

## ТИРЕОИДНЫЙ СТАТУС СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

**Р.М. Раджабкадиев, К.В. Выборная, С.В. Лавриненко, А.В. Васильев**

*Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва, Россия*

**Цель.** Оценить тиреоидный профиль спортсменов, подверженных различным по интенсивности физическим нагрузкам. **Материал и методы.** Обследовали 146 спортсменов высшего класса, относящихся к следующим видам спорта: бобслей, биатлон, пулевая стрельба сноуборд. Определение в сыворотке крови уровней тиреотропного гормона, свободного трийодтиронина, тироксина и антител к тиреоидной пероксидазе проводили на иммунохимическом анализаторе COBAS e 411 (Roche, Германия). Для оценки соотношения уровня гормонов щитовидной железы к уровню их гипофизарного регулятора использовали интегральный тиреоидный индекс (ИТИ). Также рассчитали индекс прогрессирующей периферической конверсии (ИпПК), отражающий превращение тироксина в его биологически активный метаболит – свободный трийодтиронин. **Результаты.** Среди обследованных мужчин в 40 % случаев у бобслеистов и 29 % у сноубордистов наблюдали повышенное содержание св.Т<sub>3</sub> в крови. Концентрация св.Т<sub>4</sub> у всех обследованных спортсменов, как у мужчин, так и у женщин, находилась в пределах нормы. Приблизительно у 25 % обследованных мужчин наблюдались низкие значения ИТИ. У женщин подобное наблюдалось среди представительниц пулевой стрельбы и бобслея в 25 % и 33 % случаев соответственно. Выявили достоверное превышение содержания АТ-ТПО у мужчин-биатлонистов и бобслеистов (в среднем на 56 %) по сравнению с показателями стрелков и сноубордистов. Анализ содержания ТТГ у мужчин выявил превышение его уровня относительно референтных интервалов у 43 % бобслеистов, 19 % стрелков, 10 % биатлонистов и сноубордистов. Среди женщин высокие показатели ТТГ были характерны для 25 % спортсменок, специализирующихся в пулевой стрельбе и бобслее. **Заключение.** Статистически значимых различий в содержании тиреоидных гормонов в сравниваемых группах спорта обнаружено не было, что, вероятно, может быть объяснено активностью дейодиназы на локальном, внутриклеточном уровне. При этом у существенного количества обследованных показатели ИТИ и АТ-ТПО находились за пределами физиологической нормы.

**Ключевые слова:** йодтиронины, щитовидная железа, физическая нагрузка, адаптация, гормоны, спорт, тиреоидный статус.

**Введение.** Ежедневные тренировочные нагрузки, которым подвергаются спортсмены на протяжении всей спортивной карьеры, неизбежно приводят к перестройке функциональных систем организма. Адаптация организма спортсменов к высокой двигательной активности носит системный характер. Изменению подвергаются абсолютно все физиологические системы, в том числе и эндокринная, имеющая важнейшее значение в поддержании гомеостаза. Ведущую роль в гормональной регуляции адаптивных метаболических процессов традиционно отводят гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной и симпатoadреналовой системам [2, 5, 10, 12, 18]. Вместе с тем немаловажный интерес для спортив-

ной медицины представляет изучение тиреотропно-тиреоидной системы, исключительная роль которой – регуляция энергетического обмена [4, 11, 13]. Биологические эффекты йодтиронинов при повышении устойчивости организма к стрессорному воздействию, вызванному физическими нагрузками, сводятся к их способности индуцировать экспрессию ряда ключевых структурных и регуляторных генов. В частности, показано, что йодтиронины обладают модулирующим действием на экспрессию транскрипционных факторов (MyoD, миогенин, Myf5, Mef2), повышающих пролиферативную активность и дифференцировку сателлитных клеток, ускоряя тем самым регенерацию травмированных мышечных во-

локон [6, 9]. Известна роль ТГ в активации ангиогенеза и клеточной пролиферации путем повышения экспрессии фактора роста фибробластов (bFGF), сосудистого эндотелиального фактора роста (VEGF) и гипоксией индуцированного фактора 1- $\alpha$  (HIF-1 $\alpha$ ) [1, 14].

Под регулирующим влиянием ТГ находится деятельность сердечно-сосудистой системы. Причем регуляция носит как геномный, так и негеномный характер. Геномные эффекты указанных гормонов вызваны их влиянием на экспрессию генов-мишеней в кардиомиоцитах, в частности, тяжелых цепей миозина [13]. Предполагается, что ТГ способны изменять структуру мышц, индуцируя образование мышечных волокон II типа, обладающих повышенной активностью Са<sup>2+</sup>-АТФазы саркоплазматического ретикулума, выступающего основным регулятором внутриклеточной циркуляции Са [8].

Негеномные эффекты йодтиронинов на кардиомиоциты включают активацию важнейших ионных – Na<sup>+</sup>, Са<sup>2+</sup> и К<sup>+</sup> – каналов [16, 20]. Известна роль ТГ в регуляции сердечно-сосудистой гемодинамики посредством активации ренин-альдостерон-ангиотензиновой системы [17]. Негеномные и геномные эффекты йодтиронинов действуют согласованно, регулируя деятельность сердечно-сосудистой системы.

Под влиянием йодтиронинов находится также интенсивность энергетического метаболизма [19]. Показано, что гормоны щитовидной железы модулируют активность белка переносчика глюкозы 4 (GLUT4) и разобщающего белка 3 (UCP3), повышая при этом теплопродукцию [11].

Имеются данные об участии ТГ в активации Р13К сигнального пути и протеинкиназ В, роль которых известна в стимуляции биосинтеза белка и гипертрофии мышечной ткани [15].

Участие гормонов щитовидной железы в многочисленных адаптационных процессах не

вызывает сомнений. Вместе с тем данных о характере изменений тиреоидного статуса спортсменов с различным уровнем двигательной активности и на различных этапах спортивной подготовки недостаточно для объективной оценки роли тиреоидных гормонов в системе регуляции организма.

В связи с этим нами было проведено исследование, целью которого явилась сравнительная оценка тиреоидного профиля спортсменов различных видов спорта в процессе долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам.

**Материал и методы исследования.** Исследование тиреоидного статуса спортсменов проводили в предсоревновательный период годового тренировочного цикла. Все обследуемые дали письменное информированное согласие на участие в исследовании. Протокол исследования был одобрен комитетом по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». Было обследовано 146 высококвалифицированных спортсменов (кандидаты в мастера спорта (КМС) – 59 человек, мастера спорта (МС) – 63 человека, мастера спорта международного класса (МСМК) – 14 человек, заслуженные мастера спорта (ЗМС) – 10 человек) обоего пола (90 мужчин и 56 женщин), членов сборных команд Российской Федерации по четырём неигровым видам спорта. Возраст мужчин составил 21,4 ± 0,6 года (от 18 до 28 лет), женщин – 22,9 ± 1,7 года (от 19 до 30 лет). Распределение обследованных спортсменов по полу и видам спорта представлено в табл. 1.

Забор крови из локтевой вены проводили утром натощак по истечении 12–14 часов после тренировки. Определяли концентрацию в сыворотке крови тиреотропного гормона (ТТГ), свободного трийодтиронина (св.Т<sub>3</sub>), свободного тироксина (св.Т<sub>4</sub>) и антител к тиреоидной пероксидазе (АТ-ТПО) на иммунохимическом анализаторе COBAS e 411 (Roche, Германия). За референтные интервалы при-

Таблица 1  
Table 1

Общее количество обследованных спортсменов по видам спорта  
Total number of athletes examined by sports

Вид спорта Sports discipline	Всего обследованных спортсменов Total athletes	Мужчины Males	Женщины Females
Бобслей / Bobsleigh	40	28	12
Биатлон / Biathlon	30	20	10
Пулевая стрельба / Shooting	41	21	20
Сноуборд / Snowboard	35	21	14
Всего / Total	146	90	56

нимали величины, прилагаемые к результатам анализа. Для оценки внутритиреоидных гормональных взаимосвязей использовали интегральный тиреоидный индекс (ИТИ), вычисляемый по формуле:  $ИТИ = (св.Т_3 + св.Т_4)/ТТГ$ , и индекс прогрессирующей периферической конверсии (ИпПК =  $св.Т_4/св.Т_3$ ), отражающий превращение тироксина в его биологически более активный метаболит трийодтиронин [3]. Статистическую обработку данных проводили с использованием IBM SPSS Statistics v. 23.0 (США) для Windows и Microsoft Excel (2007). Результаты представили в виде средних величин стандартного отклонения ( $M \pm \sigma$ ) и минимума и максимума ( $min \div max$ ). Оценка достоверности различий проводили с помощью параметрического критерия t-Стьюдента и непараметрического критерия Манна-Уитни. Корреляционный анализ проводили с помощью коэффициентов Пирсона. Уровень значимости различий считали достоверным при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования.** Как видно из данных, представленных в табл. 2, среднегрупповые величины изучаемых показателей находились в пределах референтных интервалов. Однако индивидуальный анализ их содержания выявил значительные вариации в зависимости от вида спорта и половой принадлежности.

Анализ средних показателей содержания св.Т<sub>3</sub> в крови спортсменов не выявил существенных различий между группами (см. табл. 2). Вместе с тем среди обследованных мужчин повышенный уровень св.Т<sub>3</sub> в крови был зафиксирован у 40 % бобслеистов и 29 % сноубордистов. В остальных группах высокий уровень данного гормона наблюдался лишь в единичных случаях. Концентрация св.Т<sub>4</sub> у всех обследованных спортсменов, как у мужчин, так и у женщин, находилась в пределах нормы. Важно также отметить, что коэффициент вариации содержания св.Т<sub>3</sub> и св.Т<sub>4</sub> во всех обследуемых группах не превысил 15 %, что свидетельствует о высокой степени однородности содержания указанных гормонов в крови спортсменов.

В оценке тиреоидного статуса определенный интерес представляют универсальные расчетные индексы – ИТИ и ИпПК, которые выступают как информативные маркеры функционального состояния гипофизарно-тиреоидной системы. Приблизительно у 25 % обследованных мужчин наблюдались низкие

значения ИТИ. У женщин подобное снижение наблюдалось среди представительниц пулевой стрельбы и бобслея в 25 и 33 % случаев соответственно. Вместе с тем у 7 мужчин (пулевая стрельба – 1, биатлон – 2, бобслей – 2, сноуборд – 2) и 2 женщин (сноуборд) величины ИТИ незначительно превысили физиологическую норму. Высокие значения данного индекса свидетельствуют о развитии гипертиреоза, тогда как низкие – отражают начальные стадии гипотиреоза.

ИпПК практически у всех спортсменов находился в пределах нормы и лишь в 2 случаях наблюдалось незначительное его превышение (см. табл. 2).

Не менее важным в оценке функционального состояния щитовидной железы является изучение АТ-ТПО, высокие уровни которых в крови характеризуются возникновением аутоиммунных нарушений.

В проведенных нами исследованиях среди сравниваемых групп спорта наиболее высокие титры АТ-ТПО наблюдались у мужчин-биатлонистов и бобслеистов (см. табл. 2). В указанных группах уровень антител в среднем на 56 % превысил аналогичные показатели у мужчин-стрелков и сноубордистов ( $p < 0,05$ ). Среди женщин наиболее выраженные значения данного биомаркера также были характерны для бобслеисток и на 84 % превысили показатели представительниц пулевой стрельбы ( $p < 0,05$ ).

Анализ индивидуальных значений АТ-ТПО показал незначительное превышение содержания данного биомаркера у бобслеисток в 34 % случаев. Во всех остальных группах высокие показатели АТ-ТПО наблюдались лишь в единичных случаях. Важно также отметить, что в среднем по группам содержание в сыворотке крови антител находилось в пределах референтных интервалов. При этом коэффициент вариации содержания антител варьировал от 33 % (биатлонистки) до 127 % (сноубордистки) и составил в среднем 67 %. Изучение концентраций АТ-ТПО у профессиональных спортсменов остается предметом дальнейших исследований.

Содержание ТТГ у спортсменов в среднем по группе находилось в пределах нормальных величин (см. табл. 2). У спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе, данный показатель на 59 % превысил значения сноубордисток ( $p < 0,05$ ). Индивидуальный анализ содержания ТТГ в крови

Таблица 2  
Table 2

Тиреоидный статус спортсменов различных видов спорта (M ± σ)  
Thyroid status of athletes in various sports (M ± σ)

Показатели, ед. измер. Indicators, Unit	Пулевая стрельба Shooting (min ÷ max)		Биатлон Biathlon (min ÷ max)		Бобслей Bobsleigh (min ÷ max)		Сноуборд Snowboard (min ÷ max)		Референтные интервалы Reference intervals
	M/M (n-21)	Ж/W (n-20)	M/M (n-20)	Ж/W (n-10)	M/M (n-28)	Ж/W (n-12)	M/M (n-21)	Ж/W (n-14)	
ТТГ, мМЕ/мл TSH, mIU/ml	2,7 ± 1,6 (0,7 ÷ 7,4)	2,7 ± 1,5* (1,1 ÷ 6,2)	2,1 ± 1,1 (0,6 ÷ 5,1)	1,7 ± 0,6 (0,9 ÷ 2,7)	2,9 ± 1,4 (0,6 ÷ 5,4)	3,0 ± 1,2 (1,1 ÷ 8,7)	1,9 ± 1,4 (0,4 ÷ 7,2)	1,7 ± 0,8 (0,6 ÷ 3,7)	0,27–3,2
св.Т <sub>3</sub> , пмоль/л f.Т <sub>3</sub> , pmol/l	6,1 ± 0,7 (4,6 ÷ 7,7)	5,4 ± 0,4 (4,7 ÷ 6,4)	5,9 ± 0,8 (3,8 ÷ 8,0)	5,4 ± 0,6 (4,1 ÷ 6,0)	6,6 ± 1,0 (4,6 ÷ 8,6)	5,4 ± 0,7 (4,0 ÷ 6,2)	6,1 ± 0,9 (4,5 ÷ 7,8)	5,1 ± 0,8 (3,8 ÷ 6,7)	3,1–6,8
св.Т <sub>4</sub> , пмоль/л f.Т <sub>4</sub> , pmol/l	17,5 ± 2,1 (14,4 ÷ 22,8)	16,1 ± 1,9 (13,1 ÷ 20,6)	16,8 ± 1,6 (13,6 ÷ 19,8)	15,4 ± 2,1 (11,5 ÷ 17,6)	18,3 ± 3,3 (11,2 ÷ 27,0)	15,9 ± 2,4 (11,4 ÷ 19,2)	18,4 ± 3,1 (13,6 ÷ 26,8)	16,5 ± 1,5 (14,3 ÷ 18,3)	12–22
АТ – ТПО, МЕ/мл ТРО-ab, IU/ml	15,4 ± 15,3 (6,3 ÷ 80,1)	17,0 ± 9,1 (6,1 ÷ 42,6)	25,9 ± 14,1* (17,0 ÷ 83,2)	23,1 ± 7,5 (15,5 ÷ 38,6)	23,9 ± 8,2* (12,0 ÷ 53,0)	31,3 ± 27,7* (9,8 ÷ 112,4)	16,5 ± 7,8 (5,0 ÷ 36,8)	28,4 ± 22,2 (6,5 ÷ 149,7)	0–34
ИТИ (f.Т <sub>3</sub> + f.Т <sub>4</sub> ) / TSH	11,8 ± 7,2 (3,1 ÷ 32)	10,2 ± 4,8 (3,5 ÷ 20,0)	14,2 ± 8,3 (4,3 ÷ 35,5)	13,3 ± 0,3 (8,1 ÷ 22,6)	12,1 ± 10,2 (3,6 ÷ 47,8)	9,8 ± 5,2 (2,4 ÷ 18,1)	17,8 ± 10,7* (3,6 ÷ 53,5)	16,0 ± 9,3*# (5,6 ÷ 37,2)	7,04–27,21
ИпПК f.Т <sub>4</sub> / f.Т <sub>3</sub>	2,9 ± 0,3 (2,2 ÷ 3,7)	2,9 ± 0,3 (2,3 ÷ 3,6)	2,8 ± 0,4 (2,2 ÷ 4,2)	2,8 ± 0,3 (2,0 ÷ 3,2)	2,8 ± 0,6 (1,6 ÷ 4,5)	2,9 ± 0,4 (2,2 ÷ 3,6)	3,0 ± 0,6 (2,3 ÷ 5,3)	3,2 ± 0,5° (2,6 ÷ 4,2)	1,37–4,43

Применение: М – мужчины; Ж – женщины. Статистически значимое отличие (p < 0,05) от: \* – спортсменов, занимающихся пулевой стрельбой; • – сноубордистов; # – бобслеистов; ° – биатлонистов.

Note: M – Males; W – Females. Statistically significant difference (p < 0.05) from: \* – shooting; • – snowboard; # – bobsleigh; ° – biathlon.

спортсменов-мужчин выявил превышение относительно референтных интервалов у 43 % бобслеистов, 19 % стрелков, 10 % биатлонистов и сноубордистов. Среди женщин высокие показатели были характерны для 25 % спортсменок, специализирующихся в пулевой стрельбе и бобслее. У сноубордисток подобное наблюдалось лишь в единичном случае (7,1 %). Важно отметить, что коэффициент вариации содержания данного гормона в крови обследуемых спортсменов варьировал в пределах от 49 до 76 %, составив в среднем 58 %.

**Заключение.** Очевидно, что характер физической нагрузки может влиять на направленность долгосрочной адаптации спортсменов. Однако изученные нами показатели в сравниваемых группах значительно не различались и в среднем находились в пределах нормального физиологического диапазона. Вероятно, отсутствие существенных различий в содержании ТГ в крови спортсменов, подверженных различным физическим нагрузкам, может быть объяснено активностью дейодиназ на локальном, внутриклеточном уровне, обеспечивающие биологические эффекты ТГ без нарушения их системных уровней [7, 11]. Вместе с тем у существенного числа обследованных показатели ИТИ, АТ-ТПО находились за пределами физиологической нормы.

Необходимо учитывать, что даже небольшое изменение тиреодного статуса способно ощутимо ограничить адаптационный потенциал организма спортсмена. При этом первоначальные нарушения функционирования щитовидной железы могут протекать бессимптомно. В связи с этим систематический мониторинг тиреодного профиля спортсменов позволяет на раннем этапе выявить любые потенциально обратимые нарушения в работе щитовидной железы, которые могут быть скорректированы персонифицированным питанием с добавлением в рацион продуктов, содержащих йод и селен.

**Перспективная область исследований.** Анализ концентраций тиреодных гормонов в крови не всегда объективно отражает состояние тиреотропно-тиреодной системы. Требуется проведение исследований, направленных на оценку активности дейоденаз у спортсменов как во время нагрузки, так и в различные периоды тренировочной деятельности. Изучение активности дейоденаз у спортсменов позволило бы раскрыть молекулярные основы участия ТГ в энергетическом метаболизме

при различных функциональных состояниях спортсмена.

**Поисково-аналитическая работа по подготовке рукописи** проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований (тема № 0529-2018-0113).

#### Литература

1. Глушаков, Р.И. Роль тиреодных гормонов в регуляции ангиогенеза, клеточной пролиферации и миграции / Р.И. Глушаков, С.Н. Прошин, Н.И. Татильская // *Клеточная трансплантология и тканевая инженерия*. – 2011. – Т. 6, № 4. – С. 26–33.
2. Губина, А.Е. Сезонные изменения показателей иммунной и эндокринной систем спортсменов в природно-климатических условиях среднего Приобья / А.Е. Губина, А.П. Койносов // *Экология человека*. – 2018. – № 2. – С. 31–36.
3. Назаренко, Г.И. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований / Г.И. Назаренко, А.А. Кишкун. – М.: Медицина, 2000. – 544 с.
4. Тиреодный статус при физических нагрузках / В.В. Корнякова, Я.А. Сауткин, М.В. Заболотных и др. // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2018. – № 5 (1). – С. 175–179.
5. Bianco, A.C. *Deiodinases: implications of the local control of thyroid hormone action* / A.C. Bianco, B.W. Kim // *Journal of Clinical Investigation*. – 2006. – Vol. 116 (10). – P. 2571–2579. DOI:10.1172/jci29812
6. Bloise, F.F. *Role of thyroid hormone in skeletal muscle physiology* / F.F. Bloise, A. Cordeiro, T.M. Ortiga-Carvalho // *Journal of Endocrinology*. – 2018. – Vol. 236 (1). – P. 57–68. DOI: 10.1530/joe-16-0611
7. Cicatiello, A.G. *Metabolic Effects of the Intracellular Regulation of Thyroid Hormone: Old Players, New Concepts* / A.G. Cicatiello, D.Di. Girolamo, M. Dentice // *Frontiers in Endocrinology*. – 2018. – Vol. 9. DOI: 10.3389/fendo.2018.00474
8. Duclos, M. *Exercise and the Hypothalamo-Pituitary-Adrenal Axis* / M. Duclos, A. Tabarin // *Sports Endocrinology*. – 2016. – Vol. 47. – P. 12–26. DOI: 10.1159/000445149
9. Hammes, S.R. *Overlapping nongenomic and genomic actions of thyroid hormone and steroids* / S.R. Hammes, P.J. Davis // *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Meta-*

*bolism.* – 2015. – Vol. 29 (4). – P. 581–593. DOI: 10.1016/j.beem.2015.04.001

10. *Hormonal assessment of participants in a long distance walk* / H.S. De Souza, T.V. Jardim, W.K.S. Barroso et al. // *Diabetology & Metabolic Syndrome.* – 2019. – Vol. 11 (1). DOI: 10.1186/s13098-019-0414-1

11. *Intracellular Inactivation of Thyroid Hormone Is a Survival Mechanism for Muscle Stem Cell Proliferation and Lineage Progression* / M. Dentice, R. Ambrosio, V. Damiano et al. // *Cell Metabolism.* – 2014. – Vol. 20 (6). – P. 1038–1048. DOI: 10.1016/j.cmet.2014.10.009

12. *Knechtle, B. Physiology and Pathophysiology in Ultra-Marathon Running* / B. Knechtle, P.T. Nikolaidis // *Frontiers in Physiology.* – 2018. – Vol. 9 (634). DOI: 10.3389/fphys.2018.00634

13. *The thyroid hormone activating enzyme, type 2 deiodinase, induces myogenic differentiation by regulating mitochondrial metabolism and reducing oxidative stress* / S. Sagliocchi, A.G. Cicatiello, E.Di Cicco et al. // *Redox Biology.* – 2019. – Vol. 24. (101228). DOI: 10.1016/j.redox.2019.101228

14. *Thyroid hormone signaling and deiodinase actions in muscle stem/progenitor cells* / R. Ambrosio, M.A. De Stefano, D.Di Girolamo, D. Salvatore // *Molecular and Cellular Endocrinology.* – 2017. – Vol. 459. – P. 79–83. DOI: 10.1016/j.mce.2017.06.014

15. *Thyroid hormones and cardiovascular disease* / A. Jabbar, A. Pingitore, S.H.S. Pearce et al. // *Nature Reviews Cardiology.* – 2016. – Vol. 14 (1). – P. 39–55. DOI: 10.1038/nrcardio.2016.174

16. *Vaitkus, J. Thyroid Hormone Mediated Modulation of Energy Expenditure* / J. Vaitkus, J. Farrar, F. Celi // *International Journal of Molecular Sciences.* – 2015. – Vol. 16 (7). – P. 16158–16175. DOI: 10.3390/ijms160716158

17. *Vargas-Uricoechea, H. Thyroid hormones and the heart* / H. Vargas-Uricoechea, C.H. Sierra-Torres // *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation.* – 2014. – Vol. 18 (1). DOI: 10.1515/hmbci-2013-0059

18. *Yamanaka, Y. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis differentially responses to morning and evening psychological stress in healthy subjects* / Y. Yamanaka, H. Motoshima., K. Uchida // *Neuropsychopharmacology Reports.* – 2019. – Vol. 39 (1). – P. 41–47. DOI: 10.1002/npr2.12042

19. *Yavuz, S. Thyroid Hormone Action and Energy Expenditure* / S. Yavuz, S.N. del Prado, F.S. Celi // *Journal of the Endocrine Society.* – 2019. – Vol. 3 (7). – P. 1345–1356. DOI: 10.1210/js.2018-00423

20. *Yehuda-Shnaidman, E. Thyroid Hormone, Thyromimetics, and Metabolic Efficiency* / E. Yehuda-Shnaidman, B. Kalderon, J Bar-Tana // *Endocrine Reviews.* – 2014. – Vol. 35 (1). – P. 35–58. DOI: 10.1210/er.2013-1006

**Раджабкадиев Раджабкади Магомедович**, младший научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14. E-mail: 89886999800@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3634-8354.

**Выборная Ксения Валерьевна**, научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14. E-mail: dombim@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4010-6315.

**Лавриненко Семен Валерьевич**, младший научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14. E-mail: lavrinenko.sem@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-5913-8341.

**Васильев Андрей Валериевич**, доктор биологических наук, профессор, главный специалист лаборатории метаболомных и протеомных методов исследования, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14. E-mail: mednutrition@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7808-4799.

*Поступила в редакцию 30 апреля 2020 г.*

## THYROID STATUS OF ATHLETES IN VARIOUS DISCIPLINES

R.M. Radzhabkadiev, 89886999800@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3634-8354,

K.V. Vybornaya, dombim@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4010-6315,

S.V. Lavrinenko, lavrinenko.sem@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-5913-8341,

A.V. Vasilev, mednutrition@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7808-4799

Scientific Research Institute of Nutrition, Moscow, Russian Federation

**Aim.** The article deals with the assessment of the thyroid status of athletes engaged in physical activity of varying intensity. **Materials and methods.** 146 elite athletes involved in bobsleigh, biathlon, shooting and snowboarding participated in the study. We determined the serum concentration of thyroid stimulating hormone (TSH), free triiodothyronine (f.T<sub>3</sub>), free thyroxine (f.T<sub>4</sub>) and thyroid peroxidase antibodies (TPO-ab) with the COBAS e411 immunochemistry analyzer (Roche, Germany). The integral thyroid index ((f.T<sub>3</sub> + f.T<sub>4</sub>)/TSH) was used for the assessment of the level of function of the thyroid proper. The conversion index of thyroxine to triiodothyronine (f.T<sub>4</sub>/f.T<sub>3</sub>) was also studied. **Results.** 40 % of the bobsleigh athletes examined and 29 % of the snowboarders had high serum f.T<sub>3</sub>. The concentration of f.T<sub>4</sub> in all examined athletes both male and female was within normal limits. Approximately 25 % of the male athletes examined had low II values. Among female athletes, 25 % of shooters and 33 % of bobsleigh athletes had low II values. In male biathletes and bobsleigh athletes, TPO-ab was 56 % higher than in shooters and snowboarders. In 43 % of bobsleigh athletes, 19 % of shooters, 10 % of biathletes and snowboarders, the content of TSH in males exceeded the reference intervals. Among females, TSH was high in 25 % of shooters and bobsleigh athletes. **Conclusion.** There were no statistically significant differences in the content of thyroid hormones in the compared sports groups, which can probably be explained by the activity of deiodinases at the local, intracellular level. At the same time, in a large number of respondents surveyed, the indicators of II and TPO-ab were outside the physiological norm.

**Keywords:** thyroid gland, physical activity, adaptation, hormones, sports, thyroid status.

### References

1. Glushakov R.I., Proshin S.N., Tapil'skaya N.I. [The Role of Thyroid Hormones in the Regulation of Angiogenesis, Cell Proliferation and Migration]. *Kletochnaya transplantologiya i tkanevaya inzheneriya* [Cell Transplantology and Tissue Engineering], 2011, vol. 6, no. 4, pp. 26–33. (in Russ.)
2. Gubina A.E., Koynosov A.P. [Seasonal Changes in the Indicators of the Immune and Endocrine Systems of Athletes in the Natural and Climatic Conditions of the Middle Pribye]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2018, no. 2, pp. 31–36. (in Russ.) DOI: 10.33396/1728-0869-2018-2-31-36
3. Nazarenko G.I., Kishkun A.A. *Klinicheskaya otsenka rezul'tatov laboratornykh issledovaniy* [Clinical Evaluation of Laboratory Results]. Moscow, Medicine Publ., 2000. 544 p.
4. Kornyakova V.V., Sautkin Ya.A., Zabolotnykh M.V. et al. [Thyroid Status During Physical Exertion]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research], 2018, no. 5 (1), pp. 175–179. (in Russ.)
5. Bianco A.C., Kim B.W. Deiodinases: Implications of the Local Control of Thyroid Hormone Action. *Journal of Clinical Investigation*, 2006, vol. 116 (10), pp. 2571–2579. DOI: 10.1172/jci29812
6. Bloise F.F., Cordeiro A., Ortiga-Carvalho T.M. Role of Thyroid Hormone in Skeletal Muscle Physiology. *Journal of Endocrinology*, 2018, vol. 236 (1), pp. 57–68. DOI: 10.1530/joe-16-0611
7. Cicatiello A.G., Girolamo D.Di., Dentice M. Metabolic Effects of the Intracellular Regulation of Thyroid Hormone: Old Players, New Concepts. *Frontiers in Endocrinology*, 2018, vol. 9. DOI: 10.3389/fendo.2018.00474
8. Duclos M., Tabarin A. Exercise and the Hypothalamo-Pituitary-Adrenal Axis. *Sports Endocrinology*, 2016, vol. 47, pp. 12–26. DOI: 10.1159/000445149

9. Hammes S.R., Davis P.J. Overlapping Nongenomic and Genomic Actions of Thyroid Hormone and Steroids. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2015, vol. 29 (4), pp. 581–593. DOI: 10.1016/j.beem.2015.04.001
10. De Souza H.S., Jardim T.V., Barroso W.K.S. et al. Hormonal Assessment of Participants in a Long Distance Walk. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 2019, vol. 11 (1). DOI: 10.1186/s13098-019-0414-1
11. Dentice M., Ambrosio R., Damiano V., Sibilio A., Luongo C., Guardiola O., Salvatore D. Intracellular Inactivation of Thyroid Hormone Is a Survival Mechanism for Muscle Stem Cell Proliferation and Lineage Progression. *Cell Metabolism*, 2014, vol. 20 (6), pp. 1038–1048. DOI: 10.1016/j.cmet.2014.10.009
12. Knechtle B., Nikolaidis P.T. Physiology and Pathophysiology in Ultra-Marathon Running. *Frontiers in Physiology*, 2018, vol. 9 (634). DOI: 10.3389/fphys.2018.00634
13. Sogliocchi S., Cicatiello A.G., Di Cicco E., Ambrosio R., Miro C., Di Girolamo D., Dentice M. The Thyroid Hormone Activating Enzyme, Type 2 Deiodinase, Induces Myogenic Differentiation by Regulating Mitochondrial Metabolism and Reducing Oxidative Stress. *Redox Biology*, 2019, vol. 24, (101228). DOI: 10.1016/j.redox.2019.101228
14. Ambrosio R., De Stefano M.A., Di Girolamo D., Salvatore D. Thyroid Hormone Signaling and Deiodinase Actions in Muscle Stem/Progenitor Cells. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 2017, vol. 459, pp. 79–83. DOI: 10.1016/j.mce.2017.06.014
15. Jabbar A., Pingitore A., Pearce S.H.S., Zaman A., Iervasi G., Razvi S. Thyroid Hormones and Cardiovascular Disease. *Nature Reviews Cardiology*, 2016, vol. 14 (1), pp. 39–55. DOI: 10.1038/nrcardio.2016.174
16. Vaitkus J., Farrar J., Celi F. Thyroid Hormone Mediated Modulation of Energy Expenditure. *International Journal of Molecular Sciences*, 2015, vol. 16 (7), pp. 16158–16175. DOI: 10.3390/ijms160716158
17. Vargas-Uricoechea H., Sierra-Torres C.H. Thyroid Hormones and the Heart. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, 2014, vol. 18 (1). DOI: 10.1515/hmbci-2013-0059
18. Yamanaka Y., Motoshima H., Uchida K. Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis Differentially Responses to Morning and Evening Psychological Stress in Healthy Subjects. *Neuropsychopharmacology Reports*, 2019, vol. 39 (1), pp. 41–47. DOI: 10.1002/npr2.12042
19. Yavuz S., del Prado S.N., Celi F.S. Thyroid Hormone Action and Energy Expenditure. *Journal of the Endocrine Society*, 2019, vol. 3 (7), pp. 1345–1356. DOI: 10.1210/js.2018-00423
20. Yehuda-Shnaidman E., Kalderon B., Bar-Tana J. Thyroid Hormone, Thyromimetics, and Metabolic Efficiency. *Endocrine Reviews*, 2014, vol. 35 (1), pp. 35–58. DOI: 10.1210/er.2013-1006

*Received 30 April 2020*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Тиреоидный статус спортсменов различных дисциплин / Р.М. Раджабканиев, К.В. Выборная, С.В. Лавриненко, А.В. Васильев // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № S1. – С. 5–12. DOI: 10.14529/hsm20s101

### FOR CITATION

Radzhabkadiyev R.M., Vybornaya K.V., Lavrinenko S.V., Vasilev A.V. Thyroid Status of Athletes in Various Disciplines. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. S1, pp. 5–12. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm20s101