

## СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ДЕТСТВА

**С.М. Кушнир**  
**И.В. Стручкова**  
**И.И. Макарова**  
**Л.К. Антонова**

*Тверская государственная медицинская академия, Россия, 170100 г. Тверь, ул. Советская, 4*

*E-mail: s\_kushnir@mail.ru;  
struchkova.iv@yandex.ru;  
iim777@yandex.ru;  
antonova.lk@yandex.ru*

В работе представлены результаты исследования вегетативной регуляции, основанные на анализе данных variability сердечного ритма здоровых детей в возрасте от 1-го года жизни до 17 лет. Выявлены особенности нейрогенного, симпато-парасимпатического, и гуморального обеспечения сердечного ритма на уровне автономного контура вегетативной регуляции. В возрастном аспекте показана динамика изменения вегетативных регуляторных влияний на формирование сердечного ритма.

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

### Введение

Актуальность исследования. Исследование особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у детей всегда привлекало пристальное внимание [1, 2, 3, 4]. Результаты таких исследований, как правило, с использованием одного из методов оценки variability сердечного ритма (ВСР), давали представление о приспособительно-компенсаторных процессах, формирующихся на уровне центрального и автономного контуров вегетативной регуляции [5, 6, 7]. Работы многих исследователей касались вопросов функционирования вегетативной нервной системы в условиях болезни ребенка или воздействия негативных средовых факторов [8, 9, 10]. Однако, лишь немногочисленные работы были посвящены здоровому ребенку, состоянию его адаптационно-регуляторного аппарата управления сердечным ритмом. В публикациях последних лет имеются сведения о возрастных особенностях вегетативной регуляции. Но результаты таких исследований во многом остаются противоречивыми, что обусловлено различными методами исследования и подходами в оценке получаемых показателей [11, 12, 13, 14].

Несмотря на представленную в работах некоторых авторов зависимость абсолютных значений параметров ВСР от множества различных факторов [7, 15], в том числе и от возраста [13], поиск закономерностей возрастного динамизма до настоящего времени остается актуальной проблемой физиологии ребенка.

Цель исследования: выявить особенности симпато-парасимпатических и гуморальных влияний на сердечный ритм в системе автономного контура вегетативной регуляции у здоровых детей от 1-го года жизни до 17 лет.

Методика исследования. Всего обследовано 145 здоровых детей в возрасте от 1 до 17 лет, относящихся к I и II группам здоровья [16]. Все обследованные были разделены на 4 возрастные группы: 1-я – дети в возрасте 1-го года, 2-я – 4-7 лет, 3-я – 8-12 лет и 4-я группа – 13-17 лет. Мальчики и девочки в группах были представлены, примерно поровну.

В работе использовался метод кардиоинтервалографии (КИГ) [5]. Исследование проводилось в первой половине дня, не ранее, чем через 1,5 часа после приема пищи, в клино- или ортоположении обследуемого при определении исходного вегетативного тонуса (ИВТ) и вегетативной реактивности (ВР) соответственно.

Использовался 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 кардиоинтервалографии (КИГ) осуществлялся по линейной ритмограмме. Экстрасистолы из анализа были исключены.

Анализировались показатели: симпатической (АМо,%), парасимпатической ( $\Delta X$ ,с) и гуморальной (Мо,с) активности; стресс-индекс (SI,усл.ед.), рассчитываемый по формуле:  $АМо/2Мо*\Delta X$  [17] и характеризующий ИВТ; показатель преимущественного пути (нейрогенного или гуморального) центрального стимулирования – АМо/Мо. Значения параметров КИГ были согласованы с данными С.М.Кушнира, Л.К. Антоновой (2007) [18].

Вегетативная реактивность изучалась по общепринятой методике [19] с оценкой данных по Соболевой Е.А. (1984) [17]. Для определения вегетативной реактивности у детей 1 года жизни использовался тилт-тест с моделированием полувертикального положения с фиксированным подъемом на 45 градусов головной части кровати [20].

Проверка выборки на вид распределения показателей выявила, что основная их часть не имела нормального распределения. Поэтому для проведения статистических исследований использовались непараметрические методы: критерии Манна-Уитни и Вилкоксона. Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel-2003 и BIOSTAT.

**Результаты и их обсуждение.** Данные КИГ у обследованных детей представлены в таблице 1.

Таблица 1.

**Результаты исследования фоновой и ортостатической проб у здоровых детей различных возрастных групп по показателям КИГ ( $M \pm m$ )**

Параметры	1 год (n=22)		4-7 лет (n=35)		8-12 лет (n=44)		13-17 лет (n=44)	
	Фон	Орто-проба	Фон	Орто-проба	Фон	Орто-проба	Фон	Орто-проба
АМо, %	51.9±2.82	57.4±3.38	42.4±2.1 ##	41.8±1.86	33.2±1.4 ##	40.4±2.0 **	28.3±1.4 ##	41.1±2.5 **
$\Delta X$ , с	0.24±0.03	0.20±0.02	0.51±0.04 ##	0.85±0.10 **	0.49±0.03	0.51±0.03	0.46±0.03	0.44±0.03
Мо, с	0.43±0.01	0.44±0.01	0.62±0.01 ##	0.58±0.01 **	0.77±0.01 ##	0.62±0.01 **	0.8±0.02 ##	0.59±0.01 **
SI, усл.ед.	351±66.6	405±36.9	87.4±10.6 ##	64.1±9.1 **	48.8±3.5 ##	67.1±4.0 **	43.0±3.2	88.0±5.0 **
АМо/Мо, усл.ед.	122±7.18	132±9.06	69.5±4.1 ##	77.1±4.6	43.6±1.9 ##	66.5±3.7 **	34.7±2.0 ##	70.8±4.9 **

Примечание: р – достоверность различий данных: ## – последующей возрастной группы к группе предшествующей; \*\* – показателей ортостатической пробы к фоновой в данной возрастной группе.

На основании данных таблицы 1 было показано, что с возрастом ребенка симпатическая (СТ) активность имела выраженное статистически значимое снижение на 53.0%, 21.7% и 14.8%, в сравнении с данными 2-ой группы к 1-ой, 3-ей ко 2-ой и 4-ой к 3-ей группе соответственно (все  $p < 0.05$ ).

В то же время, отмечался существенный прирост показателя парасимпатической (ПСТ) активности на 112.5% ( $p < 0.05$ ) у детей в возрастной группе 4-7 лет к данным 1-ой группы. У детей 3-ей и 4-ой групп уровень ПСТ не имел статистически значимого различия к данным 2-ой и 3-ей группы соответственно.

Интересен факт изменений показателя гуморальной активности (Мо, с) у детей различных возрастных групп: её нарастание с возрастом ребенка к 4-7 годам и далее, в группах 8-12 и 13-17 лет, соответственно на 44.2%, 24.2% и 7.8% (все  $p < 0.05$ ).

Таким образом, возрастная динамика вегетативной регуляции на уровне её автономного контура визуализировалась как снижение СТ и нарастание ПСТ влияний на сердечный ритм при перманентном возрастании роли гуморального канала.

Кроме того, анализ полученных данных свидетельствовал, что преимущественный путь центрального стимулирования осуществлялся, в основном, за счет гуморальной активации: показатель АМо/Мо существенным образом снижался в возрастной группе 4-7 лет и далее, в группах детей 8-12 и 13-17 лет, на 43.0%, 37.3% и 20.4% соответственно (все  $p < 0.05$ ).

Выявленные возрастные динамические вегетативно-регуляторные изменения автономного контура подтверждались значениями стресс-индекса (SI, усл. ед.). Было показано, что его уровень статистически значимо снижался уже к возрасту 4-7 и далее, в 8-12 лет, соответственно на 75.1% и 44.2%, сохраняясь практически неизменным и в группе детей 13-17 лет (все  $p < 0.05$ ).

Анализ ИВТ в различных возрастных группах представлял аналогию выявленным закономерностям динамики показателей вегетативно-регуляторных влияний на сердечный ритм. Так ИВТ у детей в возрасте 1-го года характеризовался высокой симпатикотонией, в группе детей 4-7 лет уже у половины (57.1%) обследованных он носил характер уравновешенности основных его компонентов за счет существенного снижения СТ влияний; у 2/3 детей, начиная с 8-12 лет и старше, устанавливался уровень эйтонии равный 75%, с доминированием вагусных, ПСТ влияний в 22.7% случаев.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволили выявить основные существенные закономерности возрастной динамики вегетативной регуляции и роли её детерминантных (нейрогенных и гуморальных) компонентов в оформлении вегетативно-регуляторных влияний на сердечный ритм.

Изучение данных ВР позволило установить, что нормальной вегетативной реакцией на предлагаемый ортостаз у детей 1-года жизни обладала лишь половина обследованных. В то же время, 36.4% детей этой группы давали гиперсимпатикотоническую реакцию на стресс. Интересен факт, что у детей 4-7 лет, при эйтонической ВР в 40% случаев, у 51.4% обследованных отмечалась недостаточно адекватная, асимпатикотоническая реакция. Как оказалось, в последующий возрастной период 8-12 лет увеличивалось до 68.2% число детей с нормальной вегетативной реакцией на ортостаз, при существенном снижении их числа с асимпатикотонией. Что касается обследованных 13-17 лет, то в этой группе отмечается максимальное (70.5%) число детей с нормальной ВР и минимальное (2.3%) – с асимпатикотонией. Важно отметить, что у трети (27.3%) детей данного возраста регистрировалась гиперсимпатикотоническая реакция на ортостаз.

Анализ проведенного исследования дает представление о том, что в раннем возрастном периоде 1-го года жизни постнатального онтогенеза приспособительно-компенсаторные механизмы вегетативной регуляции отличаются высокой адаптационной напряженностью: выраженной симпатической активностью за счет, в основном, центральной стимуляции по нейрогенному регуляторному каналу. По всей видимости, на наш взгляд, именно такой уровень вегетативной регуляции поддерживает стационарность функциональных систем организма ребенка, жесткость их основных параметров, чем и обеспечивает процессы саморегуляции и самосохранения в условиях, когда ребенок еще не испытывает достаточно сильных или длительных стрессорных воздействий.

Интенсивное развитие ребенка в более поздние возрастные периоды, расширение взаимодействия со средовыми факторами, «первые уроки» социализации предъявляют адаптационно-регуляторной системе более высокие требования, для реализации которых необходимо расширение возможностей функциональных систем организма ребенка. Процессы саморегуляции и самосохранения в последующем онтогенезе претерпевают существенные адаптационно-регуляторные изменения, заключающиеся в преобладании автономных регуляторных влияний над центральными с достаточной гуморальной поддержкой. Более того, следует полагать, что уже с раннего возраста трансформация вегетативного адаптационно-регуляторного гомеостаза но-



сит тренирующий характер, достигая оптимального уровня к периоду полового созревания, как бы подготавливая функциональные системы к морфофункциональной перестройке полового созревания и формированию репродуктивной функции.

#### Выводы

1. Изменения вегетативной регуляции у детей обладают возрастным динамизмом, в основе которого лежат процессы саморегуляции и самосохранения.
2. Исследование variability сердечного ритма позволяет отслеживать организацию вегетативного адаптационно-регуляторного обеспечения не только ритма сердца, но и всего функционального аппарата; его параметры могут служить надежным возрастным критерием формирования функциональных систем и, в целом, организма ребенка как биосистемы на любом временном отрезке постнатального онтогенеза.

#### Список литературы

1. Догадкина С.Б. Особенности вегетативной нервной регуляции сердечного ритма у детей 5 лет // Новые исследования. – 2008. – № 4 (17). – С. 64-72.
2. Нароган М.В. Особенности вегетативной регуляции и энергетического обмена у новорожденных детей: Дисс. ... д. мед. наук / [НИИ Педиатр. ГУ НЦЗД РАМН]. – М., 2007. – 232 с.
3. Поскотинова Л.В. Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокринный статус подростков и молодых лиц в условиях Европейского Севера: Автореф. дисс. ... д. биол. наук. [Поморский гос. университет]. – Архангельск, 2009. – 36 с.
4. Ситдииков Ф.Г., Шайхелисламова М.В., Ситдииков А.А. Функциональное состояние симпато-адреналовой системы и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у младших школьников // Физиол. человека. – 2006. – Т. 32, № 6. – С. 22–27.
5. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. – М.: Фирма «Слово», 2008. – 220 с.
6. Михайлов В.М. Variability ритма сердца. Опыт практического применения метода. – Иваново, 2002. – 288 с.
7. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.
8. Кондратьева М.В. Variability ритма сердца в раннем неонатальном периоде у здоровых детей и перенесших гипоксию // Variability сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение. Материалы IV Всеросс. симп. (19-21 ноября 2008 г.). – Ижевск, 2008. – С. 145–146.
9. Леонова Л.А., Лукьянец Г.Н. Возрастные особенности реакции организма детей 5-7 лет на работу с ПЭВМ // Физиол. человека. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 23–28.
10. Вегетативная регуляция и умственная работоспособность у детей в процессе обучения в неблагоприятных климатических условиях Среднего Приобья / А.Н. Поборский и др. // Физиол. человека. – 2000. – Т. 26, № 5. – С. 128–136.
11. Галеев А.Р., Игишева Л.Н., Казин Э.М. Variability сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6-16 лет // Физиол. человека. – 2002. – Т. 28, № 4. – С. 54–58.
12. Новый подход к оценке суточной variability ритма сердца у здоровых детей / А.В.Соболев и др. // Педиатрия. – 2005. – № 5. – С. 108–112.
13. 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.
14. Чечельницкая С.М. Вегетативная регуляция у детей и подростков. Закономерности становления и роль в реализации риска хронической патологии: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук [НИИ детской гематологии]. – М., 2000. – 52 с.
15. Хомич М.М. Критерии оценки функционального состояния кардиореспираторной системы в определении здоровья ребенка: Автореф. дисс. ... д. мед. н. [С.-Петербург. гос.педиатр. мед. акад.]. – С.-Пб., 2005. – 36 с.
16. Приказ МЗ РФ от 30.12.2003 №621 «О комплексной оценке состояния здоровья детей», М.
17. Белоконь Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей: руководство для врачей в 2 т.. – М.: Медицина, 1987. – 446 с.
18. Кушнир С.М., Антонова Л.К. Вегетативная дисфункция и вегетативная дистония. – Тверь: ИП Орлова З.П., 2007. – 214 с.

19. Кардиоинтервалография в оценке реактивности и тяжести состояния больных детей: методические рекомендации / М.Б. Кубергер и др. – М., 1985. – 15 с.

20. Тилт-тест в определении вегетативной реактивности у детей раннего возраста / Л.К. Антонова и др. // Вестник аритмологии. Приложение А. – СПб., 2010. – С. 131.

## **STATE OF VEGETATIVE REGULATION OF HEART RHYTHM IN HEALTHY CHILDREN IN DIFFERENT PERIODS OF CHILDHOOD**

**S.M. Kushnir**  
**I.V. Struchkova**  
**I.I. Makarova**  
**L.K. Antonova**

*Tver State Medical Academy, Sovetskaya  
St., 4, Tver, 170100, Russia*

*E-mail: struchkova.iv@yandex.ru;  
iim777@yandex.ru;  
antonova.lk@yandex.ru*

The paper presents the results of study of vegetative regulation, based on an analysis of heart rate variability of healthy children between the ages of the first year of life to 17 years. The features of neurogenic, sympathetic-parasympathetic, and humoral support of heart rate at the level of independent contour of vegetative regulation were revealed. It shows age-related changes of vegetative regulatory effects on the formation of heart rate.

Key words: children, vegetative regulation, heart rate variability.