

ФИЗИОЛОГИЯ ТРУДА

УДК 612.172.2 – 053.5:612.8.04

СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

И.И. Макарова¹, С.М. Кушнир¹, И.В. Стручкова¹, Е.В. Усова²

¹Тверская государственная медицинская академия

²Детская областная клиническая больница, Тверь

Представлены результаты исследования вегетативной регуляции у здоровых детей школьного возраста, основанные на анализе спектральных характеристик variability сердечного ритма. Выявлены особенности и различия в группах детей, мальчиков и девочек, 8–12 лет и 13–17 лет. Определен уровень функционирования автономного и центрального контуров вегетативной регуляции в формировании исходного вегетативного тонуса и реакции на ортостатическую нагрузку; приведены данные гендерных различий в изучаемых возрастных группах.

Ключевые слова: дети, вегетативная регуляция, variability сердечного ритма.

Введение. Проблемы вегетативной регуляции сердечного ритма всегда были предметом пристального внимания специалистов [2; 4; 6; 9]. При изучении особенностей её механизмов все чаще используются методики, в основе которых – исследование различных параметров variability сердечного ритма [1; 3; 5]. В работах ученых приводятся сведения о значимости спектральных характеристик ритма сердца в оценке функциональных особенностей контуров вегетативной регуляции, их взаимодействия, на примере различных групп взрослого населения – спортсменов, космонавтов, представителей рабочих специальностей [1; 8; 9]. Значительно меньше работ посвящено особенностям вегетативной регуляции у детей, в частности, детей здоровых. Подобные исследования могут иметь существенное значение в определении путей формирования здоровья, оценки его уровня.

Цель исследования – выявить особенности основных параметров вегетативной регуляции у детей школьного возраста с оценкой гендерных различий мальчиков и девочек 8–12 и 13–17 лет.

Материал и методика. В основу исследования variability сердечного ритма (ВСР) положена методология оценки функционального состояния регуляторных систем, предложенная Н.И. Шлык (2009) и базирующаяся на классификационной характеристике взаимодействия центрального и автономного контуров вегетативной регуляции по данным показателей стресс-индекса (SI,

усл.ед.) и величины частотного показателя очень медленных волн (VLF, мс^2) спектра ВСР: 1 и 2-й типы – умеренное и выраженное преобладание центральной регуляции при $SI > 100$ усл.ед., $VLF > 240 \text{ мс}^2$ и $SI > 100$ усл. ед., $VLF < 240 \text{ мс}^2$ соответственно; 3 и 4-й типы – умеренное и выраженное преобладание регуляции автономной с показателями равными $25 < SI < 100$ усл.ед., $VLF > 240 \text{ мс}^2$ и $SI < 25$ усл.ед., $VLF > 500 \text{ мс}^2$ соответственно.

Изучались следующие показатели ВСР: суммарная мощность спектра (TP, мс^2) и ее компоненты – мощность волн в диапазоне высоких (HF, мс^2 – 0,4–0,15 Гц) и низких (LF, мс^2 – 0,15–0,04 Гц) частот, отражающие соответственно парасимпатическую и симпатическую активность. Показатель очень низкой частоты (VLF, мс^2 – 0,04–0,015 Гц) интерпретировался как энерго-метаболический компонент в оценке исходного вегетативного контура регуляции и как степень адаптации в реакции на ортостаз.

Кроме того, анализу подлежали интегральные показатели – производные компонентов спектра: $IC = (HF + LV) / VLF$ – индекс централизации, $ISCA = LF / VLF$ – индекс активации подкорковых нервных центров, а также показатель пульсограммы стресс-индекс $SI = AMo / 2Mo\Delta X$, усл.ед. (где AMo – амплитуда моды, Mo – мода, ΔX – вариационный размах), характеризующий степень напряжения регуляторных систем, преобладание активности центрального или автономного контуров вегетативной регуляции.

Проведено выборочное одномоментное обследование 88 здоровых детей [7]: 1-ю группу составили дети в возрасте 8–12 лет (19 мальчиков и 25 девочек), 2-ю группу – 13–17 лет (18 мальчиков и 26 девочек). Исследование было организовано по общепринятой методике [1; 5]: в первой половине дня с 9 до 13 часов, не ранее, чем через 1,5 часа после приема пищи, физической или умственной нагрузок, с 5-ти минутным отдыхом перед обследованием. Проводились фоновая и активная ортостатическая пробы [2].

Использован вегетотестер «Полиспектр-8Е/88» (2000 Гц, 12 бит) фирмы «Нейрософт» (Россия). Мониторинг 50 мм/с и 10 мм/мв на коротких участках составлял 5 минут (не менее 500 кардиоциклов) с антитреморной фильтрацией низкой частоты 35 Гц, стандартной высокой частоты 50 Гц и режекторной фильтрацией – 0,05 Гц. Анализ данных КИГ осуществлялся по спектральным характеристикам сердечного ритма (частотный анализ). Экстрасистолы из анализа исключались.

Для проведения парных сравнений использовались непараметрические методы: критерии Манна-Уитни и Вилкоксона. Статистическая обработка результатов исследования проведена с

использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel-2003, BIOSTAT, программой WinPEPI v.10.01 (DESCRIBE Version 2.33).

Результаты и обсуждение. Данные спектрограммы обследованных детей представлены в таблице.

Т а б л и ц а

Показатели ВНС-спектрографии у здоровых детей школьного возраста
в фоновой и ортостатической пробе (M±m)

Параметры	8-12 лет (n=44)		13-17 лет (n=44)	
	фон	ортостатическая проба	фон	ортостатическая проба
TP, мс ²	4476,7±473,2	3482,3±433,1	5215,9±541,0	2174,2±220,6**
HF, мс ²	2065,8±253,9	657,1±123,0**	2197,4±311,7	311,7±66,2**
LF, мс ²	1509,0±195,5	1165,5±128,3	1680,2±207,6	735,8±81,5**
VLF, мс ²	898,3±102,5	1659,9±221,4**	1338,4±175,2*	1126,6±115,6
IC=(HF+LF)/VLF	4,58±0,50	1,22±0,10**	3,53±0,49*	1,05±0,11**
ISCA=LF/VLF	1,91±0,24	0,81±0,07**	1,51±0,24	0,71±0,05**
IS, усл.ед.	48,8±3,5	67,1±4,0**	43,0±3,2	88,0±5,0**
HF, %	43,8±2,1	17,2±1,4**	39,3±2,2	13,6±1,8**
LF, %	32,5±1,4	34,3±1,5	31,2±1,6	33,9±1,3
VLF, %	23,7±1,8	48,5±1,8**	29,5±2,0*	52,5±1,9**

Примечание. Достоверность различий данных (p < 0,05): * – последующей возрастной группы к группе предшествующей; ** – показателей ортостатической пробы к показателям фоновой пробы в данной возрастной группе.

По данным фоновой пробы, приведенным в табл. 1, показатели, отражающие спектральную характеристику степени напряженности регуляторных систем – суммарная мощность спектра (TP) и его высокочастотный (HF) и низкочастотный (LF) компоненты у детей младшего школьного возраста составили 4476,7±473,2 мс², 2065,8±253,9 мс² и 1509,0±195,5 мс² соответственно. При этом показатель энерго-метаболического обеспечения регуляторных механизмов (VLF) был равен 898,3±102,5 мс².

Важным представлялся вопрос о вкладе основных волновых компонентов в структуру суммарной мощности спектра в диапазонах рассматриваемых частот, характеризующем состояние вагосимпатического баланса у детей младшего школьного возраста.

Анализ полученных данных фоновой пробы показал преобладание относительной доли HF (43,8±2,1%) над вкладом LF (32,5±1,4%) и VLF (23,7±1,8%) составляющих в соотношении HF>LF>VLF, что соответствовало умеренному преобладанию автономной регуляции ритма сердца. Важно отметить, что процентная доля волн в очень низкочастотном диапазоне превышала 15%.

Доминирующая парасимпатическая активность автономного контура вегетативной регуляции подтверждалась умеренной

выраженностью стресс-индекса (SI), отражающего общую парасимпатическую стратегию вегетативной регуляции.

Данные сравнительного анализа показателей фоновой пробы у детей младшего и старшего школьного возраста приведены в таблице.

Установлено, что ни показатель суммарной мощности спектра (TP), ни его высоко- и низкочастотные компоненты (HF и LF) у детей 1 и 2 групп не имели статистически значимых различий. В то же время, у старших школьников показатель VLF, регистрируемый в диапазоне очень низких частот, оказался на 48,9% выше, также как и его вклад в структуру волнового спектра, составивший 29,5% ($p < 0,05$). При этом очевидно, что подъем VLF детерминировал достоверное снижение индекса централизации (IC) на 22,9% ($p < 0,05$). Следует отметить, что стресс-индекс (SI) в сравниваемой группе существенно не менялся и, в совокупности с показателем VLF, указывал на умеренное преобладание автономной регуляции ритма сердца, также как и в группе детей младшего школьного возраста.

В обследуемых группах школьников были проанализированы гендерные различия изучаемых показателей. Среди младших школьников такое различие было обусловлено более низкой у девочек суммарной мощностью спектра за счет ее высокочастотного компонента (HF). Спектр BCP у девочек 13–17 лет также имел статистически значимое отличие в отношении мальчиков, но оно ассоциировалось с мощностью в диапазоне очень низких частот (VLF), ее более существенной ролью в волновой структуре спектра, представленной только у девочек этой группы как HF>LF<VLF.

Вегетативная реактивность в возрастных группах исследовалась с использованием клиноортостатической пробы. Результаты проведенного исследования наглядно показали, что у младших школьников реакция на стресс, в данном случае ортостаз, была представлена симпатикотонией, носившей относительный характер, поскольку она была обусловлена статистически значимым снижением (на 68,2%, $p < 0,05$) парасимпатического тонуса. При этом на фоне снижения активности автономного контура вегетативной регуляции, прослеживаются процессы нарастания централизации управления сердечным ритмом: достоверный прирост мощности волн спектра в диапазоне очень низких частот и стресс-индекса (на 84,8 и 37,5% соответственно), а так же значительное снижение индексов централизации (на 73,4%) и активации подкорковых нервных центров (на 57,6%). Все $p < 0,05$.

Аналогичная реакция на ортостаз отмечалась и в группе старших школьников, но уже более выраженная, с существенным снижением суммарной мощности спектра, ее высоко- и низкочастотных компонентов на 58,3, 85,8 и 56,2% соответственно (все $p < 0,05$) и,

согласно относительному вкладу мощности очень медленных волн, выраженной гипердаптацией.

В результате ортостатической нагрузки менялась структура спектра: 17 : 34 : 49% – у младших и 14 : 34 : 53% – у старших школьников, т. е. в обеих группах имело место соотношение HF<LF<VLF.

Проведенное исследование показало, что большинство здоровых детей школьного возраста характеризуются умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма, который, согласно принципу физиологической целесообразности, является наиболее благоприятным [2; 10].

Результаты проведенного исследования убедительно демонстрировали соответствие возраста обследуемых детей и степени регуляторной напряженности – доминирования парасимпатических влияний в управлении сердечным ритмом, формируемых, в основном, в автономном контуре вегетативной регуляции.

К этому следует добавить, что выявленное снижение процессов централизации управления сердечным ритмом имело относительный характер, и было, как раз, связано с общей стратегической трофотропной направленностью вегетативной регуляции, свойственной возрасту детей обследованных групп.

Представляла интерес и наблюдаемая реакция регуляторных систем в ответ на предложенный стресс: переход в ортостаз сопровождался выраженной централизацией регуляторных процессов. Особенность же такой реакции также состояла в относительном характере централизации, обусловленной, в основном, снижением активной роли автономного контура.

Относительный характер функциональных сдвигов центрального контура у детей с умеренным преобладанием автономии в управлении сердечным ритмом, по нашему мнению, еще раз подчеркивает тесную взаимосвязь надсегментарных и сегментарных отделов вегетативной регуляции, визуализирующуюся в проведенном исследовании процентным вкладом очень низких частот в структуру общей мощности спектра. Прирост VLF% в ответ на ортостаз указывает на повышение степени связи обоих контуров в сложившихся стрессовых условиях. К этому следует добавить, что физиологический смысл роста значимости очень низких частот в данном контексте следует расценивать как вполне естественную реакцию гипердаптации в ответ на ортостаз.

Анализируя данные гендерных различий, было показано, что у девочек 8–12 лет, по сравнению с мальчиками, в формировании управления сердечным ритмом был меньше задействован потенциал парасимпатической активности. В отличие же от последних, в группе детей 13–17 лет, основным отличием было участие в процессах регуляции энерго-метаболического компонента, что, вероятно,

обусловлено физиологической потребностью морфофункциональной перестройки пубертатного периода.

Заключение. 1. Вегетативная регуляция у здоровых детей школьного возраста характеризуется умеренным преобладанием автономного контура управления сердечным ритмом, оптимальным соотношением частотных характеристик ВСР.

2. Уровень исходного вегетативного тонуса и реакция регуляторных систем на стресс носят физиологический характер, обусловленный возрастным-половым различием обследованных детей.

Список литературы

1. *Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Введение в донозологическую диагностику. М.: Слово, 2008. 220 с.
2. *Белоконь Н.А., Кубергер М.Б.* Болезни сердца и сосудов у детей: руководство для врачей: в 2 т. М.: Медицина, 1987. 446 с.
3. *Котельников С.А., Ноздрачев А.Д., Коваленко А.П., Одинак М.М., Шустов Е.Б.* Вариабельность ритма сердца: представление о механизмах // Физиология человека. 2003. Т. 28, № 1. С. 130–143
4. *Кушнир С.М., Антонова Л.К.* Особенности вегетативной регуляции здоровых детей 13-15 лет // Верхневолжский медицинский журнал. 2010. Т. 8, вып. 2. С. 41–44.
5. *Михайлов В.М.* Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода. Иваново: Нейрософт, 2002. 290 с.
6. *Панкова Н.Б.* Функциональное развитие вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы человека в онтогенезе // Физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2008. Т. 94, № 3. С. 267–275.
7. Приказ МЗ РФ №621 от 30.12.2003 «О комплексной оценке состояния здоровья детей»: [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://medinform.biz/low1.php?id=972613> (дата обращения: 09.10.2012).
8. *Рыжов А.Я.* Состояние сердечно-сосудистой системы при ортостатических воздействиях в условиях интенсивного шума (механизмы напряжения, профилактика перенапряжения): дис. ... д-ра биол. наук. М., 1989. 387 с.
9. *Сабирьянов А.Р., Сабирьянова Е.С.* Особенности частотно-временных характеристик вариабельности ритма сердца у женщин в возрастных группах от 8 к 55 годам // Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: материалы V Всерос. симпоз. Ижевск, 2011. С. 192–201.
10. *Шлык Н.И.* Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Удмурт. ун-т, 2009. 255 с.

STATE OF VEGETATIVE REGULATION OF HEART RHYTHM IN HEALTHY SCHOOL AGE CHILDREN

I.I. Macarova¹, S.M.Kushnir¹, I.V. Struchcova¹, E.V. Usova²

¹Tver State Medical Academy

²Regional Children's Clinical Hospital, Tver

The paper presents results of study of vegetative regulation, based on spectral analysis of heart rate variability of healthy school age children. Features and differences in groups of boys and girls 8-12 and 13-17 years old were revealed. The level of functioning of the autonomous and the central vegetative regulation loops in the formation of the initial autonomic tone and reaction to orthostatic tests were determined; there are data of sex differences in the studied age groups in the paper.

Keywords: *children, vegetative regulation, heart rate variability.*

Об авторах:

МАКАРОВА Ирина Илларионовна—доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой теории и практики сестринского дела с курсом клинической физиологии и функциональной диагностики, ГБОУ ВПО «Тверская ГМА Минздравсоцразвития России», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, e-mail: iim777@yandex.ru

КУШНИР Семен Михайлович—доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой педиатрии и неонатологии ФПДО, ГБОУ ВПО «Тверская ГМА Минздравсоцразвития России», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, e-mail: s_kushnir@mail.ru

СТРУЧКОВА Ирина Васильевна—старший лаборант кафедры педиатрии и неонатологии ФПДО, ГБОУ ВПО «Тверская ГМА Минздравсоцразвития России», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, e-mail: struchkova.iv@yandex.ru

УСОВА Елена Викторовна—врач-педиатр, ГБУЗ «Детская областная клиническая больница», 170001, Тверь, наб. С. Разина, д. 23, e-mail: eusovatver@mail.ru