

УДК 577.175.5.06/-053.5"46511/.15"

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА СОСТОЯНИЕ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ И ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ МАЛЬЧИКОВ

© 2014 г. М. В. Шайхелисламова, Ф. Г. Ситдиков, А. А. Ситдикова, Г. Г. Каюмова

Казанский федеральный университет
E-mail: aasitdikova@mail.ru

Поступила в редакцию 23.01.2013 г.

Исследование функционального состояния коры надпочечников (КН) у мальчиков-спортсменов 11–15 лет, проведенное на основании показателей суточной экскреции свободного и связанного кортизола (K_{cb} , K), а также их сравнительная характеристика с показателями мальчиков контрольной группы позволили установить, что повышенные физические нагрузки в виде систематических спортивных тренировок оказывают доминирующее влияние на возрастную динамику КН и половое развитие юных спортсменов. Показано, что экскреция K_{cb} у спортсменов 12–14 лет характеризуется стабильно высокими показателями, а к 15 годам наблюдается ее достоверное снижение на фоне высоких значений K, в отличие от мальчиков, не занимающихся спортом, у которых содержание кортизола в моче существенно ниже ($p < 0.05$), а от 13 к 15 годам отмечается его прогрессирующий рост ($p < 0.05$). Выявлено относительное замедление процесса полового созревания мальчиков-спортсменов (развития вторичных половых признаков), установлено, что пубертатные преобразования глюкокортикоидной функции КН прежде всего отражают ее адаптивные реакции, обеспечивающие повышение резистентности детского организма к воздействию повышенных физических нагрузок.

Ключевые слова: кора надпочечников, пубертатный период, физическая нагрузка, мальчики 11–15 лет.

DOI: 10.7868/S0131164614020143

Нейроэндокринная регуляция функций детского организма, его адаптации к физическим нагрузкам отличается относительной незрелостью и функциональной неустойчивостью, проявляющимися в физиологическом колебании продукции гормонов и медиаторов, изменении чувствительности рецепторного аппарата нервной системы и тканей-мишеней [1]. Особое значение в развитии организма имеет подростковый период с включением сложных механизмов полового созревания и характерной физиологической гиперфункцией гипоталамической области мозга и гипофиза [2–4]. Усиление продукции гормонов надпочечниковых желез вызывает поток симпатической импульсации в различные органы и системы [5, 6], повышая напряжение и уязвимость детского организма при воздействии внешних неблагоприятных факторов.

Физические нагрузки являются мощным активатором для эндокринной системы растущего организма, способствуют усилинию метаболических процессов, стимулируют рост и половое созревание детей [1, 7, 8]. Однако, даже при систематических тренировках, у детей не наблюдается экономизации функций, которая свойственна взрослым, их физическая работоспособность достигается за счет значительного напряжения вегетативных функций и деятельности

эндокринных желез [1, 9]. Мышечные нагрузки, не соответствующие возрастным функциональным возможностям детей и подростков, в том числе нерациональные занятия спортом, могут вызывать состояния тяжелого стресса, нарушения нейроэндокринной регуляции ряда физиологических систем [10].

Ключевую роль в гуморальной регуляции мышечной деятельности организма играет кора надпочечников (КН) [11–13]. Глюкокортикоиды обеспечивают переход срочных приспособительных реакций в полноценное развитие долговременной адаптации [14]. При этом они не только мобилизуют пластические функции организма, создавая фонд свободных аминокислот в пользу образования жиров и углеводов [15], но и предупреждают избыточные тканевые реакции на стресс путем временного регуляторного угнетения синтеза гормонов [16]. Особое значение при оценке глюкокортикоидной функции КН имеет разделное изучение содержания свободного и связанного кортизола. Известно, что 90% выделяемых в кровь глюкокортикоидов связывается со специфическим белком транскортином, а 10% находится в свободной форме [17]. Комплекс транскортин–глюкокортикоид не обладает гормональной активностью, служит для транспортировки глюкокортикоидов к тканям и является

быстро мобилизуемым резервом. Поэтому биологическая активность гормона имеет прямую корреляцию не с общей его концентрацией, а лишь с концентрацией его свободной формы [15]. Влияние спортивных тренировок на состояние КН у детей и подростков изучалось целым рядом исследователей [8, 18, 19], которые отмечают неустойчивость ее функциональной активности при мышечной деятельности, когда период усиленной выработки глюкокортикоидов сменяется ее торможением. При этом чрезмерные спортивные нагрузки и связанное с ними эмоциональное напряжение могут вызывать задержку роста, полового созревания детей, подавлять реакции иммунитета, что обусловлено как прямым катаболическим действием глюкокортикоидов на мышечную соединительную и лимфоидную ткань, так и ингибирующим влиянием на белковосинтетическую функцию инсулиноподобного фактора роста 1 [1], а также подавляющим действием кортизола на процессы половой дифференцировки и функционирование гонад [15, 20]. Однако в большинстве исследований секреторная активность КН рассматривается лишь как показатель тренированности, при этом не учитываются возрастные особенности и гормональные перестройки периода полового созревания, когда возрастаает риск перехода физиологических эволютивных процессов в эндокринные дисфункции подросткового возраста [5, 10]. Все это особенно важно в связи с широким развитием детского и юношеского спорта, его изначальной направленностью на укрепление здоровья и сохранение физического потенциала подрастающего поколения.

Исходя из вышеизложенного, была сформулирована цель исследования, направленная на изучение состояния глюкокортикоидной функции КН у юных спортсменов 11–15 лет с учетом возраста и стадии полового созревания.

МЕТОДИКА

В исследовании принимали участие мальчики-спортсмены (60 человек), наблюдение за которыми велось в течение 5 лет непрерывно – с 11- до 15-летнего возраста включительно. Дети обучались в спортивных специализированных классах (СК) школы № 1 г. Казани и занимались хоккеем с шайбой на льду, с недельным объемом физической нагрузки 12–14 часов. Для достоверного суждения о специфическом влиянии физической нагрузки на состояние КН, параллельно обследовались мальчики контрольного класса (КК), занимающиеся физической культурой в объеме общеобразовательной школы (40 человек).

О состоянии КН судили по экскреции с суточной мочой кортизола – свободного (K_{cb}) и связанного (K). Анализировались абсолютные показатели экскреции, а также относительные ее ве-

личины, рассчитанные на 1 кг массы тела, которые позволяют судить о функциональной активности железы с учетом индивидуальных антропометрических характеристик [7], степени увеличения массы тела с возрастом [6]. Содержание K определялось методом хемилюминесцентного иммуноанализа на микрочастицах [21] с использованием оптической системы ARCHITECT i (производство США) – тест ARCHITECT Cortisol. Количественное определение K_{cb} осуществлялось иммуноферментативным колориметрическим методом [22] на лабораторной установке – URINARY “FREE” CORTISOL ELISA (EIA-2989) (производство Германия). С целью исключения влияния сезонных ритмов функциональной активности гипофизарно-надпочечниковой системы, сбор суточной мочи проводили в одно и то же время года – в октябре.

Стадии полового созревания определялись по методу Д. Таннера [23] – в зависимости от степени выраженности вторичных половых признаков.

Статистическую обработку полученного материала проводили общепринятыми методами вариационной статистики с применением пакета программ Microsoft Excel Windows 2007. Для оценки достоверности различий использовали T -тест, основанный на t -критерии Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ возрастной динамики функционального состояния КН у мальчиков-спортсменов 11–15 лет показал, что ее глюкокортикоидная функция имеет свои особенности и отличия в сравнении с мальчиками контрольного класса. Так, суточная экскреция K_{cb} у спортсменов от 12 к 14 годам изменяется незначительно (табл. 1), имеет максимальные абсолютные значения, находящиеся в пределах от 206.01 ± 10.34 до 242.80 ± 16.10 нмоль/сут, а в 15 лет наблюдается ее достоверное снижение на 32.77 нмоль/сут по сравнению с 14-летними ($p < 0.05$). Относительные показатели экскреции K_{cb} также имеют наибольшие значения в 12–14 лет – от 3.12 ± 0.26 до 4.29 ± 0.40 нмоль/сут/кг, в 15 лет они уменьшаются на 0.63 нмоль/сут/кг на фоне интенсивного увеличения массы тела юных спортсменов [24]. Такая возрастная динамика экскреции кортизола не согласуется с данными литературы о закономерностях становления функций КН с возрастом [25–27] и отличается от показателей мальчиков контрольного класса, у которых, во-первых, экскреция K_{cb} в 12, 13 и 14 лет в 1.6–1.9 раз ниже, чем у спортсменов ($p < 0.05$) (разница в абсолютных цифрах находится в пределах от 27.50 до 112.55 нмоль/сут), а во-вторых – от 13 к 14 и 15 годам отмечается ее достоверное увеличение, составляющее 39.05 нмоль/сут ($p < 0.05$) и 31.43 нмоль/сут ($p < 0.05$), что отражает основные

Таблица 1. Показатели экскреции свободного и связанного кортизола (K_{cb} и K) у мальчиков 11–15 лет ($M \pm m$)

Возраст, лет	Показатели							
	K_{cb}				K			
	нмоль/сут		нмоль/сут/кг		мкг/сут		мкг/сут/кг	
	СК	КК	СК	КК	СК	КК	СК	КК
11			•		•			
	4.09 ± ± 4.10	120.62 ± ± 4.80	2.76 ± ± 0.14	3.71 ± ± 0.25	46.34 ± ± 1.90	33.14 ± ± 1.51	1.12 ± ± 0.10	1.01 ± ± 0.09
12	•				•			
	*221.60 ± ± 14.02	132.96 ± ± 5.92	*4.00 ± ± 0.32	3.62 ± ± 0.30	*38.45 ± ± 1.75	32.45 ± ± 1.34	*0.69 ± ± 0.03	0.88 ± ± 0.08
13	•		•		•			
	242.80 ± ± 16.10	130.25 ± ± 5.02	4.29 ± ± 0.40	2.93 ± ± 0.16	*54.00 ± ± 3.00	39.84 ± ± 1.69	*0.95 ± ± 0.09	0.89 ± ± 0.08
14	•				•			
	206.01 ± ± 10.34	*169.30 ± ± 7.37	3.12 ± ± 0.26	3.09 ± ± 0.22	60.32 ± ± 4.06	*46.30 ± ± 1.90	0.91 ± ± 0.09	0.84 ± ± 0.06
15								
	*173.24 ± ± 9.01	*200.73 ± ± 10.12	2.49 ± ± 0.10	2.75 ± ± 0.12	56.18 ± ± 2.80	*60.86 ± ± 3.82	0.81 ± ± 0.08	0.89 ± ± 0.09

Примечание. СК – специализированные классы, КК – контрольный класс. * – различия достоверны по сравнению с предыдущим возрастом при $p < 0.05$; • – различия достоверны между СК и КК при $p < 0.05$.

тенденции развития КН в подростковом возрасте, согласно которым первый значительный прирост кортизола у мальчиков отмечен в 14 лет. Анализ относительных значений экскреции K_{cb} в контрольном классе показал отсутствие их увеличения с возрастом, а от 14 к 15 годам – даже тенденцию к снижению (от 3.09 ± 0.22 до 2.75 ± 0.12 нмоль/сут/кг), то есть повышение абсолютных показателей происходит на фоне более значительного нарастания массы тела мальчиков в период пре- и пубертата [24].

Особо выделяются мальчики-спортсмены 11 лет, находящиеся на начальном этапе интенсивного тренировочного процесса, у которых отмечаются сравнительно низкие значения экскреции K_{cb} – $114.09 \pm \pm 4.10$ нмоль/сут и 2.76 ± 0.14 нмоль/сут/кг, что на 107.51 нмоль/сут и на 1.24 нмоль/сут/кг меньше, чем у 12-летних спортсменов ($p < 0.05$) и ниже, чем у мальчиков контрольного класса (различия достоверны между относительными показателями при $p < 0.05$). Это может свидетельствовать о проявлении утомления и низких функциональных возможностях КН в 11 лет, но, вероятнее всего, указывает на временное регуляторное торможение гипофизарно-надпочечниковой системы, предупреждающее ее истощение на этапе срочной адаптации детей к повышенным физическим

нагрузкам [12], что подтверждается сравнительно высокими значениями экскреции K , составляющими 46.34 ± 1.90 мкг/сут и 1.12 ± 0.10 мкг/сут/кг, которые достоверно больше, чем в группе 12-летних спортсменов ($p < 0.05$). Наблюдаемое снижение K_{cb} может иметь защитное значение для детского организма, так как предохраняет его от избыточного катаболического влияния и ограничивает длительность усиленной мышечной работы [1].

Далее было установлено, что экскреция K_{cb} и K у мальчиков-спортсменов с возрастом изменяется разнонаправлено: на фоне снижения K_{cb} от 14 к 15 годам, отмечается стабильно высокие значения K (в пределах от 56.18 ± 2.80 до 60.32 ± 4.06 мкг/сут) и их достоверный прирост в 13 лет ($p < 0.05$), что соответствует и динамике относительных показателей, согласно которой от 12 к 13 годам экскреция K увеличивается на 0.26 мкг/сут/кг ($p < 0.05$). Это может свидетельствовать о формировании быстро мобилизируемого и достаточно стабильного резерва глюкокортикоидов [17] в процессе долговременной адаптации детей к повышенным физическим нагрузкам. Известно также, что постоянно обновляемый резерв гормона (депо) может играть роль буфера, стабилизирующего содержание свободной формы кортизола при различных физиологических состояниях организма [15].

Таблица 2. Распределение мальчиков 11–15 лет по стадиям полового созревания (%)

Возраст, лет	Стадии полового созревания									
	СК					КК				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
11	100					70	30			
12	20	80				70	30			
13		30	70				80	20		
14		10	50	40				10	90	
15			10	70	20				30	70

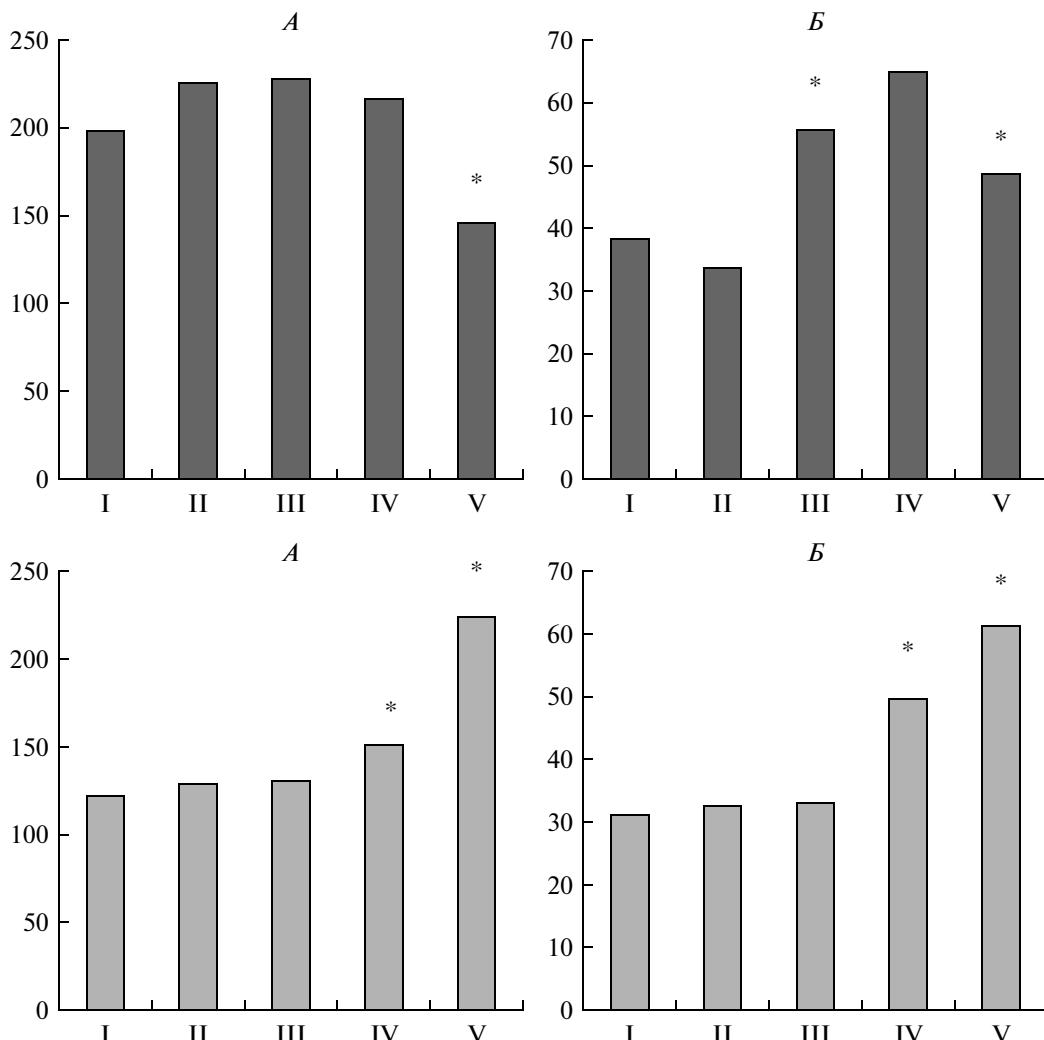
Примечание. СК – специализированные классы, КК – контрольный класс.

В контрольном классе экскреция К соответствует динамике K_{cb} , она характеризуется постоянными значениями в 11–13 лет (от 32.45 ± 1.34 до 39.84 ± 1.69 мкг/сут), увеличением к 14 годам ($p < 0.05$) и максимальным приростом в 15 лет – на 14.56 мкг/сут ($p < 0.05$). При этом у детей, не занимающихся спортом, уровень резервного кортизола существенно ниже, чем у спортсменов в 11–14 лет ($p < 0.05$) (разница достоверна в абсолютных цифрах и находится в пределах от 6.00 до 14.02 мкг/сут).

Следовательно, систематические мышечные тренировки вызывают у мальчиков развитие одной из основных адаптивных реакций – длительное и существенное напряжение в гипофизарно-надпочечниковой системе, которое, как известно, сопровождается снижением чувствительности центральных кортикостероидных рецепторов к угнетающему действию кортизола, увеличением его содержания в крови и моче [28]. Наблюданное нами снижение экскреции K_{cb} к 15 годам на фоне высоких показателей К может указывать на достижение определенной резистентности детского организма к физической нагрузке как к стрессору в процессе перехода срочной адаптации в долговременную [12]. Однако считается, что спортивные нагрузки на этапе срочной адаптации должны оказывать стрессовое воздействие на организм, тем самым выводить его на расширенные уровни гомеостаза, чтобы вызвать тренирующий эффект [29]. Ведь именно стрессовая реакция и свойственная ей активация глюкокортикоидной функции КН создает фонд свободных аминокислот, трансаминирует их в необходимых направлениях, индуцирует синтез ферментативных белков, то есть потенцирует формирование системного структурного следа, составляющего основу совершенствования адаптации, превращения ее из срочной в долговременную [30, 31].

Учитывая, что развитие эндокринных желез в подростковом возрасте определяется преимущественно уровнем половой зрелости, изучение функционального состояния КН проводилось на

каждой стадии полового созревания. Однако прежде необходимо отметить, что распределение мальчиков по стадиям полового созревания в спортивном и контрольном классе имеет свои особенности (табл. 2). Так, среди школьников 11 лет, не занимающихся спортом, 30% находится уже на II стадии полового созревания, тогда как в группе спортсменов все дети относятся лишь к I стадии. От 12 к 13 годам количество мальчиков III стадии полового созревания в контрольном классе увеличивается на 50%, при этом II стадия не наблюдается, а 20% из числа обследованных относятся уже к IV стадии – стадии максимального стероидногенеза [1], тогда как в группе спортсменов 30% детей все еще проходят II стадию полового созревания, а все остальные – на III стадии. Аналогичная тенденция сохраняется в 14 и 15 лет – если в контрольном классе 90% мальчиков 14 лет находится на IV стадии полового созревания, то среди спортсменов 50% – лишь на III стадии, а 10% все еще относятся ко II стадии. К 15 годам подавляющее большинство школьников контрольного класса (70%) вступают в V стадию полового созревания – стадию окончательного формирования вторичных половых признаков [23], а в группе спортсменов все еще преобладает IV стадия полового созревания, более того, 10% мальчиков остаются на III стадии. Таким образом, у юных спортсменов 11–15 лет наблюдается относительное замедление процесса полового созревания, вероятно, как результат влияния напряженных физических нагрузок, сопровождающихся выделением большого количества глюкокортикоидов. По литературным данным [15, 20], стабильно повышенная секреция кортизола может вызывать угнетение биосинтеза андрогенов, влиять на процессы половой дифференцировки, тормозить нормальное функционирование гонад. Более того, надпочечниковые андрогены, выделяющиеся наряду с глюкокортикоидами при физической нагрузке [7, 32], могут подавлять секрецию гонадолиберинов гипоталамусом и гонадотропинов гипофизом [1], что в целом может повлиять на



Экскреция свободного (**А**) и связанного кортизола (**Б**) у мальчиков 11–15 лет на разных стадиях полового созревания.

Темные столбики – мальчики-спортсмены, светлые столбики – мальчики контрольного класса.

По оси абсцисс – стадии полового созревания; по оси ординат: свободный кортизол (K_{cb}, нмоль/сут), кортизол (K, мкг/сут).

* – различия достоверны при $p < 0.05$ по сравнению с предыдущей стадией полового созревания.

перспективу полового созревания мальчиков-спортсменов.

Исследование особенностей экскреции кортизола на каждой стадии полового созревания (рисунок) показало, что выделение K_{cb} у спортсменов характеризуется стабильно высокими показателями на I–IV стадиях полового созревания (от 197.62 ± 10.00 до 227.14 ± 14.89 нмоль/сут) и резким их снижением к V стадии – на 71.58 нмоль/сут ($p < 0.05$). Экскреция K на I и II стадии полового созревания существенно не изменяется и составляет 37.76 ± 1.59, 33.22 ± 1.48 мкг/сут, на III стадии отмечается ее прирост на 22.16 мкг/сут ($p < 0.05$), а на V стадии – достоверное снижение на 16.27 мкг/сут по сравнению с IV стадией. Таким образом, полученные результаты могут свидетельствовать о на-

метившейся тенденции к завершению пубертатного преобразования глюокортикоидной функции КН у мальчиков-спортсменов. Быстрое формирование системы гипофиз–кора надпочечников у детей, занимающихся спортом, отмечается и в других исследованиях [13], что расценивается как тренирующий эффект систематической мышечной нагрузки. У мальчиков контрольного класса на I–III стадиях полового созревания показатели экскреции K_{cb} не изменяются и находятся в пределах от 120.82 ± 4.69 до 130.15 ± 5.26 нмоль/сут. Первое существенное увеличение экскреции K_{cb} наблюдается на IV стадии полового созревания, которое составляет 20.67 нмоль/сут ($p < 0.05$), к V стадии данный показатель еще больше возрастает ($p < 0.05$) и находится на уровне 224.60 ± 13.90 нмоль/сут.

Экскреция К повторяет динамику K_{cb} – ее постоянный уровень на I–III стадии полового созревания (от 30.89 ± 1.44 до 33.08 ± 1.60 мкг/сут) сменяется достоверным увеличением к IV стадии на 16.46 мкг/сут ($p < 0.05$) с последующим прогрессирующим ростом к V стадии полового созревания ($p < 0.05$). Это может указывать на незавершенность пубертатного формирования системы гипофиз–кора надпочечников среди мальчиков контрольного класса и согласуется с литературными данными о более поздних пубертатных изменениях в регуляции гипофизарно-адренокортиkalльной системы, когда дефинитивный уровень концентрации кортизола и дегидроэпиандростерона устанавливается лишь к 21 году [25].

Особый интерес представляет сравнительный анализ экскреции свободного и связанного кортизола на разных стадиях полового созревания. Так, у мальчиков контрольного класса наблюдаются одновременные и однонаправленные изменения уровня K_{cb} и К с пиком экскреции на IV и V стадии полового созревания, что подтверждает данные литературы, согласно которым специфические транспортные белки являются неотъемлемой частью “физиологической организации” эндокринной функции и, в частности, транскортин – глюокортикоидной функции КН [15]. При этом известно, что транскортин относится к семейству белков, постоянно присутствующих в плазме крови в высоких концентрациях [33], на всех этапах онтогенеза, начиная с последней стадии эмбрионального развития [1]. Поэтому наблюдаемый нами пубертатный скачок экскреции К (IV–V стадия), по всей вероятности, свидетельствует о повышении насыщения кортизол-связывающего глобулина, в результате усиления продукции железой гормона [34]. Иная картина у мальчиков-спортсменов – в отличие от детей контрольного класса, у них наблюдаются стабильно высокие показатели экскреции K_{cb} вплоть до IV стадии полового созревания в сочетании с колебаниями уровня К. То есть, адаптивные реакции глюокортикоидной функции КН у юных спортсменов преобладают над пубертатными сдвигами ее функциональной активности, сопровождаются подъемом уровня свободного кортизола (до V стадии) на фоне постепенного формирования его резерва.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, физические нагрузки в виде систематических спортивных тренировок являются доминирующим фактором в развитии глюокортикоидной функции КН и половом созревании мальчиков. Высокие показатели экскреции K_{cb} и К, превосходящие аналогичные значения мальчиков контрольного класса, указывают на стрессорное воздействие физических нагрузок, особенно на

начальных этапах тренировочного процесса. Снижение K_{cb} в 15 лет на фоне стабильно высоких значений К может свидетельствовать о формировании резерва глюокортикоидов в процессе тренировки и повышении резистентности организма мальчиков к повышенным физическим нагрузкам с возрастом, а в целом – о совершенствовании гормонального механизма регуляции мышечной деятельности юных спортсменов.

Результатом специфического влияния повышенных физических нагрузок на детский организм является относительное замедление процесса полового созревания мальчиков-спортсменов, что объяснимо с точки зрения ингибирующего влияния высоких концентраций глюокортикоидов на процессы половой дифференцировки и функционирование гонад. Пубертатные преобразования глюокортикоидной функции КН у детей спортивного класса отражают не только гормональные сдвиги периода полового созревания, но и адаптивные реакции, направленные на повышение устойчивости детского организма к воздействию повышенных физических нагрузок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Джевецкая И.А. Эндокринная система растущего организма. М.: Высшая школа, 1987. 206 с.
- Колесов Д.В., Сельверова Н.Б. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания. М.: Педагогика, 1978. С. 12–45.
- Lebenthal Y., Gat-Yablonski G., Shtaif B. Effect of sex hormone administration on circulating ghrelin levels in peripubertal children // Clin. Endocrinol. Metab. 2006. V. 91. № 1. P. 328.
- McCartney C.R., Blank S.K., Prendergast K.A. et al. Obesity and sex steroid changes across puberty: evidence for marked hyperandrogenemia in pre- and early pubertal obese girls // Clin. Endocrinol. Metab. 2007. V. 92. № 2. P. 430.
- Шарапов А.Н. Нейроэндокринная регуляция вегетативных функций и вегетососудистых дистоний в детском возрасте // Физиология развития ребенка / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. М.: Образование от А до Я, 2000. С. 127.
- Шайхелисламова М.В., Ситдиков Ф.Г., Ситдикова А.А. Симпто-адреналовая система и кора надпочечников в пре- и пубертатный периоды развития человека. // Онтогенез. 2007. Т. 27. № 4. С. 64.
- Бережков Л.Ф., Рязанова Л.Л. Гормональные различия в препубертатном и пубертатном периодах // Вопр. охраны материнства и детства. 1973. Т. 18. № 7. С. 11.
- Чибичьян Д.А. Изучение функционального состояния мозгового и коркового слоя надпочечников у юных спортсменов при занятиях физическими упражнениями: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1972. 19 с.
- Колчинская А.З. Кислородные режимы организма ребенка и подростка. Киев: Наукова думка, 1973. С. 233–234.

10. Калюжная Р.А. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы детей и подростков. М.: Медицина, 1973. С. 118–123.
11. Шайхелисламова М.В., Ситдиков Ф.Г., Ситдикова А.А. и др. Реакция коры надпочечников на дозированную физическую нагрузку у детей с различным исходным вегетативным тонусом // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 2012. Т. 154. № 12. С. 677.
12. Вирю А.А., Кырге П.К. Гормоны и спортивная работоспособность. М.: Физкультура и спорт, 1983. 159 с.
13. Фомин Н.А., Вавилов Ю.Н. Физиологические основы двигательной активности. М.: Физкультура и спорт, 1991. С. 174–188.
14. Chrousos G.P. The HPA axis and the stress response // Endocr. Res. 2000. V. 26. № 4. P. 513.
15. Розен В.Б. Основы эндокринологии. М.: Высшая школа, 1984. С. 140–168.
16. Ostrander M.M., Ulrich-Lai Y.M., Choi D.C. Hypoactivity of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical axis during recovery from chronic variable stress // Ibid. 2006. V. 147. № 4. P. 2008.
17. Сапронов Н.С. Фармакология гипофизарно-надпочечниковой системы. СПб.: Спец. лит-ра, 1998. С. 284–290.
18. Джуганян Р.А. Функциональное состояние надпочечников у детей среднего школьного возраста при занятиях физическими упражнениями: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1964. 21 с.
19. Рябов К.П. Структура и функции ведущих систем растущего организма при физической нагрузке (в эксперименте). Минск: Беларусь, 1972. С. 52–75.
20. Кация Г.В., Гончаров Н.П. Взаимодействие систем гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников и гипоталамус-гипофиз-гонады // Вестн. РАМН. 1994. № 12. С. 44.
21. Collins W.P., Barnard G.J., Kim J.B. et al. Chemiluminescence assays for plasma steroids and urinary steroid metabolites // Immunoassays for Clinical Chemistry. Edinburgh: Churchill livingstone, 1983. P. 373.
22. Davidsohn I., Henry J.B. Clinical diagnosis and management by laboratory methods. Philadelphia. PA: W.B. Saunders, 1979. P. 9–408.
23. Таннер Д. Рост и конституция человека // Биология человека. М., 1968. С. 247.
24. Каюмова Г.Г., Шайхелисламова М.В., Ситдикова А.А., Ситдиков Ф.Г. Показатели физического развития и частоты сердечных сокращений у юных хоккеистов // Матер. XI Всеросс. научной школы-конференции с междунар. участием. Казань: Отечество, 2012. С. 67.
25. Сельверова Н.Б., Филиппова Т.А. Развитие системы нейроэндокринной регуляции // Физиология развития ребенка / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. М.: Образование от А до Я, 2000. С. 82.
26. Жуковский М.А., Розен В.Б., Матарадзе Г.Д. Возрастные особенности экскреции метаболитов кортикостероидов и андрогенов у детей // Пробл. эндокринологии. 1971. Т. 17. № 5. С. 34.
27. Валеев И.Р. Функциональное состояние коры надпочечников и сердечно-сосудистой системы детей 11–15 лет в процессе адаптации к учебной деятельности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2005. 19 с.
28. Sapolsky R.M., Krey L.C., McEwen B.S. The neuroendocrinology of stress and aging: the glucocorticoid cascade hypothesis // Endocrinol. Rev. 1986. V. 7. P. 287.
29. Яковлев Н.Н., Коробков А.В., Янанис С.В. Физиологические и биохимические основы теории и методики спортивной тренированности. М.: Физкультура и спорт, 1960. 406 с.
30. Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Матлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л. Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности. М.: Наука, 1978. 304 с.
31. Меерсон Ф.З., Пиленникова М.Г. Адаптация к стрессорным и физическим нагрузкам М.: Наука, 1988. 164 с.
32. Вирю А.А. Функция коры надпочечников при мышечной деятельности. М.: Медицина, 1977. 176 с.
33. Stewart P.M. The adrenal cortex. Philadelphia: Saunders Compani, 2003. P. 489–502.
34. Newell-Price J., Trainer P., Besser M. et al. The diagnosis and differential diagnosis of Cushing's syndrome and pseudo-Cushing's states // Endocrinol. Rev. 1998. V. 19. № 5. P. 65.

The Impact of Increased Physical Exertion on Adrenal Cortex State and Puberty of the Boys

M. V. Shaykhislamova, F. G. Situdikov, A. A. Situdikova, G. G. Kayumova

The research of the adrenal cortex (AC) functional state of 11–15-year-old boys-sportsmen, conducted on the basis of free and bound cortisol (Cf, C) daily excretion indicators, as well as their comparative characteristics with the test class boys revealed that the increased physical activities in the form of regular sport trainings have the overwhelming impact on the age dynamic of AC and puberty of the young sportsmen. It is shown that the Cf excretion of the 12–14-year-old-sportsmen is characterized by the consistently high indices, and by age of 15 it is observed a significant decrease in the setting of high C values. In contrast to the boys that do not go in for sports and cortisol in urine of which is significantly lower ($p < 0.05$), but for the age of 13 to 15 it is noted its progressive increase ($p < 0.05$). A relative slowing of the boys-sportsmen puberty process (secondary sexual characters development) is revealed, AC glucocorticoid function pubertal transformation of these boys are completed earlier and in a greater degree reflect its adaptive behavior, that provides raise of child's body resistance to increased physical exertion's influence.

Keywords: adrenal cortex, puberty, physical exertion, 11–15-year-old boys.