

УДК 577.175.5.06]-053.5 «465.10/.15»

## МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ АДАПТАЦИОННЫХ СИСТЕМ У ШКОЛЬНИКОВ КАК ЭЛЕМЕНТ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ И БЕЗОПАСНОСТИ ИХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Шайхелисламова М.В., Ситдикова А.А., Каюмова Г.Г.**

*ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
Казань, e-mail: aasitdikova@mail.ru*

Проведено комплексное исследование функционального состояния симпатно-адреналовой системы и коры надпочечников у детей 11–15 лет в зависимости от возраста, пола и периода учебного года на основании показателей суточной экскреции адреналина, норадреналина, 17-кетостероидов и 17-оксикетостероидов, определяемых флюорометрическим и колориметрическим методами. Реализация поставленной цели, которая заключалась в изучении функционального состояния симпатно-адреналовой системы и коры надпочечников у школьников 11–15 лет с учетом возраста, пола и периода учебного года, а также выявлении критических периодов напряжения механизмов адаптации в процессе школьного обучения, позволила установить определенный синхронизм в проявлении функциональной активности медиаторного звена симпатно-адреналовой системы, андрогенной и глюкокортикоидной функций коры надпочечников с возрастом, при этом отмечен гетерохронный характер их созревания в половых группах – у девочек в 11 и 12, а у мальчиков в 14–15-летнем возрасте. На протяжении учебного года наблюдали изменения экскреции изучаемых гормонов и гормональных метаболитов, имеющие разнонаправленный характер и различную интенсивность в возрастно-половых группах. Показано, что 14 и 15-летний возраст у мальчиков является критическим периодом их развития, характеризующимся напряжением механизмов адаптации – достоверным снижением возрастных показателей экскреции норадреналина и метаболитов половых гормонов на фоне длительного и существенного увеличения суточной экскреции глюкокортикоидов, опасных своим катаболическим влиянием на детский организм, угнетающим действием на реакции иммунитета, функционирование половых желез. У девочек изучаемые показатели изменяются в пределах возрастного диапазона, что указывает на более совершенный характер адаптационных реакций, высокую мобилизационную готовность их организма.

**Ключевые слова:** симпатно-адреналовая система; кора надпочечников; дети и подростки; периоды учебного года

## MONITOR THE FUNCTIONAL STATE OF ADAPTIVE SYSTEMS IN STUDENTS AS PART OF THE HEALTH AND SAFETY OF THEIR LIFE

**Shaykhelislamova M.V., Sitdikova A.A., Kayumova G.G.**

*Kazan Federal University, Kazan, e-mail: aasitdikova@mail.ru*

A comprehensive study of the functional state of the sympathetic-adrenal system and the adrenal cortex in children 11–15 years depending on the age, sex and period of the school year, based on the performance of daily excretion of epinephrine, norepinephrine, 17-ketosteroids and 17-oxiketosteroid determined by colorimetric and fluorometric methods. Realization of this goal, which was to study the functional state of the sympathetic-adrenal system and adrenal cortex in students 11–15 years of age, gender, and the period of the school year, as well as identifying critical periods of stress adaptation mechanisms in the process of schooling, allowed to set a certain synchronicity in the manifestation of the functional activity of the mediator level sympathetic-adrenal system, androgen and glucocorticoid function of the adrenal cortex with age, with marked heterochronically nature of their sexual maturation in groups – girls 11 and 12, and boys at 14 or 15 years of age. Throughout the school year, observed the changes of excretion of the studied hormones and hormone metabolites with diverse character and a different intensity in the age-sex groups. It was shown that 14 and 15 year old boys age is a critical period of development, characterized by stress adaptation mechanisms – significant reduction in age-specific excretion of norepinephrine and metabolites of sex hormones on the background of prolonged or significant increase in the daily excretion of glucocorticoids that are dangerous to their catabolic effect on the child's body, depressing effect on the immune response, the functioning of the gonads. The girls studied parameters vary within the age range, which indicates a more perfect character of adaptive reactions, high mobilization readiness of their body.

**Keywords:** sympathetic-adrenal system, adrenal cortex, children and adolescents, the periods of the school year

Раскрытие закономерностей становления адаптационных систем растущего организма является неотъемлемой частью научного фундамента, лежащего в основе охраны здоровья подрастающего поколения, сохранения его физического и интеллектуального потенциала [1]. Известно, что концепция развивающего обучения, принцип вариативности педагогических технологий реализуется путем внедрения интенсивных обучающих программ, не учитывающих адаптационных возможностей детского организма. Учебные нагрузки дей-

ствуют, как правило, в прессинговом режиме однонаправленного характера, подавляя возрастную динамику развития физиологических систем, создают у школьников критические состояния напряжения адаптации, дезадаптации и развитие болезни [2, 6].

На каждом этапе онтогенеза происходит созревание именно тех адаптационных механизмов, которые необходимы для обеспечения жизненных функций и оптимального приспособления организма к условиям существования, свойственным данному возрасту. Исключительную роль играют ак-

тивно взаимодействующие на разных уровнях нервные и гормональные механизмы симпато-адреналовой системы (САС) и гипофизарно-надпочечниковой систем. САС представляет собой нервное звено, необходимое для запуска механизма приспособительных эндокринных реакций [12, 14]. Гипофизарно-надпочечниковая система занимает ключевое положение в механизме перехода срочных адаптивных реакций в полноценное развитие долговременной адаптации. Вместе с тем избыточное количество глюкокортикоидов опасно своим катаболическим влиянием на детский организм, угнетающим действием на лимфоидную ткань, процессы половой дифференцировки и функционирование гонад [10].

Адаптационные реакции детей и подростков отличаются относительной незрелостью и функциональной неустойчивостью, проявляющимися в физиологическом колебании продукции гормонов и медиаторов, изменении чувствительности рецепторного аппарата нервной системы и тканей-мишеней [4]. Особое значение в развитии организма имеет подростковый период с включением сложных механизмов полового созревания [13]. Усиление продукции адреналина (А), норадреналина (НА) и их предшественников, увеличение образования глюкокортикоидов, минералокортикоидов и андрогенов коры надпочечников (КН) вызывает мощный поток симпатической импульсации в различные органы и системы, повышая напряжение и уязвимость детского организма при воздействии внешних неблагоприятных факторов: физического и умственного переутомления, гиподинамии, эмоционального стресса [6]. В связи с этим увеличивается риск перехода физиологической эндокринной перестройки в эндокринные, а также нервно-сосудистые дисфункции подросткового возраста. Несмотря на большое количество литературных данных, посвященных изучению возрастнополовых особенностей функционального созревания САС и КН у детей, они весьма противоречивы [8]. В основном они получены на больных детях [15] и не отражают характера взаимосвязей адаптационных систем в процессе развития и учебной деятельности школьников. Несомненно, что совместное исследование функционального состояния САС и КН у подростков расширит понимание закономерностей становления механизма адаптационных реакций у современных школьников, что весьма существенно для научной основы системы охраны здоровья подрастающего поколения, создания оптимальных условий их обучения и жизнедеятельности.

Учитывая медико-социальную значимость проблемы, была сформулирована цель исследования, направленная на изучение функционального состояния САС и КН у школьников 11–15 лет с учетом возраста, пола и периода учебного года, а также выявление критических периодов напряжения механизмов адаптации в процессе школьного обучения.

### Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие мальчики и девочки 11–15-летнего возраста, обучающиеся в средней школе № 1 г. Казани, группы здоровья 1 и 2. Всего было отобрано 52 девочки и 49 мальчиков, наблюдение за которыми вели в течение 6 лет непрерывно.

О состоянии САС судили по содержанию А и НА в суточной моче на основании флуорометрического метода [9].

Состояние КН оценивали по содержанию в моче 17-оксикортикостероидов (17-ОКС), являющихся основными метаболитами кортизола, кортизона и их производных, а также по содержанию 17-кетостероидов (17-КС), 2/3 которых синтезируются из андрогенов адреналовой коры, а 1/3 – из андрогенов гонад [10]. Для количественного определения 17-КС использовали колориметрический метод Н.В. Самосудовой и Ж.Ж. Басс на основе реакции W. Zimmerman в модификации М.А. Креховой [7]. Определение 17-ОКС проводили по методу R.N. Silber, C.C. Porter на основании реакции с фенилгидразином после ферментативного гидролиза [7].

Сбор суточной мочи проводили три раза в течение учебного года, возрастные изменения оценивали по данным октября.

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

### Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительный анализ состояния САС и КН у детей выявил определенный синхронизм в проявлении их функциональной активности с возрастом (таблица).

Так, достоверный прирост экскреции НА у мальчиков от 13 к 14 г. сопровождается не менее существенным увеличением суточной экскреции 17-ОКС, которое составляет 1,59 мкм/сут ( $p < 0,05$ ) и, напротив, от 12 к 13 г. данные показатели имеют тенденцию к снижению. У девочек более раннее созревание медиаторного звена САС, сопровождающееся наибольшей суточной экскрецией НА в 10 лет, сочетается с не менее значительным выделением метаболитов глюкокортикоидов, которое в 1,33 раза превосходит значения, характерные для 11-летних; от 11 до 12 лет оба показателя увеличиваются ( $p < 0,05$ ). Функциональная

активность медиаторного звена САС у девочек проявляется в более раннем возрасте по сравнению с мальчиками и их сверстницами, обследованными 15–25 лет назад [8], что свидетельствует о преобладании у них нервных механизмов регуляции и считается более оптимальным для поддержания длительного возбуждения физиологических систем в детском возрасте [4]. Вместе с тем выявляются и разнонаправленные изменения изучаемых показателей: наблюдаемая тенденция к снижению экскреции НА у мальчиков в 15 лет и у девочек от 13 к 15 годам не согласуется с резким возрастанием активности андрогенной и глюкокортикоидной функции КН в данном возрасте: прирост суточной экскреции 17-КС и 17-ОКС у мальчиков от 14 к 15 г. составляет 8,85 ( $p < 0,05$ ) и 2,48 мкм/сут ( $p < 0,05$ ), а у девочек 6,93 ( $p < 0,05$ ) и 1,46 мкм/сут соответственно, что указывает на особую роль катехоламинов (КА) и КС в обеспе-

чении адаптационных реакций у детей 11–15 лет. Разнонаправленная динамика установлена в экскреции андрогенов и глюкокортикоидов в группе мальчиков: на фоне поступательного и линейного увеличения 17-КС с возрастом отмечается тенденция к снижению 17-ОКС от 11 к 13 г. Вероятно, это отражает биологический антагонизм андрогенов и глюкокортикоидов, обладающих белково-анаболическим и катаболическим влиянием на организм [5], и свидетельствует о возрастающей роли андрогенов КН и половых желез в регуляции роста [4]. Необходимо отметить и более раннюю активизацию андрогенной функции КН у девочек по сравнению с мальчиками: уже в 12 лет, когда наблюдается достоверный прирост экскреции 17-КС, составляющий 5,03 мкм/сут ( $p < 0,05$ ) и свидетельствующий о важной роли андрогенов в физическом и половом созревании женского организма [11].

Показатели экскреции катехоламинов, метаболитов андрогенов и глюкокортикоидов у детей 11-15-летнего возраста, М ± m

Возраст, лет	Показатели							
	адреналин, мкг/сут		норадреналин, мкг/сут		17-кетостероид, мкм/сут		17-оксикортикостероид, мкм/сут	
	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д
11	7,35 ± 0,45	6,53 ± 0,31	20,58 ± 1,85	*15,70 ± 1,01	18,67 ± 2,62	17,83 ± 1,94	6,76 ± 0,62	5,21 ± 0,41
12	7,38 ± 1,05	6,71 ± 0,53	21,97 ± 1,72	*19,47 ± 1,58	20,42 ± 2,22	22,86 ± 1,32	6,47 ± 0,70	*6,95 ± 0,51
13	6,74 ± 0,35	6,35 ± 0,24	18,04 ± 1,45	18,32 ± 2,01	*25,79 ± 1,45	23,02 ± 1,84	6,00 ± 0,29	6,56 ± 0,87
14	7,71 ± 0,86	6,13 ± 0,35	*23,42 ± 2,00	17,49 ± 1,86	29,19 ± 1,76	*28,31 ± 1,58	*7,59 ± 0,55	6,72 ± 0,79
15	7,61 ± 0,91	5,86 ± 0,30	22,82 ± 1,35	16,71 ± 1,20	*38,04 ± 2,94	*35,24 ± 2,84	*10,07 ± 0,85	8,18 ± 0,78

Примечание. \* Различия достоверны при  $p < 0,05$  по сравнению с предыдущим возрастом (М – мальчики, Д – девочки).

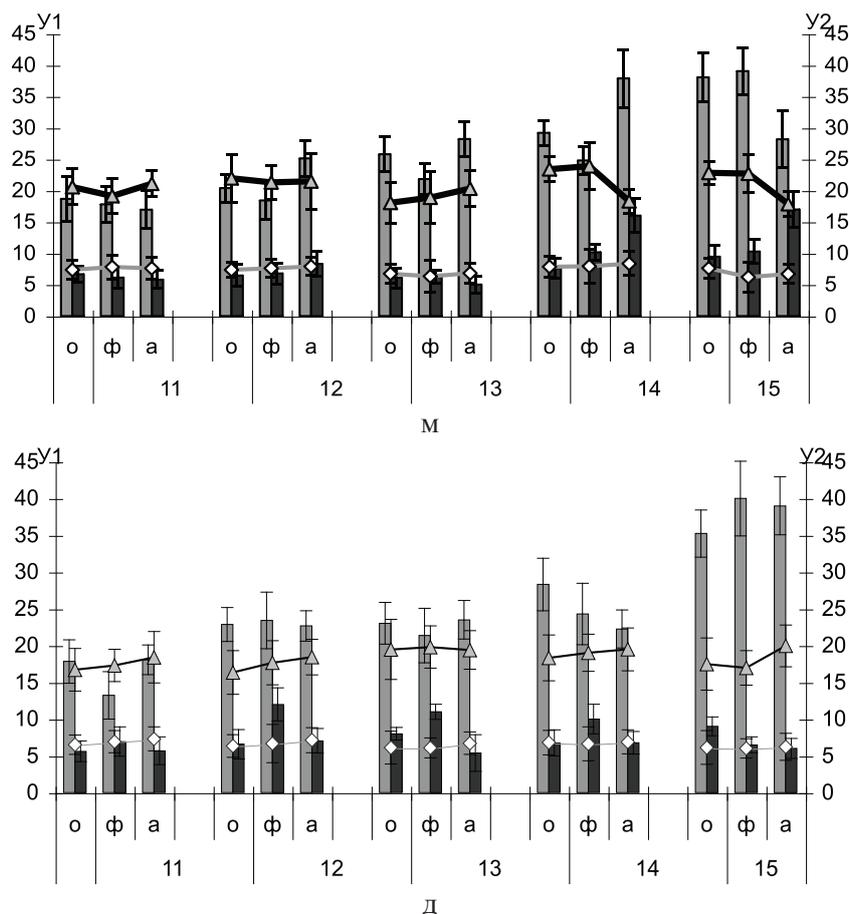
Далее был проведен анализ функционального состояния САС и КН на протяжении учебного года, в ходе которого достаточно сложно было учесть долю влияния внутренних и внешнесредовых факторов на детский организм – возрастных тенденций, умственной и физической нагрузок, сезонных колебаний активности нейроэндокринной регуляции, которые взаимосвязаны и взаимообуславливают друг друга. Было установлено, что уровень экскреции изучаемых гормонов и гормональных метаболитов изменяется в течение учебного года, соотношение их функциональной активности различно в возрастно-половых группах (рисунок). Так, у мальчиков до 14-летнего возраста экскреция КА и глюкокортикоидов на протяжении учебного года отличается относительной стабильностью с некоторой тенденцией к возрастанию уровня НА в 11 и 13 лет от октября к маю в отличие от андрогенов, выделение

которых, начиная с 12 лет, достоверно увеличивается (за исключением 15-летних), отражая возрастные тенденции становления андрогенной функции КН и активизацию половых желез [2, 5]. Наиболее ярко это выражено у школьников в 14 лет, когда прирост экскреции 17-КС по сравнению с октябрём составляет 10,27 мкм/сут ( $p < 0,05$ ). Обращает на себя внимание волнообразный характер динамики экскреции метаболитов андрогенов в течение учебного года у мальчиков 12, 13 и 14 лет с уменьшением ее интенсивности в зимний и возрастанием в весенний период ( $p < 0,05$ ), что, возможно, объясняется сезонными колебаниями функциональной активности надпочечниковых и половых желез и согласуется с представлениями о нейроэндокринных сезонных ритмах [3].

Особого внимания заслуживают мальчики 14 и 15 лет, у которых на фоне возрастного увеличения экскреции НА наблюдается

достоверное снижение ее к концу учебного года по сравнению с его началом на 5,09 и 6,02 мкм/сут ( $p < 0,05$ ) в том и другом возрасте соответственно, что может свидетельствовать, с одной стороны, о повышении активности нервного звена САС в период пубертата, а с другой – о низкой экономичности ее функционирования в процессе учебной деятельности подростков [8]. При этом динамика глюкокортикоидной функции КН имеет противоположный характер: экскреция 17-ОКС, составляющая в начале учебного года у мальчиков 14 и 15 лет  $7,59 \pm 0,55$  и  $10,07 \pm 0,85$  мкм/сут, к концу его увеличивается, превосходя в 1,5 раз свою возрастную планку. Это может указывать на длительное и существенное напряжение в гипофизарно-надпочечниковой системе, которое, как известно, сопровождается резким увеличением содержания кортизола в крови и моче. Несмотря на то, что увеличение глюкокортикоидов – это основная адаптивная реакция организма, повышенный уровень кортизола опасен

своим катаболическим влиянием на детский организм, угнетающим действием на лимфоидную ткань и реакции иммунитета [4, 5]. Более того, высокая концентрация кортикостероидов (КС) может вызвать угнетение биосинтеза половых гормонов [5], поэтому не исключено, что именно резкое возрастание экскреции 17-ОКС, наблюдаемое нами у мальчиков 15 лет, приводит к достоверному снижению у них уровня андрогенов, содержание которых в суточной моче составляет в конце учебного года  $28,19 \pm 2,48$  мкм/сут, что достоверно меньше, чем в начале его и в 1,4 раза ниже возрастных показателей 15-летних школьников. Это является крайне неблагоприятным фактом, способным повлиять на перспективу полового созревания мальчиков [4]. Таким образом, 14 и 15-летний возраст у мальчиков может быть выделен в качестве критического периода их развития, характеризующегося напряжением механизмов адаптации, снижением андрогенной функции КН и половых желез.



*Изменение экскреции катехоламинов, метаболитов андрогенов и глюкокортикоидов у детей 11-15 лет в течение учебного года. Примечание: по оси абсцисс – возраст (лет) и периоды учебного года (о – октябрь; ф – февраль; а – апрель); по оси ординат –  $Y_1$  – экскреция 17-КС (□), 17-ОКС (■) в мкм/сут;  $Y_2$  – экскреция А (◇) и НА (△) в мкг/сут. \* – различия достоверны при  $p < 0,05$  по сравнению с предыдущим периодом учебного года*

Иная картина у девочек – на всех этапах исследования суточная экскреция НА у них имеет стабильный характер, что в целом согласуется с ее возрастными тенденциями, свидетельствует о высокой мобилизационной готовности организма школьниц, обусловленной, вероятно, более ранним созреванием симпатического звена САС (рисунок). При этом суточная экскреция метаболитов глюкокортикоидов носит выраженный колебательный характер – наблюдается увеличение 17-ОКС от начала к середине учебного года в 11–14-летнем возрасте ( $p < 0,05$ ) и снижение экскреции их от февраля к маю, наиболее ярко выраженное в 13 и 14 лет ( $p < 0,05$ ). Вероятно, опасность истощения глюкокортикоидов на фоне стойких тонических симпатических влияний (увеличение НА), их избыточного каталогического влияния на организм, особенно в период пубертата, предупреждается у девочек 12–14 лет путем временного регуляторного угнетения синтеза гормона (и снижения экскреции 17-ОКС), наблюдаемого в конце учебного года. Это расценивается как важная защитная реакция детского организма, направленная на сохранение адаптационного резерва и повышение общей сопротивляемости [4]. «Линия андрогенов» у девочек довольно стабильна и не совпадает с периодическими колебаниями показателей экскреции глюкокортикоидов. Исключение составляют школьницы 15 лет, у которых изменение экскреции данных гормональных метаболитов приобретает противоположный характер: резкий скачок 17-КС и их высокие значения в течение всего учебного года (в пределах от  $35,24 \pm 3,10$  до  $40,28 \pm 1,94$  мкм/сут) наблюдаются в сочетании с уменьшением экскреции метаболитов глюкокортикоидов – от начала к концу учебного года снижение на  $2,04$  мкм/сут ( $p < 0,05$ ). Это согласуется с представлениями об ингибирующем влиянии андрогенов на ферментативные процессы биосинтеза стероидов в надпочечниках. Кроме того, именно андрогены КН могут выступать в качестве регуляторов устойчивой адаптации [11], снижая в данном случае высокий уровень глюкокортикоидов у девочек.

### Заключение

Таким образом, проведенное исследование показало, что возрастное развитие и учебная деятельность детей 11–15 лет обеспечивается сложными, взаимообусловленными реакциями САС и КН, направленными на удовлетворение основных адаптационных потребностей растущего организма. Констатируя наличие определенного синхронизма в проявлении функ-

циональной активности изучаемых адаптационных систем, отмечается гетерохронный характер их созревания в возрастнo-половых группах, а также разнонаправленная динамика экскреции гормонов и гормональных метаболитов на протяжении учебного года, указывающая на особую роль КА и КС в обеспечении адаптационных реакций у школьников. Выявлены критические периоды в развитии организма мальчиков, характеризующиеся напряжением механизмов адаптации – это 14 и 15-летний возраст, когда наблюдается существенное снижение к концу учебного года возрастных показателей экскреции норадреналина и резкое увеличение суточной экскреции метаболитов глюкокортикоидов, опасных своим катаболическим влиянием на детский организм, угнетающим действием на реакции иммунитета. Отмечается достоверное снижение уровня экскреции половых гормонов, что является крайне неблагоприятным фактором, способным повлиять на перспективу полового созревания мальчиков. У девочек изучаемые показатели изменяются в пределах возрастного диапазона, что указывает на более совершенный характер адаптационных реакций, высокую мобилизационную готовность их организма. Следовательно, учебная деятельность подростков на фоне нейроэндокринных перестроек периода полового созревания приобретает стрессовый характер, подавляя возрастную динамику развития адаптационных систем и физиологических функций организма, тем самым увеличивается риск перехода пубертатных эндокринных перестроек в эндокринные дисфункции подростков. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости мониторинга функционального состояния адаптационных систем у школьников, направленного на предупреждение патологических реакций в растущем организме. Материалы исследования могут быть использованы педагогами и педиатрами для оптимизации учебно-воспитательного процесса с учетом адаптационных возможностей детей и подростков.

### Список литературы

1. Бабейко Р.В. Состояние физиологических и психофизиологических свойств 16-17-летних школьников при общеобразовательном и инновационном обучении: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2004. – 22 с.
2. 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.
3. Голиков А.П., Голиков П.П. Сезонные биоритмы в физиологии и патологии. – М.: Медицина, 1973. – С. 5–38.
4. Држевецкая И.А. Эндокринная система растущего организма. – М.: Высшая школа, 1987. – 206 с.

5. Жуковский М.А. Детская эндокринология. – М.: Медицина, 1995. – 665 с.

6. Каложная Р.А. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы детей и подростков. – М.: Медицина, 1973. – С. 118–123.

7. Колб В.Г., Камышников В.С. Справочник по клинической биохимии. – М.: Медицина, 1982. – 296 с.

8. Крылова А.В. Адаптивные реакции сердечно-сосудистой и симпато-адреналовой систем на разных этапах полового созревания // Матер. Междунар. совещ. и IV shk. эволюц. физиологии. – СПб., 2006. – С. 72–75.

9. Меньшиков В.В. Методы клинической биохимии гормонов и медиаторов. – Ч.2. – М.: Медицина, 1974. – С. 5–84.

10. Розен В.Б. Основы эндокринологии. – М.: Высш. shk., 1984. – С. 140–168.

11. Савченко О.Н., Арутюнян Н.А., Пройма Ф.И. Слабые андрогены, их значение в эксперименте и клинике // Терапевт. журнал им. И.М. Сеченова. 1993. – Т. 79. – № 12. – С. 67–74.

12. Сапронов Н.С. Факмакология гипофизарно-надпочечниковой системы. – СПб.: Спец. лит-ра, 1998. – С. 284–290.

13. Сельверова Н.Б., Филиппова Т.А. Развитие системы нейроэндокринной регуляции. Физиология развития ребенка. – М.: Образование от А до Я, 2000. – С. 82–104.

14. Alexander S.L., Irvine C.H., Donald R.A. Dynamics of the regulation of the hypothalamo-pituitary-adrenal (HPA) axis determined using a nonsurgical method for collecting pituitary venous blood from horses // Frontiers Neuroendocrinol. – 1996. – Vol. 17. – P. 15–50.

15. Arbay O.C., Senocak M.E., Cahit T.F. Adrenocortical tumors in children // J. Pediatr. Surg. – 2001. – Vol. 36. – № 4. – P. 549–554.

**References**

1. Babejko R.V. Sostoyanie fiziologicheskix i psixofiziologicheskix svojstv 16-17-letnix shkol'nikov pri obshheobrazovatel'nom i innovacionnom obuchenii. Avtoref. dis. kand. biol. nauk. Tyumen', 2004. 22 p.

2. Valeev I.R. Funkcional'noe sostoyanie kory nadпочечников i serdechno-sosudistoj sistemy detej 11–15 let v processe adaptacii k uchebnoj deyatel'nosti: Avtoref. dis. kand. biol. nauk. Kazan', 2005. 19 p.

3. Golikov A.P., Golikov P.P. Sezonnnye bioritmy v fiziologii i patologii. M.: Medicina, 1973. pp. 5–38.

4. Drzheveckaya I.A. E'ndokrinnaya sistema rastushhego organizma. M.: Vysshaya shkola, 1987. 206 p.

5. Zhukovskij M.A. Detskaya e'ndokrinologiya. M.: Medicina, 1995. 665 p.

6. Kalyuzhnaya R.A. Fiziologiya i patologiya serdechno-sosudistoj sistemy detej i podrostkov. M.: Medicina, 1973. pp. 118–123.

7. Kolb V.G., Kamysnikov V.S. Spravochnik po klinicheskoy bioximii. M.: Medicina, 1982. 296 p.

8. Krylova A.V. Adaptivnye reakcii serdechno-sosudistoj i simpato-adrenalovoj sistem na raznyx e'tapax polovogo sozrevaniya // Mater. Mezhdunar. soveshh. i IV shk. e'volyc. fiziologii. SPb., 2006. pp. 72–75.

9. Men'shikov V.V. Metody klinicheskoy bioximii gormonov i mediatorov. Ch.2. M.: Medicina, 1974. pp. 5–84.

10. Rozen V.B. Osnovy e'ndokrinologii. M.: Vyssh. shk., 1984. pp. 140–168.

11. Savchenko O.N., Arutyunyan N.A., Projmina F.I. Slabye androgeny, ix znachenie v e'ksperimente i klinike // Teraпевт. zhurnal im. I.M. Sechenova. 1993. T. 79. no. 12. pp. 6–74.

12. Sapronov N.S. Fakmakologiya gipofizarno-nadпочечниковой системы. SPb.: Spec. lit-ra, 1998. pp. 284–290.

13. Sel'verova N.B., Filippova T.A. Razvitie sistemy nejroe'ndokrinnoy regulyacii. Fiziologiya razvitiya rebenka. M.: Obrazovanie ot A do Ya, 2000. pp. 82–104.

14. Alexander S.L., Irvine C.H., Donald R.A. Dynamics of the regulation of the hypothalamo-pituitary-adrenal (HPA) axis determined using a nonsurgical method for collecting pituitary venous blood from horses // Frontiers Neuroendocrinol. 1996. Vol. 17. pp. 15–50.

15. Arbay O.C., Senocak M.E., Cahit T.F. Adrenocortical tumors in children // J. Pediatr. Surg. 2001. Vol. 36. no. 4. pp. 549–554.

**Рецензенты:**

Ахмадиева Р.Ш., д.п.н., профессор, директор, ГУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности детей», г. Казань;  
 Зиятдинова А.И., д.б.н., профессор кафедры медико-биологических основ физической культуры, г. Казань.  
 Работа поступила в редакцию 01.07.2013.