

УДК 612.017.2 – 053.2

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗРАСТНО-ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ДЕТЕЙ К УЧЕБНЫМ НАГРУЗКАМ

Карпенко Ю.Д.

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт экологии природопользования» Министерства природных ресурсов и экологии Чувашской Республики, Чебоксары, e-mail: ecology21@list.ru

С использованием методов кардиоинтервалографии осуществлена оценка функционального состояния отделов вегетативной нервной системы у школьников, обучающихся по разным учебным программам. Проведенные исследования установили выраженные различия в механизмах адаптации между детьми, обучающимися по экспериментальной и стандартной учебным программам.

Ключевые слова: учебная нагрузка, кардиорегуляция, адаптация

В последние годы в возрастной физиологии увеличилось число исследований, посвященных изучению закономерностей адаптации детского организма к условиям окружающей среды [2, 3, 4, 5]. Данное направление исследований, прежде всего, связано с использованием интегральных критериев реакции организма на изменение факторов окружающей среды [2]. В частности, в качестве таковых в современных исследованиях широко используются показатели анализа вариабельности сердечного ритма [5]. В связи с распространением инновационных педагогических технологий, связанных с повышением уровня учебной нагрузки, изучение адаптации детей к современной школьной среде является актуальной проблемой как в теоретическом, так и в практическом аспектах.

Цель исследования состояла в сравнительной оценке возрастных особенностей функционального состояния систем кардиорегуляции у детей, обучающихся по разным учебным программам.

Материалы и методы исследования

В течение 5 лет были исследованы учащиеся общеобразовательной средней школы №16 г. Новочебоксарска в количестве 148 человек, в том числе 70 мальчиков и 78 девочек. Все обследованные дети, со-

гласно результатам медицинского осмотра, относятся к первой и второй группам здоровья.

Обследуемый контингент детей в процессе исследования был разделен по уровню учебной нагрузки на две группы: учащиеся контрольной группы (К группа), обучающиеся по стандартной программе, и учащиеся экспериментальной группы (Э группа), обучающиеся по усложненной учебной программе. Все дети обучались в первую смену.

В целях изучения динамических рядов кардиоинтервалов и определения функционального состояния механизмов кардиорегуляции нами проводилась запись электрокардиограммы во II стандартном отведении в положении лежа после 10-минутного отдыха со скоростью 25 мм/с на кардиографе «ЭК1Т-03М2».

В нашей работе использовались следующие показатели вариабельности сердечного ритма: M_{cp} , с (среднее значение R-R-интервала, характеризующего уровень функционирования системы кровообращения); ΔX , с (вариационный размах, указывает степень влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на кардиоритм); AMo , % (амплитуда моды, условный показатель активности симпатического звена регуляции); ИИ, усл. ед. (индекс

напряжения регуляторных систем, указывает на степень напряжения регуляторных систем); VLF, мс² (мощность в диапазоне очень низких частот (0,003–0,04 Гц), отражает уровень активности симпатического звена вегетативной регуляции (преимущественно надсегментарных отделов); LF, мс² (мощность в диапазоне низких частот (0,04–0,15 Гц), отражает уровень активности вазомоторного центра), HF, мс² (мощность в диапазоне высоких частот (0,15–0,4 Гц), отражает уровень активности парасимпатического звена вегетативной регуляции; LF/HF (отношение мощности низких частот к мощности высоких, характеризующий уровень баланса между симпатической и парасимпатической отделами вегетативной нервной системы).

Статистическая обработка проводилась нами с использованием статистических пакетов профессиональной статистики «Statistica» и «Statistica Package for the Social Sciences (SPSS) 10,0 for Windows» на PC Pent MMX-166.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ средней продолжительности R-R-интервала (M_{cp}) выявляет тенденцию увеличения данного показателя с увеличением возраста в результате повышения тонуса парасимпатического отдела ВНС (таблица). В возрастном периоде от 14 до 15 лет наблюдается наиболее существенное увеличение продолжительности R-R-интервала у детей экспериментальной группы. Коэффициент корреляции по Спирмену (r_s) между возрастом и M_{cp} в Э группе у мальчиков составил 0,7 ($p < 0,05$) и у девочек – 0,65 ($p < 0,05$), а в К группе соответственно – 0,45 ($p < 0,05$) и 0,47 ($p < 0,05$). Выявлены достоверные различия по показателю M_{cp} между изучаемыми группами у мальчиков в 9 лет, 11–15 лет, а у девочек – в 10–12 лет. Обнаружение различий показателей M_{cp} у мальчиков сравниваемых групп после 10 лет следует рассматривать, как проявление особенностей временных раз-

личий в механизме регуляции сердечного ритма.

Возрастное изменение ΔX и АМо отдельно не рассматриваем, т.к. эти показатели входят в формулу определения интегрального показателя функционального состояния вегетативной нервной системы – индекса напряжения (ИН). Результаты исследования возрастной динамики ИН в течение исследуемого периода выявили определенные различия в коэффициентах корреляции ИН с возрастом – у мальчиков обеих групп: $r_s = -0,31$ ($p < 0,05$), а значения парной корреляции у девочек К и Э групп составили соответственно $r_s = -0,03$ ($p > 0,05$) и $r_s = -0,29$ ($p < 0,05$). При этом обращает на себя внимание тот факт, что показатели ИН у девочек Э группы были выше, чем у их сверстниц К группы в 7, 8, 9, 10, 12 и 13 лет (таблица). Обнаруженное явление, по мнению Р.М. Баевского и А.П. Берсеновой [2], можно рассматривать как первый сигнал надвигающейся патологии или сигнал, указывающий на то, что внешне благополучное состояние здоровья обеспечивается напряжением адаптационно-компенсаторных механизмов.

Как известно, для оценки состояния регуляторных систем организма используется градация ИН, характеризующего функциональное состояние организма, на 4 уровня его адаптации к окружающим условиям:

- 1) удовлетворительная адаптация (ИН в пределах 80–160 усл. ед.);
- 2) напряжение механизмов адаптации (ИН в пределах 160–200 и 80–30 усл. ед.);
- 3) неудовлетворительная адаптация (ИН в пределах 200–900 и 30–10 усл. ед.);
- 4) срыв адаптации (ИН более 900 и менее 10 усл. ед.) [1].

Исходя из этого, нами изучена возрастная динамика изменения показателя ИН в зависимости от уровня учебной нагрузки. Анализ динамики адаптации исследуемых детей к разным уровням учебной нагрузки в начальный период школьного обучения позволил обнаружить у обследуемых ряд особенностей, что послужило основанием

для условного разделения их по уровням адаптации согласно вышеприведенной градации ИН. Так, в 7 лет, т.е. в начале обучения в школе удовлетворительная адаптация наблюдается в Э группе у 49,6% детей, а в К группе – 55,5%. Это указывает на то, что доля детей с удовлетворительной адап-

тацией в 7 лет выше в К группе. В этот же школьный период доля детей с напряжением механизмов адаптации в Э группе составила 39,3%, а в К группе – 34%. Доля детей с неудовлетворительной адаптацией в 7 лет ИН в Э и К группах была практически на одном уровне (соответственно 11,1 и 10,5%).

Возрастная динамика показателей variability сердечного ритма у детей 7–15 лет, обучающихся по экспериментальной и стандартной учебным программам

Возраст, годы	Пол	Э группа		К группа	
		M_{cp} , с	ИН, усл. ед.	M_{cp} , с	ИН, усл. ед.
7	м	0,69 ± 0,02	88,0 ± 18,3	0,67 ± 0,04	117,0 ± 19,7
	д	0,66 ± 0,02	120,9 ± 15,2	0,66 ± 0,04	90,2 ± 27,2
8	м	0,64 ± 0,03	166,5 ± 29,5	0,63 ± 0,02	210,7 ± 67,5
	д	0,69 ± 0,03 [^]	208,9 ± 49,4	0,74 ± 0,04 [^]	67,6 ± 16,7 [^]
9	м	0,66 ± 0,04	134,9 ± 31,3	0,75 ± 0,05	167,6 ± 33,1
	д	0,65 ± 0,02	140,5 ± 28,3	0,65 ± 0,04 [^]	175,4 ± 37,0
10	м	0,74 ± 0,02	85,9 ± 18,3	0,73 ± 0,05	134,6 ± 30,3
	д	0,70 ± 0,02 [^]	143,8 ± 29,3	0,77 ± 0,03 [#]	75,8 ± 15,8
11	м	0,74 ± 0,02	108,1 ± 17,3	0,70 ± 0,03 [#]	175,2 ± 46,9
	д	0,70 ± 0,02 [^]	183,1 ± 29,5 [^]	0,75 ± 0,05 ^{^#}	196,5 ± 34,0
12	м	0,69 ± 0,03	170,5 ± 51,8	0,76 ± 0,03 [#]	138,6 ± 41,3
	д	0,66 ± 0,03	240,0 ± 63,3	0,73 ± 0,03 [#]	95,7 ± 12,2
14	м	0,87 ± 0,03	55,7 ± 8,7	0,82 ± 0,05 [#]	83,5 ± 14,7
	д	0,79 ± 0,04 [^]	116,3 ± 31,6	0,77 ± 0,02	139,3 ± 29,4
15	м	0,85 ± 0,03	63,4 ± 9,9	0,66 ± 0,04 [#]	183,4 ± 42,5
	д	0,74 ± 0,03 [^]	105,8 ± 20,5 [^]	0,71 ± 0,03	106,5 ± 37,0 [#]

Примечание: [^] – достоверность различий ($p < 0,05$) между показателями у мальчиков и девочек одной группы; [#] – достоверность различий между показателями ВСП у детей одного пола, обучающихся по разным учебным программам.

Изучение изменения с возрастом исходного уровня адаптации детей по динамике ИН выявило разнонаправленные индивидуальные изменения – от сохранения первоначальных параметров адаптации до сдвигов в сторону тех или иных уровней адаптации. Это свидетельствует о лабильности механизмов формирования адаптации к школьной среде. Однако статистический анализ позволяет отметить, что достигнутый уро-

вень адаптации в 7 лет имеет корреляционную связь с последующими возрастными уровнями адаптации в обеих исследуемых группах. Так, такая закономерность по показателям ИН выявлена в 8 лет ($r_s = 0,74$, $p < 0,05$), в 9 лет ($r_s = 0,75$, $p < 0,05$), в 10 лет ($r_s = 0,58$, $p < 0,05$), в 11 лет ($r_s = 0,50$, $p < 0,05$), в 14 лет ($r_s = 0,36$, $p < 0,05$). Все это свидетельствует о том, что функциональное состояние организма детей в начальный пе-

риод адаптации к школе является выраженным предиктором функционального состояния последующих периодов онтогенеза.

Изучение спектральных характеристик сердечного ритма у школьников позволяет отметить, что показатель VLF, отражающий, по мнению ряда исследователей, активность надсегментарного уровня ВНС [5], имел тенденцию к увеличению с возрастом. Достоверные половые различия и различия между Э и К группами по данному показателю в течение всего исследуемого периода не наблюдались. При анализе возрастных особенностей параметра LF, характеризующего уровень активности вазомоторного центра, мы обнаружили волнообразное его изменение с возрастом. Наблюдаемое волнообразное изменение LF в возрасте от 7 до 15 лет, вероятно, демонстрировало регуляторные сдвиги, имевшие адаптационный характер. Подобное волнообразное изменение LF наблюдали и другие исследователи [3]. Параметр HF, характеризующий парасимпатические влияния, с возрастом увеличивался. При общей тенденции увеличения HF с возрастом обнаружены низкие значения его в 8 лет и высокие значения в 10 лет. Достоверных половых различий и различий между исследуемыми группами не обнаружено. Анализ возрастных особенностей соотношения LF/HF, характеризующего вагусно-симпатический баланс [5], выявил волнообразное изменение этого показателя. Половые различия по данному параметру были отмечены в К группе в 7, 9, 13 лет, а в Э группе – в 9, 11, 14, 15 лет. Следует отметить, что по соотношению LF/HF достоверные различия между детьми, обучающимися по стандартной и экспериментальной учебным программам, наблюдаются у мальчиков в 7, 11, 13 и 15 лет, а у девочек – в 7 лет. При этом также было показано предикторное значение LF и HF. Так, результаты корреляционного анализа позволили установить, что параметр HF в 7 лет коррелировал со значениями данного показателя в 9 лет ($r_s = 0,46, p < 0,05$), в 10 лет ($r_s = 0,46, p < 0,05$), в 11 лет ($r_s = 0,68,$

$p < 0,05$) и в 12 лет ($r_s = 0,68, p < 0,05$), а в более старшем возрастном периоде эти связи не обнаружены.

Заключение

Проведенные исследования установили выраженные различия в особенностях адаптации между детьми, обучающимися по экспериментальной и стандартной учебным программам, по показателям M_{cp} , ИИ, LF, HF и LF/HF. Результаты исследования позволяют считать, что у детей экспериментальной группы, по сравнению с детьми контрольной группы, в 7–13 лет выявлен большой удельный вес учащих с напряжением механизмов адаптации. Эти особенности изменения показателей сердечно-сосудистой системы детского организма экспериментальной группы отражают функциональную незрелость механизмов ее регуляции со стороны вегетативной нервной системы в данном возрастном периоде. У детей исследованных групп в 14–15 лет эти различия не обнаруживаются, что можно рассматривать как проявление созревания системы вегетативной регуляции, которое находит свое отражение в перестройке показателей variability сердечного ритма и в выравнивании уровней функционирования механизмов кардиорегуляции у детей с различным уровнем учебной нагрузки.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ сердечного ритма при стрессах. – М.: Наука, 1984. – 225 с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
3. Галлеев А.Р., Игишева Л.Н., Казин Э.М. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, №4. – С. 54.
4. Крысюк О.Н. Срочная адаптация миокарда и автономной нервной регуляции сердечного ритма к работе на компьютере у детей 1–11 лет // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, №5. – С. 74–81.

5. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. – Иваново: Иван. Гос. Мед. Академия, 2002. – 290 с.

Рецензенты:

Дмитриев Алексей Димитриевич, д.б.н., профессор, заслуженный деятель науки Чуваш-

ской республики, зав. кафедрой, Чебоксарский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации ЦС РФ;

Воронов Леонид Николаевич, д.б.н., профессор кафедры биологии и методики преподавания Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева.

PHYSIOLOGICAL AGE- AND GENDER-RELATED DIFFERENCES IN CHILDREN'S ADAPTATION TO STUDY WORKLOAD

Karpenko Y.D.

*Ecology Research Institute of the Chuvash Republic, Cheboksary,
e-mail: ecology21@list.ru*

With the use of cardiointervalographic methods an assessment of the functional status of the autonomic nervous system in schoolchildren exposed to various curricula has been conducted. The research findings highlight marked differences in adaptation mechanisms among children completing experimental and standard courses of study.

Keywords: study workload, cardioregulation, adaptation