина. У спортсменов выявлена положительная корреляция между уровнем кортизола, ТТГ, свободного тироксина и пролактина в сыворотке крови. В исследовании также установлено, что у спортсменов значительно выше содержание кальция, магния и уровень гемоглобина в сыворотке крови. Высокий уровень ТТГ и относительно низкие значения кортизола могут рассматриваться как показатели более высокой тренированности спортсменов и расцениваться как отражение оптимальной адаптации гипофизарно-тиреоидной и гипофизарно-надпочечниковой систем к систематическим высоким физическим нагрузкам.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эндокринная система, щитовидная железа, гормоны, физические нагрузки.

ASSOCIATION OF THE HORMONAL STATUS PARAMETERS WITH THE RESULTS OF THE CARDIORESPIRATORY EXERTION TEST IN ATHLETES

S.D. Megeryan

Federal Medical and Biological Agency of Russia (FMBA), Southern District Center of Medicine, Rostov Clinical Hospital, Rostov-on-Don

The aim of this study was to identify the specifics of the endocrine system functioning in males professionally involved in sports. We have observed 70 sportsmen and 70 students of the Maritime Academy. The check-up included the following procedures: the ultrasound examination of the thyroid gland, assessment of the hormonal status (measuring concentrations of prolactin, cortisol, thyroid stimulating hormone, free thyroxin, antibodies to thyroid peroxidase in the blood serum), complete blood count (assessment of the hemoglobin level), assessment of microelements in the blood serum (calcium and magnesium levels). The study has established that athletes have significantly higher concentrations of thyroid-stimulating hormone and lower concentrations of cortisol and free thyroxin, as compared to people not involved in sports. A positive correlation between the levels of cortisol, thyroid-stimulating hormone, free thyroxin and prolactin in the blood serum has been found in athletes. The high levels of thyroid-stimulating hormone and relatively low values of cortisol may be considered as indicators of a better athlete's performance and a reflection of the optimal adaptation of the pituitary-thyroid and pituitary-adrenal systems to systematic high physical loads.

KEYWORDS: endocrine system, thyroid, hormones, physical activity.

Высокие физические нагрузки, свойственные современному спорту, предъявляют особые требования к энергообеспечивающей системе организма спортсменов. Спортивный результат зависит от того, насколько эффективно организм спортсмена сможет мобилизовать и использовать энергетические субстраты и насколько совершенно будет сформирована система регуляции этих процессов [1, 2].

Важная роль в адаптации спортсменов к высокому уровню физической нагрузки традиционно от-

водится системе «гипофиз – кора надпочечников», при этом нельзя забывать и о влиянии щитовидной железы, исключительно значимая роль которой в регуляции энергетического обмена в организме не вызывает сомнений [3]. Нормальный уровень тиреоидных гормонов необходим для функционирования всех систем организма, а при нарушении функции изменения носят полисистемный характер [4].

Гормоны щитовидной железы посредством повышения чувствительности тканей к адреналину

и норадреналину увеличивают частоту сердечных сокращений (ЧСС), а также сами оказывают непосредственное воздействие на сократимость сердца: при понижении концентрации тироксина она снижается, а при повышении – увеличивается [3]. Положительный инотропный эффект тиреоидных гормонов объясняется не только их непосредственным действием на миокард (участие в синтезе и модуляции активности сократительных белков и транспорте кальция), но и регуляцией системного сосудистого сопротивления [5].

Известно, что под регулирующим воздействием гормонов щитовидной железы находится и плотность костной ткани. Следовательно, существует связь уровня гормонов щитовидной железы и кальция. Под воздействием повышенного уровня гормонов щитовидной железы снижается плотность костной ткани [6].

Изучена общая направленность изменения гормонов в крови при физической нагрузке. Установлено, что при физической нагрузке повышается уровень адреналина, глюкагона, соматотропина (СТГ), адренкортикотропного гормона (АКТГ), кортизола, тестостерона, тироксина, при этом снижается уровень эстрадиола и инсулина [7]. У перетренированных спортсменов в ответ на нагрузку снижается выброс АКТГ, СТГ, адреналина и кортизола [8]. При утомлении и перетренированности наблюдаются снижение функции щитовидной железы, изменение функционирования системы гипоталамус–гипофиз [9].

У спортсменов высокой квалификации в процессе адаптации к физическим нагрузкам происходит перестройка нейрогуморальной регуляции всех функциональных систем организма [10, 11].

Для изучения функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсмена используются нагрузочные тесты, в частности тредмил-тест. Они дают неоценимую диагностическую информацию об особенностях сократительной активности сердечной мышцы, толерантности к физической нагрузке, индивидуально-нормативных и предельно допустимых уровнях ее интенсивности, порогах выносливости и др. [12].

Целью настоящего исследования стало изучение особенностей функционирования эндокринной системы у юношей, профессионально занимающихся спортом.

Выявлены изменения функционирования эндокринной системы, возникающие в организме вследствие длительного воздействия повышенной физической нагрузки, выделены показатели, отражающие особенности адаптации организма спортсмена к высоким тренировочным нагрузкам.

В литературе традиционно большое внимание уделяется изменениям гормонального статуса после физической нагрузки в разные временные промежутки, но недостаточно данных изучения уровня гормонов в крови, а также уровня кальция и магния после отпуска, в межсоревновательный период. В то же время изучение этих показателей в динамике может помочь понять, достаточно ли восстановился организм спортсмена, готов ли он к проведению тренировок, соревнованиям и т.д.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Всего были обследованы 140 юношей. В основную группу включены 70 юношей, профессионально занимающихся спортом, средний возраст – $22,71 \pm 0,27$ года, без патологии эндокринной системы по данным анамнеза. Обследование проводили после отпуска, до начала соревнований и интенсивных физических нагрузок во время тренировок. Группой сравнения были 70 курсантов морской академии, средний возраст – $20,50 \pm 0,1$ года, без патологии эндокринной системы в анамнезе.

При обследовании юношей во время первого и второго этапов исследования были изучены антропометрические показатели, определен индекс массы тела (ИМТ), проведены клинические исследования: общий анализ крови, биохимический анализ крови с определением уровня кальция и магния в сыворотке крови. Оценку гормонального статуса (определение концентраций в сыворотке крови пролактина, кортизола, тиреотропного гормона (ТТГ), свободного тироксина (Т4св), антител к тиреопероксидазе (АТ к ТПО)) проводили на автоматическом иммунохемилюминесцентном анализаторе IMMULITE 2000.

Всем юношам осуществляли ультразвуковое исследование (УЗИ) щитовидной железы с определением ее объема, типа кровотока, описанием узловых образований.

Во время второго этапа исследования (через 3 года) спортсменам дополнительно проводили нагрузочное тестирование (тредмил-тест).

Статистическую обработку выполняли с помощью программ Statistica 7.0 и MatLab. Полученные количественные показатели обрабатывали методами описательной статистики, корреляционно-го анализа Спирмена, определения достоверности различия средних с применением критериев Student, Mann–Whitney в зависимости от типа распределения. Различия считали достоверными при уровне значимости более 95% ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходно при проведении УЗИ у 8 (9,5%) спортсменов было выявлено увеличение щитовидной железы, тогда как у всех курсантов ее объем был в норме. Сред-

ние значения объема щитовидной железы у спортсменов составили $19,24 \pm 0,58 \text{ см}^3$, что в 1,5 раза больше, чем у курсантов ($12,34 \pm 0,4 \text{ см}^3$) ($p < 0,01$).

Уровень кальция в сыворотке крови был достоверно выше у спортсменов, чем у курсантов ($2,43 \pm 0,01$ и $2,22 \pm 0,03$ ммоль/л соответственно, $p < 0,05$). Уровень магния был также достоверно выше у спортсменов, чем у курсантов ($0,97 \pm 0,01$ и $0,90 \pm 0,01$ ммоль/л соответственно, $p < 0,05$). Достоверно более высокий уровень кальция и магния у спортсменов может быть связан с формированием хронического физического перенапряжения в условиях предельно высокого уровня физических нагрузок.

При исследовании гормонального статуса были получены следующие результаты. Уровень кортизола в плазме крови у спортсменов был досто-

верно ниже, чем в группе сравнения ($13,19 \pm 0,31$ и $18,78 \pm 0,66 \text{ мг/дл}$ соответственно, $p < 0,01$). Более низкий уровень кортизола у спортсменов, по-видимому, связан с высоким уровнем физической подготовки и лучшей адаптацией организма к стрессу физических усилий.

Уровень ТТГ был выше у спортсменов, чем у курсантов ($1,99 \pm 0,09$ и $1,59 \pm 0,08 \text{ мIU/ml}$ соответственно, $p < 0,01$).

Уровень Т4св у спортсменов был достоверно ниже, чем у курсантов ($1,07 \pm 0,01$ и $1,25 \pm 0,04 \text{ нг/дл}$ соответственно, $p < 0,01$). Уровень АТ к ТПО был также достоверно ниже у спортсменов, чем у курсантов ($0,52 \pm 0,04$ и $4,43 \pm 0,98 \text{ IU/ml}$ соответственно, $p < 0,001$). Уровень пролактина в обеих группах достоверно не различался ($10,66 \pm 0,36$ и $12,68 \pm 0,68 \text{ нг/мл}$ соответственно, $p > 0,05$) (табл. 1).

Таблица 1

Показатели ($M \pm m$) гормональных и биохимических исследований крови у спортсменов основной группы и группы сравнения

Показатель	Основная группа (n=70)	Группа сравнения (n=70)	p
ТТГ, мIU/ml	$1,99 \pm 0,09$	$1,59 \pm 0,08$	0,006
Т4св, нг/дл	$1,07 \pm 0,01$	$1,25 \pm 0,04$	0,0001
АТ к ТПО, IU/ml	$0,52 \pm 0,04$	$4,43 \pm 0,98$	<0,001
Пролактин, нг/мл	$10,66 \pm 0,36$	$12,68 \pm 0,68$	0,105
Кортизол, мг/дл	$13,19 \pm 0,31$	$18,78 \pm 0,66$	<0,001
Ca ²⁺ , ммоль/л	$2,43 \pm 0,01$	$2,22 \pm 0,03$	<0,001
Mg ²⁺ , ммоль/л	$0,97 \pm 0,01$	$0,9 \pm 0,01$	0,006

Примечание: различие средних оценивали по критерию Манна–Уитни.

У спортсменов была выявлена сильная положительная корреляция между уровнями кортизола и ТТГ (0,30), пролактина и ТТГ (0,37), кортизолом (0,35), Т4св (0,23). Данный факт, вероятно, можно объяснить напряжением адаптационных возможностей в системе «гипофиз – щитовидная железа» и «гипофиз–надпочечники», мобилизацией и оптимальным взаимодействием составляющих эндокринной системы организма в условиях высокого уровня физических нагрузок. Необходимо отметить, что у курсантов такой корреляции не выявлено. Вероятно, это можно объяснить значитель-

но более низким уровнем физических нагрузок у данной группы. В контрольной группе выявлена сильная положительная корреляция между объемом щитовидной железы и уровнем ТТГ (0,27), АТ к ТПО (0,24), весом (0,29) и ИМТ (0,30), что можно охарактеризовать как закономерную адаптационную реакцию организма в виде увеличения объема щитовидной железы в ответ на повышение уровней ТТГ и АТ к ТПО. Между уровнем кальция сыворотки крови и АТ к ТПО обнаружена отрицательная корреляционная связь умеренной степени выраженности (-0,41) (табл. 2).

Таблица 2

Структура корреляционных связей между гормональными и биохимическими показателями у спортсменов основной группы и группы сравнения

Показатель	Стат. вел.	ТТГ	Т4св	АТ к ТПО	Пролактин	Кортизол	Ca ²⁺
		Основная группа (n=70)					
Т4св, нг/дл	R p	-0,01 0,97	-	-	-	-	-
АТ к ТПО, IU/ml	R p	-0,05 0,89	0,02 0,91	-	-	-	-
Пролактин, нг/мл	R p	0,37 0,001	0,23 0,02	0,23 0,02	-	-	-
Кортизол, мг/дл	R p	0,30 0,003	0,32 0,002	0,01 0,94	0,35 0,0006	-	-
Ca ²⁺ , ммоль/л	R p	0,14 0,62	0,09 0,75	-0,16 0,47	0,18 0,69	-0,04 0,97	-
Mg ²⁺ , ммоль/л	R p	-0,02 0,85	-0,03 0,84	0,04 0,89	-0,08 0,90	0,03 0,93	0,27 0,005
		Группа сравнения (n=70)					
Т4св, нг/дл	R p	-0,08 0,94	-	-	-	-	-
АТ к ТПО, IU/ml	R p	0,09 0,76	-0,01 0,93	-	-	-	-
Пролактин, нг/мл	R p	0,001 0,99	0,19 0,74	0,14 0,57	-	-	-
Кортизол, мг/дл	R p	0,02 0,92	0,20 0,46	-0,17 0,38	0,18 0,41	-	-
Ca ²⁺ , ммоль/л	R p	0,10 0,68	0,04 0,92	-0,41 0,002	0,02 0,98	0,03 0,87	-
Mg ²⁺ , ммоль/л	R p	0,14 0,58	-0,04 0,92	0,04 0,93	0,17 0,72	0,05 0,96	0,08 0,84

Примечание: выделены статистически значимые корреляционные связи.

Коэффициент максимального потребления кислорода (МПК) имел сильную положительную корреляцию с весом ($p < 0,015$), уровнем гемоглобина ($p < 0,012$) и Т4св сыворотки крови ($p < 0,036$) спортсменов, коэффициент METs – с весом ($p < 0,022$), уровнем гемоглобина и Т4св ($p < 0,013$), кортизолом ($p < 0,028$) сыворотки крови спортсменов.

Показатель ЧСС в покое имел сильную положительную корреляцию с уровнем Т4св ($p < 0,028$), кортизолом ($p < 0,051$) сыворотки крови спортсменов.

ЧСС через 3 минуты имела сильную положительную корреляцию с уровнем магния сыворотки крови спортсменов ($p < 0,02$) (табл. 3).

Корреляционная связь основных параметров нагрузочного тестирования с показателями гормонального статуса спортсменов

Корреляционная пара показателей	R	p
МПК, мл/кг/мин, & Вес (кг)	-0,290	0,015
МПК, мл/кг/мин, & Гемоглобин (г/л)	0,299	0,012
МПК, мл/кг/мин, & Т4св (нг/дл)	-0,252	0,036
МЕТсотн.ед. & Вес (кг)	-0,274	0,022
МЕТсотн.ед. & Гемоглобин (г/л)	0,296	0,013
МЕТсотн.ед. & Т4св (нг/дл)	-0,263	0,028
МЕТсотн.ед. & Кортизол (мг/дл)	0,299	0,050
ЧСС в покое, уд./мин, & Т4св (нг/дл)	0,262	0,028
ЧСС в покое, уд./мин, & Кортизол (мг/дл)	-0,216	0,051
ЧСС 3 мин, уд./мин, & Ca ²⁺ (ммоль/л)	0,272	0,023
ЧСС МПК & Mg ²⁺ (ммоль/л)	0,23	0,06

Таким образом, на основании комплексного исследования гормонального статуса установлено, что в крови у спортсменов по сравнению с лицами, не занимающимися профессионально спортом, достоверно выше концентрация ТТГ и ниже концентрации гормона коры надпочечников (кортизола), гормона щитовидной железы (свободного тироксина). Данные изменения отмечаются на фоне достоверного увеличения объема щитовидной железы у спортсменов. При этом индивидуальные значения уровней тиреоидных гормонов не выходят за пределы физиологических нормативов.

Учитывая данные изменения, можно предположить такую реакцию гипофиза на высокий уровень физической нагрузки и состояние длительного стресса у профессиональных спортсменов закономерной. Полученные данные свидетельствуют, что существует связь между уровнем гормонов щитовидной железы и надпочечников и степенью тренированности спортсменов.

Результаты нашего исследования продемонстрировали серьезную зависимость тиреоидной системы у спортсменов от процессов, обеспечивающих физическую подготовку, уровень спортивного мастерства, а ее параметры могут использоваться в качестве дополнительных ориентиров при пла-

нировании и коррекции режима спортивных тренировок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У профессиональных спортсменов вследствие длительного воздействия физической нагрузки высокой интенсивности рост ТТГ синхронизирован с более низким уровнем тиреоидных гормонов (Т4св), относительно более низким уровнем кортизола, тогда как у нетренированных лиц значения Т4св имеют тенденцию к увеличению при относительно более высоком уровне кортизола. Высокий уровень ТТГ и относительно низкие значения кортизола могут рассматриваться как показатели более высокой тренированности спортсменов и расцениваться как отражение оптимальной адаптации гипофизарно-тиреоидной и гипофизарно-надпочечниковой систем к регулярным высоким физическим нагрузкам.

Установлена связь основных показателей нагрузочного тестирования с уровнем гормонов, а также кальция и магния, что дает возможность констатировать более высокий уровень адаптации к интенсивным физическим нагрузкам, возможность более быстрого восстановления у лиц с достаточно высоким уровнем гормонов щитовидной железы, гемоглобина крови и электролитов (кальция и магния).

ЛИТЕРАТУРА

1. Караулова Л.К., Красноперова Н.А., Расулов М.М. Физиология: Учебное пособие. М.: Академия, 2009.
2. Исаев А.П., Аминов А.С., Эрлих В.В. и др. Интегративная система биоэлементов, белков, иммунологической резистентности, ферментативной и гормональной активности спортсменов в условиях развития локально-региональной мышечной выносливости // Теория и практика физической культуры. 2014. № 1. С. 73–79.
3. Цикуниб А.Д., Дживах Б., Кайтмесова С.Р. и др. Особенности адаптации к физическим нагрузкам субмаксимальной мощности в условиях йодной недостаточности // Теория и практика физической культуры. 2013. № 8. С. 27–29.
4. Физиология щитовидной железы, обследование пациентов при ее заболеваниях // Эндокринология по Вильямсу. Заболевания щитовидной железы / Пер. с англ. и под ред. акад. РАН и РАМН И.И. Дедова. М., 2010. С. 19–103.
5. Панченкова Л.А., Юркова Т.Е., Шелковникова М.О. и др. Физическая работоспособность больных ишемической болезнью сердца с субклинической дисфункцией щитовидной железы // Российский кардиологический журнал. 2003. № 6. С. 5–9.
6. Швеллнус М. Олимпийское руководство по спортивной медицине / Пер. с англ. и науч. ред. В.В. Уйба. М., 2011.
7. Орджоникидзе З.Г., Павлов В.И., Дружинин А.Е., Иванова Ю.М. Сотрясение сердца (commotio cordis) как причина внезапной сердечной смерти в спорте // Медицина неотложных состояний. Специализированный научно-практический журнал. 2008. № 1 (14). С. 91–96.
8. Макарова Г.А., Холявко Ю.А. Лабораторные показатели в практике спортивного врача: Справочное руководство. М.: Советский спорт, 2006.
9. Спортивная медицина: Национальное руководство / Под ред. акад. РАН и РАМН А.С. Миронова. М., 2013.
10. Середенко Л.П., Добровольская Н.А., Гуржева Н.И. и др. Использование физических факторов для восстановления работоспособности спортсменов // Теория и практика физического воспитания. 2004. № 3. С. 112–116.
11. Масленникова О.М., Егорова Л.А., Боровикова Т.А. Функциональное состояние организма у спортсменов высокой квалификации с пролапсом митрального клапана // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2017. № 1. С. 67–70.
12. Аксельрод А.С., Чомахидзе П.Ш., Сыркин А.Л. Нагрузочные ЭКГ-тесты: 10 шагов к практике: Учебное пособие. М., 2008.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Мегерян Светлана Дмитриевна, врач-эндокринолог Ростовской клинической больницы Южного окружного медицинского центра ФМБА России, e-mail: sdmfort@rambler.ru, тел.: +7 (960) 446 55 06.