

ОСОБЕННОСТИ АКТИВНОСТИ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ У СПОРТСМЕНОВ ВЕЛОСПОРТА

Никитина К.И.¹, Выходец И.Т.², Абрамова Т.Ф.³, Никитина Т.М.³

¹«Маммологический центр (клиника женского здоровья)» ГБУЗ Московский Клинический Научный Центр имени А.С. Логинова ДЗМ, Москва, e-mail: tanya_nikitin@mail.ru;

²Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва;

³ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), Москва

Спорт высших достижений отличается высокими, а подчас и сверхпороговыми, физическими нагрузками, адаптация к которым происходит за счет многофункциональной перестройки активности желез внутренней секреции на новый адаптационный уровень, обеспечивая работоспособность спортсмена и влияя на работу систем и подсистем организма, включая костный метаболизм. Изучение активности эндокринных желез, формирующейся в процессе долговременной адаптации к специализированным спортивным нагрузкам в каждом виде спорта, позволит обеспечить большую специфичность медицинского контроля с учетом спортивной специализации. Цель настоящего исследования – изучить особенности активности эндокринных желез у высококвалифицированных спортсменов мужского пола с учетом спортивной специализации: велотрек и велшоссе, которые различаются приоритетным механизмом энергообеспечения основного соревновательного упражнения, длительностью и интенсивностью физических нагрузок и объединены ограничением гравитационной нагрузки на осевые звенья скелета, что выступает фактором риска снижения минеральной плотности кости. Выявлено, что активность эндокринных желез, обеспечивающая адаптацию к напряженной мышечной деятельности, обусловлена влиянием специализированных тренировочных нагрузок, которые различаются временем, интенсивностью и физиологическими особенностями основного соревновательного упражнения: показатели свободного тироксина, общего тестостерона, пролактина выше у спортсменов велотрека по сравнению с представителями группы велшоссе, у которых отмечены большие уровни альдостерона и соматотропного гормона при схожих значениях показателей углеводного обмена (С-пептид, инсулин) у спортсменов велоспорта.

Ключевые слова: спортивная медицина, спортсмены, тироксин, тестостерон, пролактин, СТГ, С-пептид, инсулин, альдостерон.

PECULIARITIES OF THE ACTIVITY OF THE ENDOCRINE GLANDS IN ATHLETES CYCLING

Nikitina K.I.¹, Vykhodets I.T.², Abramova T.F.³, Nikitina T.M.³

¹«Mammological Center (Women's Health Clinic)» GBUZ Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov DZM, Moscow, e-mail: tanya_nikitin@mail.ru;

²Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), Moscow;

³FSBI Federal Scientific Center of Physical Culture and Sports, Moscow

The sport of the highest achievements is distinguished by high, and sometimes even superthreshold, physical loads, adaptation to which occurs due to the multifunctional restructuring of the activity of the endocrine glands to a new adaptive level, ensuring the athlete's performance, affecting the work of systems and subsystems of the body, including bone metabolism. The study of the activity of the endocrine glands, which is formed in the process of long-term adaptation to specialized sports loads in each sport, will provide a greater specificity on medical control, taking into account sports specialization. The purpose of this study is to study the features of the activity of the endocrine glands in highly qualified male athletes, taking into account sports specialization: cycling track and cycling road, which differ in the priority mechanism for energy supply of the main competitive exercise, duration and intensity of physical activity, and are combined by limiting the gravitational load on the axial links of the skeleton, which is a risk factor for decreased bone mineral density. It was revealed that the activity of the endocrine glands, which provides adaptation to intense muscular activity, is due to the influence of specialized training loads, which differ in time, intensity and physiological features of the main competitive exercise: indicators of free thyroxine, total testosterone, prolactin are higher in cycling track athletes compared to cycling road representatives, who have high levels of aldosterone and somatotrophic hormone with similar values of carbohydrate metabolism (C-peptide, insulin) in cycling athletes.

Keywords: sports medicine, athletes, thyroxine, testosterone, prolactin, growth hormone, C-peptide, insulin, aldosterone.

Под действием систематических физических нагрузок, выступающих в роли триггера, формируются адаптационные реакции организма спортсмена, глубина и степень изменений которых обусловлены ведущими характеристиками физической работы, такими как: объем и сила, определяющие интенсивность нагрузки, и ее продолжительность [1, 2]. Активация секреции эндокринных желез, отражающих работу надпочечниковой, гонадной и тиреоидной систем, является основным процессом формирования специфического гормонального ответа при долговременной адаптации [1, 3], определяющего и состояние костного метаболизма [4], анализ показателей которого применяется с целью оценки функциональной подготовленности спортсменов высокой квалификации [5]. Результатом адаптации организма к систематическим физическим нагрузкам является повышение уровня функциональной подготовленности спортсмена, обеспечивающей достижение максимального спортивного результата [5, 1, 2]. Следует отметить, что виды спорта с ограничением действия гравитационной нагрузки на осевые звенья скелета входят в группу риска по снижению минеральной плотности кости (МПК) в спорте [6, 7] и травматизму за счет остеопоротических изменений [8].

Цель исследования – изучить особенности активности эндокринных желез у высококвалифицированных спортсменов мужского пола, представителей различных специализаций велосипедного спорта: велошоссе и велотрек, характеризующихся общим ограничением действия гравитационной нагрузки на осевые звенья скелета, но различающихся физиологией основного соревновательного упражнения.

Материалы и методы исследования

На базе ФГБУ ФНЦ ВНИИФК в подготовительный период годичного цикла подготовки обследованы высококвалифицированные спортсмены велосипедного спорта специализаций велошоссе и велотрек, которые объединены ограничением гравитационной нагрузки на осевые звенья скелета и различаются физиологическими особенностями основного соревновательного упражнения, объемом и интенсивностью физических нагрузок. Спортсмены специализации велотрек тренируются в максимально-субмаксимальной зоне мощности, где в энергообеспечении основного тренировочного упражнения доминируют анаэробные алактатно-лактатные механизмы, спортсмены велошоссе – в умеренной зоне мощности с высокой долей задействованности аэробных механизмов в энергообеспечении основного соревновательного упражнения [1, 9].

Всего обследованы 63 мужчин, из них 23 спортсмена специализации велотрек, 20 представителей велошоссе и 20 человек из группы контроля, не занимающихся спортом на регулярной основе, возраст которых составлял 21 [20;22] год, 21 [20;23,0] год и 21,5 [20,0;23,7] года соответственно. Представители велотрека и велошоссе характеризовались высокой спортивной квалификацией (мс-мсмк и мс-змс соответственно) с длительным стажем профессиональной подготовки (8,0 [6;12] лет и 9,0 [7,0;12,5] лет соответственно).

Антропометрическое обследование заключалось в измерении длины и массы тела, обхватных размеров сегментов конечностей, 8 кожно-жировых складок на сегментах конечностей и туловище методом калиперометрии с расчетом величин мышечной и жировой масс по теоретическим формулам [10].

Оценка показателей активности эндокринных желез, исследование которых проводилось на базе НЦ «ЭФиС», включала определение кортизола, общего тестостерона (Т), инсулина, С-пептида, соматотропного гормона (СТГ), пролактина, тиреотропного гормона (ТТГ), свободного тироксина (Т4) на автоматической системе ELECSYS 1010 фирмы ROCHE (Швейцария) методом электрохемилюминесцентного анализа.

В исследовании определялось соотношение: общий тестостерон/кортизол (Т/К – индекс анаболизма) с использованием формулы: (тестостерон, нмоль/л/кортизол, нмоль/л) x 100% [1, 111].

Статистическая обработка полученных данных производилась с помощью программ SPSS for Windows с расчетом медианы (Me), 25-го и 75-го перцентилей. Статистическая значимость различий исследуемых групп оценивалось непараметрическими методами (критерий Манна–Уитни) с достоверностью различий при $p < 0,05$ [122].

Результаты исследования и их обсуждение

Спортсмены специализаций велотрек и велошоссе статистически значимо не различались по возрасту и стажу профессиональной подготовки ($p=0,282$ и $p=0,412$ соответственно). Результаты морфологического обследования представителей велотрека и велошоссе показали, что спортсмены соответствовали модельным характеристикам спортсменов изучаемых специализаций: длина тела – 178,8 [174,1;181,1] см и 173,7 [171,6;177,1] см соответственно ($p=0,009$); масса тела – 79,4 [74,9;81,2] кг и 70,7 [68,0;72,4] кг соответственно ($p=0,000$); абсолютное содержание мышечной массы – 42,5 [38,6;44,0] кг и 36,9 [36,0;38,7] кг соответственно ($p=0,000$); абсолютное содержание жировой массы – 7,3 [6,7;8,2] кг и 6,1 [5,6;6,9] кг соответственно ($p=0,004$) [10]. Спортсмены специализаций велотрек и велошоссе характеризовались высоким и равным уровнем общей физической подготовленности в связи с

отсутствием статистически значимых различий по относительному уровню развития лабильных компонентов состава тела (табл. 1), что указывает, что данная выборка является качественной моделью для исследования взаимосвязей разноуровневых параметров изучаемых систем: относительный уровень мышечной массы 53,9 [52,2;55,1] % и 52,9 [52,7;53,3] % соответственно ($p=0,053$) и относительный уровень жировой массы 9,3 [8,5;10,1] % и 8,8 [8,0;9,9] % соответственно ($p=0,217$) [10]. Группа контроля, представленная мужчинами, не занимающимися регулярно физическими нагрузками, статистически значимо не отличалась по возрасту от высококвалифицированных спортсменов специализаций велотрек и велошоссе ($p=0,138$ и $p=0,788$ соответственно). Показатели длины тела представителей контрольной группы статистически значимо не отличились от аналогичных параметров спортсменов велоспорта (176,1 [174,3; 178,0] см, $p=0,073$ и $p=0,077$ соответственно). Масса тела мужчин группы контроля составляла 79,9 [74,5; 85,6] кг, что статистически значимо не различалось с аналогичным параметром спортсменов велотрека ($p=0,289$), но статистически значимо выше по сравнению с данными представителей велошоссе ($p=0,000$). Абсолютный уровень развития мышечной массы контрольной группы составил 36,6 [35,9; 37,1] кг, имея схожие значения с представителями специализации велошоссе ($p=0,319$), но статистически значимо ниже, чем в группе велотрека ($p=0,000$). Мужчины, не занимающиеся регулярно физическими нагрузками, статистически значимо отличались от представителей специализаций велотрек и велошоссе по относительному уровню развития мышечной массы (46,8 [41,9; 49,2] %, $p=0,000$ и $p=0,000$ соответственно), абсолютному и относительному уровням жировой массы (16,8 [15,1;19,3] кг, $p=0,000$ и $p=0,000$ соответственно, и 21,3 [19,6; 22,2] %, $p=0,000$ и $p=0,000$ соответственно), что делало репрезентативным сопоставление мужчин контрольной группы и спортсменов велоспорта.

Таблица 1

Основные морфологические показатели представителей велоспорта

№ п/п	Показатель, единицы измерения	Исследуемая группа / вид спорта			Достоверность различий, p		
		Контроль, n=20	Велотрек, n=23	Велошоссе, n=20			
		I	II	III			
		Me [25%;75%]	Me [25%;75%]	Me [25%;75%]			
1.	Длина тела, см	176,1 [174,3;178,0]	178,8 [174,1;181,1]	173,7 [171,6;177,1]	0,073	0,077	0,009
2.	Масса тела, кг	79,9 [74,5;85,6]	79,4 [74,9;81,2]	70,7 [68,0;72,4]	0,289	0,000	0,000
3.	Мышечная масса, кг	36,6 [35,9;37,1]	42,5 [38,6;44,0]	36,9 [36,0;38,7]	0,000	0,319	0,000
4.	Жировая масса, кг	16,8 [15,1;19,3]	7,3 [6,7;8,2]	6,1 [5,6;6,9]	0,000	0,000	0,004
5.	Мышечная масса, %	46,8 [41,9;49,2]	53,9 [52,2;55,1]	52,9 [52,7;53,3]	0,000	0,000	0,053
6.	Жировая масса, %	21,3 [19,6;22,2]	9,3 [8,5;10,1]	8,8 [8,0;9,9]	0,000	0,000	0,217

Процесс долгосрочной адаптации к физическим нагрузкам является следствием суммации следов многократного повторения физических воздействий с формированием функциональных и структурных изменений во всех системах и подсистемах организма [2]. В подготовительном этапе тренировочного процесса, после межсезонного отдыха, характеристики метаболизма являются отражением многолетнего процесса адаптации организма спортсмена к специализированным мышечным нагрузкам в соответствии с особенностями вида спорта.

Показатели активности эндокринных желез во всех изучаемых группах, как у представителей велоспорта, так и в контрольной группе, соответствовали физиологической норме (табл. 2).

Таблица 2

Показатели активности эндокринных желез представителей велоспорта

№ п/п	Показатель	Нормальные значения и единицы изменения	Исследуемая группа / вид спорта			Достоверность различий, р		
			Контроль, n=20	Велотрек, n=23	Велошоссе, n=20			
			I	II	III			
			Me [25%;75%]	Me [25%;75%]	Me [25%;75%]	I-II	I-III	II-III
1.	Кортизол	150–770 нмоль/л	456,5 [437,0;503,2]	506,0 [356,0;605,0]	373,0 [331,7;624,0]	0,618	0,099	0,169
2.	Общий тестостерон	9,0–42,0 нмоль/л	24,1 [19,6;29,6]	14,8 [13,5;27,1]	13,3 [10,8;15,0]	0,033	0,000	0,012
3.	Т/К	>3 %	5,42 [3,96;6,52]	3,80 [2,63;5,00]	3,07 [2,10;3,71]	0,027	0,000	0,144
4.	T4	10,3–24,5 пмоль/л	17,8 [16,2;19,5]	17,2 [16,3;20,0]	12,8 [11,8;15,0]	1,000	0,000	0,000
5.	ТТГ	0,4–4,0 мкЕд/мл	1,70 [1,40;2,87]	1,44 [1,10;2,17]	1,20 [1,01;1,40]	0,232	0,000	0,079
6.	Альдостерон	35–350 пг/мл	84,4 [74,9;105,1]	93,6 [83,0;103,7]	106,8 [102,2;231,0]	0,211	0,002	0,005
7.	Пролактин	64–650 мЕд/мл	337,0 [304,5;455,0]	252,7 [190,8;325,1]	132,8 [100,2;175,0]	0,001	0,000	0,000
8.	СТГ	0,06–10 нг/мл	0,53 [0,37;0,70]	0,13 [0,10;0,77]	0,70 [0,57;1,85]	0,046	0,016	0,000
9.	Инсулин	3–24 мкЕд/мл	5,15 [4,30;8,52]	5,10 [4,10;6,29]	5,15 [3,85;11,59]	0,411	0,860	0,473
10.	С-пептид	0,15–1,3 нмоль/л	0,47 [0,33;0,98]	0,59 [0,51;0,66]	0,66 [0,55;0,88]	0,364	0,342	0,097

Т/К – соотношение «общий тестостерон / кортизол», ТТГ – тиреотропный гормон, Т4 – свободный тироксин, СТГ – соматотропный гормон

Показатели работы адренкортикальной системы – значения кортизола (табл. 2) – статистически значимо не различались у представителей специализации велотрека по сравнению со спортсменами специализации велошоссе (506,0 [356,0;605,0] нмоль/л и 373,0 [331,7;624,0] нмоль/л соответственно, $p=0,169$), а также по сравнению с нетренированными мужчинами (456,5 [437,0;503,2] нмоль/л, $p=0,618$ и $p=0,099$ соответственно). Тенденция к более высоким значениям

кортизола в группе велотрека может указывать на большую интенсивность физических нагрузок в данной группе спортсменов по сравнению с представителями специализации велошоссе [111]. Кратковременное повышение уровня глюкокортикоидов влияет на костный обмен, повышая активность остеокластов [4].

Показатели анаболической активности – уровень тестостерона и значения соотношения Т/К – статистически значимо выше в группе контроля по сравнению с представителями велоспорта специализаций велотрек и велошоссе (24,1 [19,6;29,6] нмоль/л и 5,42 [3,96;6,52] % соответственно, 14,8 [13,5;27,1] нмоль/л и 3,80 [2,63;5,00] % соответственно, 13,3 [10,8;15,0] нмоль/л и 3,07 [2,10;3,71] % соответственно, $p=0,033$ и $p=0,000$ соответственно, $p=0,027$ и $p=0,000$ соответственно). Показатели анаболической активности указывают на большую длительность физических нагрузок в спорте по сравнению с представителями общей популяции [1]. Показатели общего тестостерона ниже в группе специализации велошоссе по сравнению со спортсменами специализации велотрека ($p=0,012$) при равных значениях индекса анаболизма ($p=0,144$), что характеризует больший уровень тренировочного воздействия у представителей специализации велошоссе по сравнению со специализацией велотрек с отсутствием перетренированности в обеих группах спортсменов [1]. Именно половые гормоны (эстрогены и андрогены) поддерживают гомеостаз костной ткани, в частности андрогены регулируют остеокластогенез [4].

Показатели тироксина – периферического маркера тиреоидной активности щитовидной железы – статистически значимо различаются у представителей специализации велоспорта и значимо выше в группе спортсменов специализации велотрек по сравнению со спортсменами специализации велошоссе (16,4 [15,4;17,2] пмоль/л и 12,8 [11,8;15,0] пмоль/л соответственно, $p=0,000$). Различия в концентрации Т4 могут указывать на структурно-метаболические особенности мышечных волокон спортсменов, а именно на процентное содержание быстрых окислительных волокон, отличающихся более высоким содержанием митохондрий по сравнению с «быстрыми» гликолитическими волокнами [11]. Тиреоидные гормоны стимулируют как остеосинтез, так и резорбцию, действуя на весь цикл костного ремоделирования [4]. Костное ремоделирование происходит на протяжении всей жизни человека, обеспечивая процессы адаптации кости к физическим нагрузкам, ее репарацию, поддержание минерального гомеостаза. Доказано, что высокие значения маркеров костного ремоделирования предсказывают более быструю потерю массы кости в общей популяции [13].

Показатели тиреоидной функции щитовидной железы и гормона гипофиза, регулирующего ее активность, – Т4 и ТТГ соответственно, в группах контроля и специализации велотрек (табл. 2) статистически значимо не различаются (1,70 [1,40;2,87] мкЕд/мл и 1,44

[1,10;2,17] мкЕд/мл, 17,8 [16,2;19,5] пмоль/л и 17,2 [16,3;20,0] пмоль/л, $p=0,232$ и $p=1,000$ соответственно) при более высоком уровне данных показателей по сравнению со спортсменами специализации велошоссе (1,20 [1,01;1,40] мкЕд/мл и 12,8 [11,8;15,0] пмоль/л, $p=0,000$ и $p=0,000$ соответственно). Более низкие значения данных показателей у представителей специализации велошоссе могут указывать на более длительные нагрузки в данной группе спортсменов, которые снижают активность гипофизарно-щитовидной оси в рамках адаптации организма к гипоксии [1].

Концентрация пролактина (табл. 2) в контрольной группе (337,0 [304,5;455,0] мЕд/мл) статистически значимо выше по сравнению со спортсменами велоспорта специализаций велотрек и велошоссе (252,7 [190,8;325,1] мЕд/мл и 132,8 [100,2;175,0] мЕд/мл соответственно, $p=0,001$ и $p=0,000$ соответственно), что может характеризовать больший уровень стрессового воздействия у спортсменов со снижением уровня пролактина [3], обусловленного высокой интенсивностью физических нагрузок без учета специфики тренировочного воздействия. У представителей специализации велошоссе, с учетом минимального уровня пролактина в данной группе спортсменов по сравнению с велотреком ($p=0,000$), может быть снижена анаболическая активность данного гормона, отмеченная некоторыми исследователями [111]. У спортсменов специализации велотрек возможна большая активация остеосинтеза под влиянием физиологических концентраций пролактина по сравнению с представителями специализации велошоссе [4].

Уровень альдостерона (табл. 2) как маркера водно-электролитного обмена и, дополнительно, объема и режима тренировочных нагрузок выше у представителей специализации велошоссе: 106,8 [102,2;231,0] пг/мл – по сравнению с группами специализации велотрек и контроля (93,6 [83,0;103,7] пг/мл и 84,4 [74,9;105,1] пг/мл соответственно, $p=0,005$ и $p=0,002$ соответственно), что характеризует напряженность водно-электролитного обмена и больший объем нагрузок у спортсменов данной группы [14].

Показатель соматотропной функции – СТГ (табл. 2) выше в группе специализации велошоссе (0,70 [0,57;1,85] нг/мл) по сравнению со спортсменами специализации велотрек и группой контроля 0,13 [0,10;0,77] нг/мл и 0,53 [0,37;0,70] нг/мл ($p=0,004$ и $p=0,016$ соответственно) при более низких уровнях данного показателя у представителей специализации велотрек по сравнению с контрольной группой ($p=0,046$).

Маркеры углеводного обмена: инсулин и С-пептид – в группе контроля (5,15 [4,30;8,52] мкЕд/мл и 0,47 [0,33;0,98] нмоль/л) и у представителей велосипедного спорта специализаций велотрек и велошоссе статистически значимо не различались (5,10 [4,10;6,29] мкЕд/мл и 0,59

[0,51;0,66] нмоль/л, 5,15 [3,85;11,59] мкЕд/мл и 0,66 [0,55;0,88] нмоль/л соответственно, $p=0,411$, $p=0,860$, $p=0,473$ и $p=0,364$, $p=0,342$, $p=0,097$ соответственно).

Спортсмены велоспорта, несмотря на схожие уровни показателей углеводного обмена, отличаются особенностями баланса углеводного и жирового обменов с учетом изучаемой специализации в связи со статистически значимыми различиями в концентрациях СТГ ($p<0,05$). Так, для представителей специализации велотрек С-пептид и инсулин указывали на большую задействованность гликолиза с учетом анаэробных механизмов энергообеспечения основного соревновательного упражнения в данной специализации [111]. У спортсменов специализации велошоссе, несмотря на схожие с представителями специализации велотрека показатели углеводного обмена, вероятно, отмечался относительный дефицит инсулина, формирующийся под действием статистически значимо больших концентраций СТГ по сравнению с группой велотрека ($p<0,05$) [15]. Относительный дефицит инсулина совместно с более высоким уровнем СТГ активируют процессы липолиза [15] с последующим ростом концентрации свободных жирных кислот в крови как основного источника энергии для обеспечения приоритетных механизмов энергообеспечения основного соревновательного упражнения у спортсменов данной специализации с учетом длительности физических нагрузок [1]. Следует отметить, что СТГ через инсулиноподобный фактор роста-1 оказывает влияние на остеобласты, а своим прямым действием стимулирует остеорезорбцию и обменные процессы в костной ткани [4].

Показатели активности гипофизарно-щитовидной системы (Т4), маркеры анаболической активности (общий тестостерон), показатели стрессового воздействия (пролактин) выше у спортсменов специализации велотрек, что указывает на скоростно-силовую направленность данного вида спорта, работающего в зоне максимально-субмаксимальной мощности, при минимальных уровнях данных показателей у представителей специализации велошоссе, что характеризует большой объем и длительность нагрузок, приводящих к снижению секреции описанных выше гормонов и росту альдостерона как регулятора водно-электролитного обмена и маркера риска его нарушений. Концентрации СТГ, максимальные в группе специализации велошоссе, определяют баланс соотношения активности углеводного и липидного обменов у представителей велоспорта с учетом приоритетного механизма энергообеспечения основного соревновательного упражнения. Изменение функциональной активности эндокринных желез может отражаться на цикле костного ремоделирования, оказывая влияние на уровень МПК с учетом спортивной специализации.

Выявленные особенности активности эндокринных желез могут быть использованы в рамках медицинского контроля за состоянием здоровья спортсменов с учетом спортивной

специализации. Выраженное изменение функциональной активности эндокринных желез, особенно если показатели гормональной секреции выходят за рамки референсных значений, может быть отражением дезадаптации к физическим нагрузкам у представителей каждой из изучаемых специализаций с учетом особенностей адаптации к специализированным тренировочным нагрузкам.

Заключение

Показатели активности эндокринных желез у представителей велоспорта, соответствуя физиологической норме, вместе с тем отражают особенности процессов адаптации спортсменов каждой специализации к напряженной мышечной деятельности с наибольшей выраженностью концентрации СТГ, регулирующего соотношение активности углеводного и липидного обменов, альдостерона, маркера водно-электролитного обмена, тиреоидной активности щитовидной железы, отраженной в уровне тироксина, переносимости стрессового воздействия, показателем которого является пролактин, и анаболической активности, представленной значениями общего тестостерона. Характеристики функциональной активности эндокринных желез отражают направленность приоритетного пути энергообеспечения основного соревновательного упражнения, объем и интенсивность тренировочного воздействия, скоростно-силовую направленность спортивной специализации.

Таким образом, у спортсменов в процессе профессиональной деятельности характеристики активности эндокринных желез формируются с учетом длительности тренировочного воздействия и приоритетного механизма энергообеспечения основного соревновательного упражнения, отражая особенности процессов долговременной адаптации спортсменов каждого вида спорта к напряженной мышечной деятельности.

Список литературы

1. Кулиненко О.С. Медицина спорта высших достижений. М.: Спорт. 2016. 320 с.
2. Солодков А.С., Сологубов Е.Б. Спортивная физиология / Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. Учебник для высших учебных заведений физической культуры, Издание 6-е, исправленное и дополненное. М.: Спорт, 2016. С.198-434.
3. Кубасов Р.В. Гормональные изменения в ответ на экстремальные факторы внешней среды // Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. № 69(9-10). С. 102-109. DOI: 10.15690/vramn.v69i9-10.1138.
4. Мироманов А.М., Гусев К.А. Гормональная регуляция остеогенеза: обзор литературы //

Травматология и ортопедия России. 2021. № 27(4). С. 120-130. DOI: 10.21823/2311-2905-1609.

5. Иорданская Ф.А., Цепкова Н.К. Костный и минеральный обмен в системе мониторинга функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов. М.: Спорт, 2022. 152 с.
6. Vlachopoulos D., Barker A.R., Ubago-Guisado E., Ortega F.B., Krstrup P., Metcalf B., Castro Pinero J., Ruiz J.R., Knapp K.M., Williams C.A., Moreno L.A., Gracia-Marco L. The effect of 12-month participation in osteogenic and non-osteogenic sports on bone development in adolescent male athletes. The PRO-BONE study // J. Sci. Med. Sport. 2018. Vol. 21. No. 4. P. 404-409. DOI: 10.1016/j.jsams.2017.08.018.
7. Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Кочеткова Н.И., Студеникина Н.В., Никитина К.И. Остеопороз и физическая активность. Научно-методическое пособие. М.: ООО «Скайпринт», 2013. 112 с.
8. Wilson D.J. Osteoporosis and sport // Eur. J. Radiol. 2019. Vol. 110. P.169-174. DOI: 10.1016/j.ejrad.2018.11.010.
9. Полищук Д.А. Велосипедный спорт. К.: Олимпийская литература, 1997. 344 с.
10. Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Кочеткова Н.И. Лабильные компоненты массы тела - критерии общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам. Методические рекомендации. М.: ООО «Скайпринт», 2013. 132 с.
11. Некрасов А.Н., Костина Л.В., Дудов Н.С., Воронкова Т.Л., Осипова Т.А. Взаимосвязи параметров энергетического метаболизма скелетных мышц, форменных элементов крови и гормонального статуса при высоком уровне двигательной активности человека // Вестник спортивной науки. 2003. № 2 (2). С. 34–39.
12. Жижин К.С. Медицинская статистика: учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 160 с.
13. Белая Ж.Е., Белова К.Ю., Бирюкова Е.В., Дедов И.И., Дзеранова Л.К., Драпкина О.М., Древаль А.В., Дубовицкая Т.А., Дудинская Е.Н., Ершова О.Б., Загородний Н.В., Илюхина О.Б., Канис Дж.А., Крюкова И.В., Лесняк О.М., Мамедова Е.О., Марченкова Л.А., Мельниченко Г.А., Никанкина Л.В., Никитинская О.А., Петрайкин А.В., Пигарова Е.А., Родионова С.С., Рожинская Л.Я., Скрипникова И.А., Тарбаева Н.В., Ткачева О.Н., Торопцова Н.В., Фарба Л.Я., Цориев Т.Т., Чернова Т.О., Юренева С.В., Якушевская О.В. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза // Остеопороз и остеопатии. 2021. № 24 (2). С. 4-47. DOI: 10.14341/osteo12930.
14. Середенко Л.П., Калоерова В.Г., Добровольская Н.А., Коваленко В.В., Якушонок Н.В. Использование физических факторов для коррекции работоспособности спортсменов //

Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта.
2009. №5. С.241-244.

15. Курляндская Р.М., Романцова Т.И. Роль гормона роста в регуляции жирового и углеводного обмена // Лечащий врач. 2002. № 5. С. 36-38.