

ЭНДОКРИННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К УЧЕБНОЙ НАГРУЗКЕ У УЧАЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ г. ЧЕЛЯБИНСКА

О.А. Новоселова, Е.И. Львовская
УралГУФК, г. Челябинск

Проведен анализ фонового уровня экскреции катехоламинов у учащихся 1-х, 5-х, 11-х классов, выполняющих различный объем нагрузки в процессе физического воспитания. Выявлены возрастные особенности функционального состояния симпатoadреналовой системы (САС) и особенности ее реакции на регулярные физические нагрузки.

Ключевые слова: симпатoadреналовая система (САС), адреналин (А), норадреналин (НА), катехоламины (КА), учащиеся первых, пятых, одиннадцатых классов, адаптация, двигательная активность.

Актуальность исследования. Низкий уровень здоровья детей школьного возраста помимо социально-экономических факторов обусловлен несоблюдением санитарно-гигиенических норм и правил учебного процесса в школе и дома, требований здорового образа жизни – гиподинамией, несбалансированным питанием, увлечением телевидением и компьютерными играми, вредными привычками и т.п. При поступлении в школу происходит ломка стиля жизни и поведения ребенка, в том числе двигательного стереотипа за счет уменьшения и изменения характера физической активности. Учебная нагрузка заметно превосходит возможности учащихся, а произвольная двигательная активность у школьников составляет менее 20 % от суточной потребности в движении [2]. Таким образом, учащиеся не восполняют в полной мере генетическую потребность в двигательной активности, обеспечивающую структурно-морфологическое и функциональное совершенствование растущего организма.

К одиннадцатому классу ситуация обостряется. Выпускникам четко обозначена цель: успешное окончание школы и дальнейшее поступление в вуз. По данным анкетного опроса, для достижения этой цели многие ученики достаточно резко изменяют свой привычный образ жизни: прекращаются занятия в спортивных секциях и кружках, сокращается время прогулок, но увеличивается время, затрачиваемое на приготовление домашних заданий и дополнительных занятий.

По данным РАМН РФ здоровыми в настоящее время могут считаться только 10 % выпускников школ, 50 % имеют морфофункциональные отклонения, 40 % – хроническую патологию. Это усугубляется тем, что учащиеся находятся в состоянии стресса из-за высоких учебных и психических нагрузок, связанных с подготовкой к выпускным и последующим вступительным экзаменам [4].

Улучшить адаптацию школьников к учебной и психической нагрузке и сохранить их здоровье можно с помощью продуманного построения процесса физического воспитания. Приспособление организма к меняющимся условиям существования, в том числе к началу обучения в школе, осуществляется при участии систем нейро-гуморально-гормональной регуляции, в частности, симпатoadреналовой системы [1, 9]. Повышение деятельности симпато-адреналовой системы и мобилизация катехоламинов при адаптации к стрессу непосредственно связаны с активацией энергетических механизмов и обменных процессов, приводящих к увеличению работоспособности мышц. При этом адреналин приводит к быстрой мобилизации энергетических возможностей организма, необходимых при кратковременных и интенсивных физических нагрузках, а норадреналин поддерживает энергетику организма при длительных нагрузках [8]. Гипофизарно-надпочечниковая система занимает ключевое положение в механизме перехода срочных адаптивных реакций в полноценное развитие долговременной адаптации, так как кортикостероиды не только мобилизуют пластические функции организма, то и предупреждают излишние тканевые реакции на стресс путем временного угнетения синтеза гормонов [7]. Во многих исследованиях показана взаимосвязь между активностью САС и выполняемой физической нагрузкой [1, 3].

Вместе с тем, чрезмерная активация симпатoadреналовой системы является и фактором риска, что обусловлено вызываемой под влиянием катехоламинов чрезмерной активацией ПОЛ в мембранах клеток скелетных мышц, миокарда и других тканей [6].

Таким образом, анализ фонового уровня экскреции катехоламинов у детей с различным уровнем двигательной активности на разных этапах

обучения в школе может помочь в дальнейшей разработке программ физического воспитания, учитывающих характер, объем и интенсивность нагрузки, которые способствуют развитию ребенка и содействуют процессу адаптации к учебной деятельности. Это определило специфику нашего исследования, целью которого является изучение функционального состояния САС и особенностей ее реакции на регулярные физические нагрузки

Методы и организация исследования. Тестирование учащихся проводилось в 3 этапа: I этап – октябрь, II этап – декабрь, III этап – май. В обследовании приняли участие ученики первых (I), пятых (V) и одиннадцатых (XI) классов г. Челябинска с разным уровнем двигательной активности, в количестве 405 человек. Учащиеся школы № 23 (Г1₁, n = 58; Г4₅, n = 65; Г7₁₁, n = 55) в полном объеме осваивали материал Комплексной программы физического воспитания. В общеобразовательной школе при музыкальном институте (Г2₁, n = 24; Г5₅, n = 26; Г8₁₁, n = 30) некоторые разделы программы (например, лыжная подготовка, баскетбол) приходилось частично или полностью заменять, в зависимости от избранной музыкальной специализации ребенка. Объем двигательной активности у этих детей был несколько ниже, чем в других школах. В школе № 30 (Г3₁, n = 45) и № 63 (Г6₅, n = 50; Г9₁₁, n = 52) занимались по экспериментальной методике физического воспитания, учитывая возрастные и индивидуальные особенности детей.

Активность симпатoadреналовой системы оценивали по уровню экскреции катехоламинов с мочой. Моча для анализа собиралась в октябре и мае, в утренние часы. Определение адреналина и норадrenalина осуществляли флюориметрическим методом по Э.Ш. Матлиной [5] в порционной моче, при этом фиксировали количество мочи и время, за которое она собрана.

Результаты исследования. Между первоклассниками разных школ на I этапе обследования не было различий по экскреции А, НА в моче и отношения НА/А. Но в течение учебного года их значения изменились (табл. 1). Высокий уровень

выселись по сравнению со II этапом обследования, но их значения не превышают исходного уровня. В этих же группах отмечается небольшое снижение отношения НА/А на III этапе обследования (около 4–5 %). В Г3₁ продолжилась тенденция к снижению экскреции катехоламинов и росту индекса НА/А (P > 0,05).

Таким образом, хотя экскреция катехоламинов в покое у детей с пониженной двигательной активностью (Г2₁) удерживалась на более высоком уровне в течение всего учебного года, существенные различия были выявлены только по двум показателям: количество А на III этапе исследования в ЭГ было на 22,2 % ниже, а отношение НА/А на 20 % выше, чем в Г2₁ (P < 0,05). Между Г1₁ и Г3₁, а также Г1₁ и Г2₁ достоверных различий не обнаружено.

Снижение экскреции катехоламинов к концу учебного года в Г3₁ может свидетельствовать об умеренной активности САС (ее устойчивости), а также выступать одним из критериев адаптации к учебной деятельности.

В начале учебного года показатели экскреции катехоламинов и отношения НА/А у пятиклассников всех обследуемых школ были на одном уровне, но в течение учебного года они разнонаправленно изменялись (табл. 2).

К концу 2-й четверти экскреция А в обеих контрольных группах незначительно увеличивается, а в Г6₅ – снижается. Количество НА в моче возрастает только в Г5₅, а в Г4₅ и Г6₅ – понижается. Значение индекса НА/А в обеих контрольных группах немного уменьшается, а в Г6₅ – остается таким же, как в начале года. Следует отметить, что на этом этапе ни одно из произошедших изменений показателей не достигает достоверной значимости.

На III этапе в Г4₅ и Г6₅ мы наблюдали понижение экскреции катехоламинов. В Г5₅ количество НА в исследуемой моче уменьшается до исходного уровня, а содержание А незначительно возрастает и по сравнению с I этапом разница составляет 16,3 %. Отношение НА/А в Г5₅ продолжает понижаться. В Г6₅ и Г4₅ напротив отношение НА/А

Таблица 1

Экскреция катехоламинов с мочой (нг/мин) у учащихся 1-х классов

| Этап | Г1 ₁ (n = 58) (школа № 23) | | | Г2 ₁ (n = 24) (муз. школа) | | | Г3 ₁ (n = 45) (школа № 30) | | |
|------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|
| | А | НА | НА/А | А | НА | НА/А | А | НА | НА/А |
| I | 3,52 ± 0,28 | 7,78 ± 0,66 | 2,22 ± 0,20 | 3,71 ± 0,45 | 8,03 ± 0,75 | 2,16 ± 0,15 | 3,58 ± 0,36 | 8,01 ± 0,58 | 2,22 ± 0,09 |
| II | 2,89 ± 0,33 | 7,32 ± 0,80 | 2,52 ± 0,17 | 3,30 ± 0,37 | 7,39 ± 0,86 | 2,24 ± 0,09 | 3,02 ± 0,28 | 7,48 ± 0,61 | 2,50 ± 0,11 |
| III | 3,13 ± 0,54 | 7,40 ± 0,64 | 2,39 ± 0,12 | 3,59 ± 0,22 | 7,71 ± 0,74 | 2,14 ± 0,18 | 2,79 ± 0,19 | 7,22 ± 0,87 | 2,57 ± 0,07 |

экскреции катехоламинов, зафиксированный в начале октября, к концу второй четверти немного снижается во всех исследуемых группах учащихся. Значение отношения НА/А при этом возрастает: в Г1₁ – на 13,5 %, в Г2₁ – на 3,7 %, а в Г3₁ – на 12,6 %. В конце учебного года мы обнаружили, что в Г1₁ и Г2₁ показатели экскреции А и НА по-

повышается и в Г6₅ даже немного превышает его исходное значение.

На третьем этапе мы можем говорить о значимой разнице в экскреции А между Г6₅ и Г5₅ (P < 0,05). Между показателями экскреции катехоламинов в Г4₅ и Г6₅, а также между обеими контрольными группами – достоверных различий нет.

Экскреция катехоламинов с мочой (нг/мин) у учащихся 5-х классов на различных этапах исследования

| Этап | Г4 ₅ (n = 65) (школа № 23) | | | Г2 ₁ (n = 26) (муз. школа) | | | Г6 ₅ (n = 50) (школа № 63) | | |
|------|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------------|--------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|
| | А | НА | НА/А | А | НА | НА/А | А | НА | НА/А |
| I | 5,13 ± 0,37 | 9,89 ± 1,05 | 1,94 ± 0,32 | 4,92 ± 0,53 | 9,83 ± 0,79 | 2,00 ± 0,07 | 5,19 ± 0,25 | 9,84 ± 0,58 | 1,88 ± 0,11 |
| II | 5,54 ± 0,41 | 9,47 ± 0,62 | 1,72 ± 0,24 | 5,51 ± 0,44 | 10,72 ± 1,06 | 1,94 ± 0,22 | 5,02 ± 0,53 | 9,42 ± 0,61 | 1,88 ± 0,09 |
| III | 5,02 ± 0,27 | 9,01 ± 0,49 | 1,80 ± 0,08 | 5,69 ± 0,61 | 9,67 ± 0,92 | 1,70 ± 0,30 | 4,59 ± 0,29 | 8,88 ± 0,87 | 1,93 ± 0,15 |

Таблица 3

Экскреция катехоламинов с мочой (нг/мин) у учащихся 11-х классов на различных этапах исследования

| Этап | Г7 ₁₁ (n = 55) (школа № 23) | | | Г2 ₁ (n = 30) (муз. школа) | | | Г6 ₅ (n = 52) (школа № 63) | | |
|------|--|--------------|-------------|---------------------------------------|--------------|-------------|---------------------------------------|--------------|-------------|
| | А | НА | НА/А | А | НА | НА/А | А | НА | НА/А |
| I | 5,70 ± 0,43 | 10,03 ± 0,24 | 1,75 ± 0,06 | 5,79 ± 0,51 | 10,44 ± 0,62 | 1,79 ± 0,08 | 5,52 ± 0,13 | 9,92 ± 0,32 | 1,80 ± 0,05 |
| II | 6,04 ± 0,38 | 10,49 ± 0,46 | 1,75 ± 0,09 | 6,92 ± 0,46 | 11,05 ± 0,76 | 1,59 ± 0,09 | 6,09 ± 0,54 | 10,71 ± 0,61 | 1,75 ± 0,07 |
| III | 5,28 ± 0,27 | 8,84 ± 0,95 | 1,66 ± 0,08 | 5,21 ± 0,77 | 7,93 ± 0,99 | 1,52 ± 0,11 | 5,68 ± 0,29 | 10,34 ± 0,85 | 1,81 ± 0,06 |

В начале учебного года у всех обследуемых одиннадцатиклассников экскреция катехоламинов в покое была приблизительно одинаковая (табл. 3). Хотя количество катехоламинов в моче учащихся Г9₁₁ было несколько ниже, достоверных различий по сравнению с данными других групп не выявлено.

К концу 2-й четверти экскреция А и НА во всех группах несущественно повышается, только в Г8₁₁ прирост количества А составил 19 % (P < 0,05). Но сравнивая показатели экскреции А и НА между группами на II этапе, мы не обнаружили между ними достоверных различий. Отношение НА/А в Г7₁₁ сохраняется на прежнем уровне, а в Г8₁₁ и Г9₁₁ – незначительно снижается.

К концу учебного года наблюдается снижение экскреции катехоламинов с мочой у выпускников общеобразовательных школ. Наиболее выражено понижение содержания А и НА в моче у учеников школы при музыкальном институте (на 24,7 % и 29,2 % соответственно). Следует отметить, что в обеих контрольных группах показатели экскреции катехоламинов в конце учебного года ниже, чем были на I этапе обследования, при этом в Г8₁₁ изменения достигают достоверности (P < 0,05). Снижение экскреции А и НА по сравнению со вторым этапом обследования в Г9₁₁ незначительно, их значения остаются на 3,5–4 % выше, чем исходные. На III этапе обследования значение катехоламинового индекса продолжает снижаться в контрольных группах и увеличивается у учащихся с более высоким уровнем двигательной активности, но статистической значимости эти изменения не достигают.

На III этапе тестирования обнаружены достоверные отличия в экскреции НА между Г9₁₁ и обеими контрольными группами и по значению катехоламинового индекса между Г8₁₁ и Г9₁₁.

Выводы

1. Высокое содержание катехоламинов в моче у учащихся первых и пятых классов, выявленное на I этапе обследования, по-видимому, свидетель-

ствует о напряжении механизмов адаптации, спровоцированных началом или переходом на новую ступень школьного обучения, и проявляется в повышении активности САС.

2. В течение учебного года у перво- и пятиклассников, получающих достаточную физическую нагрузку, экскреция катехоламинов несколько снижается, что может свидетельствовать об умеренной активности (устойчивости) САС, а также выступать одним из адаптационных критериев школьного стресса. У детей с пониженной двигательной активностью (КГ2) весь год, экскреция катехоламинов в покое удерживалась на более высоком уровне.

3. У пятиклассников показатели экскреции катехоламинов выше, чем у учащихся 1-х классов. Это подтверждает тот факт, что по мере приближения к пубертатному периоду активность САС возрастает.

4. Уменьшение в контрольных группах учащихся 11-х классов к концу учебного года количества КА в моче и катехоламинового индекса, по видимому, свидетельствует об утомлении учащихся, сопровождающемся снижением активности САС.

5. Стабильная величина коэффициента НА/А (1,80–1,81), относительное постоянство экскреции А и НА у выпускников школы № 63, свидетельствуют об устойчивом функциональном состоянии САС на всех этапах обследования у учащихся, занимающихся на протяжении нескольких лет по экспериментальной методике, с повышенной физической нагрузкой.

Литература

1. Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам / под ред. А.Г. Хрипковой, М.В. Антроповой. – М.: Педагогика, 1982. – С. 108–132.
2. Гришин, А.В. Результаты мониторинга физического здоровья детей 7–17 лет в Уральском федеральном округе: (результаты 2002–2003 гг.) /

А.В. Гришин, Д.С. Речепов // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2005. – № 4. – С. 13–15.

3. Држевецкая, И.А. Эндокринная система растущего организма / И.А. Држевецкая. – М.: Высшая школа, 1987. – 448 с.

4. Комков, А.Г. Социологические основы здорового образа жизни и физической активности детей школьного возраста / А.Г. Комков, Л.И. Лубышева // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2003. – № 1. – С. 40–46.

5. Матлина, Э.Ш. Метод определения адреналина, норадреналина, дофамина и ДОФА в одной порции мочи / Э.Ш. Матлина, З.М. Киселёва, И.Э. Софиева // Методы исследования некоторых гормонов и медиаторов. – М., 1965. – С. 25–32.

6. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пиенникова. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.

7. Нейроэндокринная организация механизма долговременной адаптации жителей северо-востока России / А.Б. Пирогов // Физиология человека. – 1993. – Т. 19, № 2. – С. 149–153.

8. Розен, Б.В. Основы эндокринологии: учеб. пособие / Б.В. Розен. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1984. – 336 с.

9. Ситдииков, Ф.Г. Функциональное состояние симпато-адреналовой системы и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у младших школьников / Ф.Г. Ситдииков, М.В. Шайхелисманова, А.А. Ситдиикова // Физиология человека. – 2006. – Т. 32, № 6. – С. 22–27.

Поступила в редакцию 4 февраля 2009 г.