

С.Г. Эштрекова, Л.А. Сабанчиева

**АВТОНОМНЫЙ ГОМЕОСТАЗ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА***Кабардино-Балкарский государственный университет (Нальчик)*

*Проводилось исследование вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения при проведении активной ортопробы у 200 детей младшего школьного возраста. Оценка изменений на функциональную нагрузку осуществлялась по динамике показателей вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому — индекса напряжения, амплитуды моды и вариационного размаха. Составлена центральная таблица изменений этих показателей при проведении активной ортопробы в зависимости от исходного вегетативного тонуса, определенного по ранее разработанному нами алгоритму. На основе этой таблицы выделены 9 типов вегетативной реактивности с уточнением градаций отклонений в различных отделах автономной нервной системы. С учетом полученных типов вегетативной реактивности определены пять типов вегетативного обеспечения. Представленные методы определения вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения на основе разработанного алгоритма оценки состояния исходного вегетативного тонуса с определением групп автономной регуляции позволяют дать объективную комплексную характеристику вегетативного гомеостаза ребенка.*

**Ключевые слова:** вегетативная реактивность, вегетативное обеспечение, вариабельность сердечного ритма

**AUTONOMOUS HOMEOSTASIS IN CHILDREN OF EARLY SCHOOL AGE**

S.G. Eshtrekova, L.A. Sabanchieva

*Kabardino-Balkarskij State University, Nalchik*

*The research of vegetative reactivity and vegetative provision at taking active orthotest in 200 children of early school age was taken. The estimation of changing on functional load was hold by the dynamics of data of variational pulsometry by R.M. Baevskij, such as index of tension, mode's amplitude and variational scope. Centil table of changing of these data while taking active orthotest depending on basic vegetative tonus determined by created by us earlier algorithm was made. Basing on this table 9 types of vegetative reactivity with determining gradations of divergence in different departments of autonomous nervous system were allocated. Taking into account these types of vegetative reactivity 5 types of vegetative provision were defined. Given methods of defining of vegetative reactivity and vegetative provision basing on created algorithm of estimation of basic vegetative tonus state with determining groups of autonomous regulation let to give unprejudiced complex characteristics of vegetative homeostasis of child.*

**Key words:** vegetative reactivity, vegetative provision, heart rhythm variability

Младший школьный возраст является одним из критических периодов развития детей. Физиологическая адаптация ребенка к учебной деятельности в век новейших информационных технологий грозит значительным напряжением и перенапряжением регуляторных систем.

Ритм сердечных сокращений, регулируемый через симпатический и парасимпатические отделы автономной (вегетативной) нервной системы (АНС), очень чутко реагирует на любые стрессорные воздействия и несет информацию о состоянии регулирующих его систем [1]. В связи с этим анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) признан в настоящее время наиболее информативным неинвазивным методом количественной оценки автономной регуляции сердечного ритма [4, 8, 10].

Комплексная адекватная характеристика функционального состояния АНС возможна лишь при анализе трех ее компонент: исходного вегетативного тонуса, вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения. Вегетативный тонус характеризует симпатический и парасимпатический отделы АНС в покое; вегетативная реактивность определяет функционально-динамический сдвиг

автономной регуляции при воздействии различных возмущающих факторов на организм, находящийся в состоянии покоя; вегетативное обеспечение — вегетативное сопровождение различных форм деятельности [7].

Значительное количество показателей ВСР, большой разброс их величин, отсутствие удовлетворительных нормативов для проведения оценки автономного гомеостаза у детей младшего школьного возраста определило актуальность данной работы.

**Целью** нашего исследования была разработка методов определения типов вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения с учетом исходного вегетативного тонуса для комплексной оценки функционального состояния автономного гомеостаза у детей младшего школьного возраста.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

С этой целью нами были обследованы 200 детей 6—10 лет I—II групп здоровья (6 лет — 40 детей, 7 — 40, 8 — 39, 9 — 40, 10 — 41 ребенок), учащихся школ г. Нальчика.

Для оценки функционального состояния АНС нами выбран гистографический анализ ВСР по

кратковременным пятиминутным записям (вариационная пульсометрия по Р.М. Баевскому), основанный на интерпретации интервальной гистограммы длительности кардиоинтервалов с шириной разряда 50 мс. Аппаратное обеспечение методики было представлено компьютерным кардиоанализатором «Анкар 131» (г. Таганрог) с программным обеспечением анализа ритма сердца.

Определение исходного вегетативного тонуса проводилось по разработанному нами алгоритму с использованием полученных региональных возрастно-половых центильных таблиц основных показателей вариационной пульсометрии — индекса напряжения (ИН), амплитуды моды (АМо) и вариационного размаха (ВР) [9]. Согласно этому алгоритму по центильным величинам ИН — характеризующего степень напряжения регуляторных систем сердечного ритма, АМо — являющейся маркером симпатической активности и ВР — отражающего вагусные влияния выделены 19 групп автономной регуляции в состоянии покоя:

*Ваготония (ИН ≤ 25 %)*

1. со снижением активности обоих отделов АНС, но в большей степени с уменьшением роли симпатического звена регуляции (АМо < 25 %; ВР < 25 %);

2. со снижением тонуса симпатического отдела АНС при нормальной активности вагуса (АМо < 25 %; 25% ≤ ВР ≤ 75 %);

3. с уменьшением влияния симпатического отдела АНС и повышением тонуса вагуса (АМо < 25 %; ВР > 75 %);

4. с преобладанием вагусной активности при нормальном тонусе обоих отделов АНС (25 % ≤ АМо ≤ 75 %; 25 % ≤ ВР ≤ 75 %);

5. с нормальным тонусом симпатической нервной системы и усилением парасимпатического влияния (25 % ≤ АМо ≤ 75 %; ВР > 75 %);

6. с повышением тонуса обоих отделов АНС, но в большей степени с увеличением вагусной активности (АМо > 75 %; ВР > 75 %);

*Эйтония — 25 % ≤ ИН ≤ 75 %*

7. с одинаковым снижением активности обоих отделов АНС (АМо < 25 %; ВР < 25 %);

8. с незначительным снижением тонуса симпатического отдела при нормальном тонусе блуждающего нерва (АМо < 25 %; 25 % ≤ ВР ≤ 75 %);

9. с нормальной активностью симпатического звена регуляции при незначительном снижении тонуса вагуса (25 % ≤ АМо ≤ 75 %; ВР < 25 %);

10. с нормальным тонусом обоих отделов АНС (25 % ≤ АМо ≤ 75 %; 25 % ≤ ВР ≤ 75 %);

11. с нормальным тонусом симпатической нервной системы при незначительном усилении влияния вагуса (25 % ≤ АМо ≤ 75 %; ВР > 75 %);

12. с незначительным повышением роли симпатической нервной системы при нормальной парасимпатической активности (АМо > 75 %; 25 % ≤ ВР ≤ 75 %);

13. с одинаковым повышением тонуса обоих отделов АНС (АМо > 75 %; ВР > 75 %);

*Симпатикотония — ИН > 75 %*

14. со снижением активности обоих отделов АНС, но в большей степени с уменьшением роли блуждающего нерва (АМо < 25 %; ВР < 25 %);

15. с нормальным тонусом симпатического отдела АНС и снижением активности вагуса (25 % ≤ АМо ≤ 75 %; ВР < 25 %);

16. при нормальном тонусе обоих отделов АНС с преобладанием симпатической активности (25 % ≤ АМо ≤ 75 %; 25 % ≤ ВР ≤ 75 %);

17. с повышением влияния симпатического отдела АНС и уменьшением тонуса вагуса (АМо > 75 %; ВР < 25 %);

18. с высокой симпатической активностью при нормальном тонусе блуждающего нерва (АМо > 75 %; 25 % ≤ ВР ≤ 75 %);

19. с повышением тонуса обоих отделов АНС, но в большей степени с увеличением влияния симпатического отдела (АМо > 75 %; ВР > 75 %).

Изучение вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения проводилось по изменениям основных показателей вариационной пульсометрии при проведении активной ортостатической пробы [2, 4].

Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 6.0 (StatSoft, USA) — Descriptive statistics, Advanced [5].

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

В связи с тем, что вегетативная реактивность и вегетативное обеспечение зависят от исходного тонуса АНС, по возрастно-половым центильным величинам ИН в покое выборка из 200 детей была разделена на три группы. Наибольшее количество детей оказалось в группе с вегетативным равновесием (эйтония — 25 % ≤ ИН ≤ 75 %) — 102 ребенка. У 53 школьников преобладал тонус парасимпатического отдела АНС (ваготония — ИН ≤ 25 %). Детей с преимущественно симпатической активностью (симпатикотония — ИН ≥ 75 %) было 45.

В каждой из полученных групп был проведен индивидуальный анализ изменений показателей АМо и ВР при проведении активной ортопробы (АМо<sub>2</sub> и ВР<sub>2</sub>) относительно их значений в покое (АМо<sub>1</sub> и ВР<sub>1</sub>). Для этого у всех обследованных детей была вычислена разница этих показателей:

$$\Delta A Mo = A Mo_2 - A Mo_1,$$

$$\Delta B P = B P_2 - B P_1.$$

Поскольку изменения изучаемых показателей не имеют возрастно-половых особенностей и зависят от исходного вегетативного тонуса, то по полученным данным составлена центильная таблица величин ΔАМо и ΔВР для детей 6—10 лет с различным исходным вегетативным тонусом (табл. 1).

Большинство величин ΔАМо представлено положительными значениями (повышение АМо), а величины ΔВР в основном имели отрицательный знак (снижение ВР). Это соответствует литературным данным об усилении симпатических и торможении парасимпатических влияний на сердце при

Центильные величины  $\Delta AMo$  и  $\Delta BP$  у детей 6–10 лет с различным исходным вегетативным тонусом

Центили	Исходный вегетативный тонус					
	Ваготония		Эйтония		Симпатикотония	
	$\Delta AMo$ (%)	$\Delta BP$ (мс)	$\Delta AMo$ (%)	$\Delta BP$ (мс)	$\Delta AMo$ (%)	$\Delta BP$ (мс)
3	-5,5	-309	-7,6	-192	-18,7	-109
10	-0,6	-260	-1,2	-142	-13,9	-74
25	6,4	-191	2,2	-105	-4,5	-48
50	14,9	-137	7,9	-63	3,0	-16
75	19,1	-83	13,9	-28	8,4	14
90	28,5	-36	19,5	16	21,3	50
97	31,4	-18	27,5	48	29,0	61

изменении положения тела с горизонтального на вертикальное в норме [6]. Однако было выявлено незначительное количество детей с уменьшением  $AMo$  и увеличением  $BP$  при ортостатическом воздействии. Это объясняется тем, что при резко измененном исходном уровне функционирования АНС возмущающий фактор может вызвать парадоксальную, или антагонистическую, реакцию с противоположным знаком [3]. То есть у детей при исходном высоком уровне активности симпатического отдела в ответ на ортостатическое воздействие может наблюдаться его снижение (отрицательное значение  $\Delta AMo$ ) и (или) исходно низком тоне вагуса его повышение (положительная величина  $\Delta BP$ ).

Величина и направление изменений  $AMo$  и  $BP$  при проведении активной ортопробы определяли вегетативную реактивность симпатического и парасимпатического отделов АНС на функциональную нагрузку. Поэтому основой предложенной нами схемы определения типа вегетативной реактивности явилась центильная таблица величин  $\Delta AMo$  и  $\Delta BP$  у детей 6–10 лет с различным исходным вегетативным тонусом.

Типы вегетативной реактивности у детей 6–10 лет:

1. Высокая реактивность парасимпатического отдела АНС или его гиперреактивность при низкой реактивности симпатического отдела или его парадоксальной реакции ( $\Delta AMo < 25\%$ ,  $\Delta BP < 25\%$ ).

2. Нормальная реактивность парасимпатического отдела АНС при низкой реактивности симпатического отдела или его парадоксальной реакции ( $\Delta AMo < 25\%$ ,  $25\% \leq \Delta BP \leq 75\%$ ).

3. Низкая реактивность обоих отделов АНС или парадоксальные реакции ( $\Delta AMo < 25\%$ ,  $\Delta BP > 75\%$ ).

4. Высокая реактивность парасимпатического отдела или его гиперреактивность при нормальной реактивности симпатического отдела ( $25\% \leq \Delta AMo \leq 75\%$ ,  $\Delta BP < 25\%$ ).

5. Нормальная реактивность обоих отделов АНС ( $25\% \leq \Delta AMo \leq 75\%$ ,  $25\% \leq \Delta BP \leq 75\%$ ).

6. Нормальная реактивность симпатического отдела АНС при низкой реактивности парасимпа-

тического отдела или его парадоксальной реакции ( $25\% \leq \Delta AMo \leq 75\%$ ,  $\Delta BP > 75\%$ ).

7. Высокая реактивность обоих отделов АНС или их гиперреактивность ( $\Delta AMo > 75\%$ ,  $\Delta BP < 25\%$ ).

8. Высокая реактивность симпатического отдела или его гиперреактивность при нормальной реактивности парасимпатического отдела ( $\Delta AMo > 75\%$ ,  $25\% \leq \Delta BP \leq 75\%$ ).

9. Высокая реактивность симпатического отдела АНС или его гиперреактивность при низкой реактивности парасимпатического отдела или его парадоксальной реакции ( $\Delta AMo > 75\%$ ,  $\Delta BP > 75\%$ ).

Уточняя центильные диапазоны, в которые попадают значения  $\Delta AMo$  и  $\Delta BP$ , нами приняты градации отклонений этих показателей. Величины параметров  $\Delta AMo$  и  $\Delta BP$  отнесенные к диапазону интерквартильного размаха (25–75%) принимались условно нормальными значениями, характеризующими нормальную вегетативную реактивность. Значения  $\Delta AMo$  в диапазоне от 75-го до 90-го центиля и величины  $\Delta BP$  в области от 10-го до 25-го центиля свидетельствовали о высокой реактивности соответственно симпатического и парасимпатического отделов АНС. Низкая реактивность обоих звеньев АНС характеризовалась величинами  $\Delta AMo$  отнесенными в диапазон от 10-го до 25-го центиля и значениями  $\Delta BP$  области от 75-го до 90-го центиля. Величины  $\Delta AMo$  в пределах 90–97-го центиля и значения  $\Delta BP$  в области 3–10-го центиля свидетельствовали о гиперреактивности соответственно симпатического и парасимпатического отделов АНС. На парадоксальные реакции отделов АНС указывали значения  $\Delta AMo$  в диапазоне от 3-го до 10-го центиля и величины  $\Delta BP$  в области от 90-го до 97-го центиля. Патологические реакции симпатического и парасимпатического отделов АНС характеризовались выпадением величин  $\Delta AMo$  и  $\Delta BP$  за пределы 3-го и 97-го центилей.

С учетом полученных девяти групп вегетативной реактивности нами были выделены 5 типов вегетативного обеспечения сердечной деятельности:

1) низкое вегетативное обеспечение – низкая реактивность симпатического и парасимпатичес-

кого отделов АНС или их парадоксальные реакции (3 группа вегетативной реактивности);

2) нормальное равномерное вегетативное обеспечение за счет нормальной реактивности симпатического и парасимпатического отделов АНС (5 группа вегетативной реактивности);

3) избыточное вегетативное обеспечение — высокая реактивность симпатического и парасимпатического отделов АНС или их гиперреактивность (7 группа вегетативной реактивности);

4) вегетативное обеспечение преимущественно за счет симпатического отдела АНС (6, 8 и 9 группы вегетативной реактивности);

5) вегетативное обеспечение преимущественно за счет парасимпатического отдела АНС (1, 2 и 4 группы вегетативной реактивности).

Разработанный алгоритм оценки состояния исходного вегетативного тонуса и методы определения типов вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения деятельности позволили провести индивидуальный анализ вегетативного гомеостаза у обследованных нами детей.

В полученных данных обращал на себя внимание ребенок, отнесенный к 13-й группе вегетативной регуляции, у которого исходная эйтония была обусловлена высокой активностью обоих отделов АНС и свидетельствовала о напряженном вегетативном балансе. По результатам активного ортостатического тестирования у него выявлен 1-й тип вегетативной реактивности, характеризующийся гиперреактивностью вагуса и парадоксальной реакцией симпатического отдела. Следовательно, в ответ на активное ортостатическое тестирование у данного ребенка выявлено снижение активности обоих отделов АНС, что характеризует сохранение адаптационно-компенсаторных возможностей механизмов автономной регуляции.

Необходимость определения исходного вегетативного статуса ребенка, типов вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения для комплексной оценки автономного гомеостаза рассмотрим на примере выделенной 17-й группы вегетативной регуляции с исходной симпатикотонией. Таких детей из двухсот было 34. В данной группе симпатикотоническая направленность исходного вегетативного тонуса обусловлена высокой активностью симпатического звена вегетативной регуляции при сниженном влиянии блуждающего нерва.

В рассматриваемой группе у 13 учеников при проведении активной ортостатической пробы наблюдалось нормальное вегетативное обеспечение деятельности соответственно 5-му типу вегетативной реактивности (нормальная реактивность обоих отделов АНС).

С низким вегетативным обеспечением соответствующим 3-му типу вегетативной реактивности (низкая реактивность обоих отделов АНС или их парадоксальные реакции) отмечено 6 детей. В исследуемой группе автономной регуляции такое вегетативное обеспечение свидетельствовало о дизадаптации парасимпатического звена регуляции детского организма.

Среди детей 17-й группы вегетативной регуляции выявлены 6 школьников, у которых проведение активной ортостатической пробы сопровождалось избыточным вегетативным обеспечением деятельности соответственно 7-му типу вегетативной реактивности (высокая реактивность обоих отделов АНС или их гиперреактивность), что указывало на выраженное напряжение симпатической нервной системы у этих детей.

Активное ортостатическое тестирование учеников 17-й группы автономной регуляции с исходной симпатикотонией выявило 3-х детей с вегетативным обеспечением деятельности преимущественно за счет симпатического отдела АНС. Однако у них наблюдались различные типы вегетативной реактивности 6, 8 и 9-й типы.

Шестой тип вегетативной реактивности (нормальная реактивность симпатического отдела АНС при низкой вагусной реактивности или его парадоксальной реакции), характеризует вагусную недостаточностью, 8-й тип реактивности (высокая реактивность симпатического отдела АНС или его гиперреактивность при нормальной реактивности парасимпатического отдела) — симпатическое напряжение, а 9-й тип (высокая реактивность симпатического отдела или его гиперреактивность при низкой реактивности парасимпатического отдела или его парадоксальной реакции) — дизадаптацию симпатического и парасимпатического звеньев автономной регуляции организма.

Проведение активной ортостатической пробы в 17-й группе вегетативной регуляции выявило 6 детей с вегетативным обеспечением деятельности за счет преимущественно парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Из них у 4-х школьников при активном ортостазе отмечен 2-й тип вегетативной реактивности (нормальная реактивность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы при низкой реактивности симпатического отдела или его парадоксальной реакции), у 2 детей выявлен 1-й и 4-й типы вегетативной реактивности (высокая реактивность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы или его гиперреактивность при низкой реактивности симпатического отдела или его парадоксальной реакции; высокая реактивность парасимпатического отдела или его гиперреактивность при нормальной реактивности симпатического отдела соответственно), что свидетельствовало об адекватной реакции вегетативных механизмов регуляции в исследуемой группе детей.

Таким образом, среди школьников с одинаковым исходным тонусом АНС — 17-я группа вегетативной регуляции с исходной симпатикотонией у 15 детей при активной ортостатической пробе выявлены дизадаптационные реакции различных отделов АНС.

## ВЫВОДЫ

1. В связи с тем, что вегетативная реактивность зависит от исходного вегетативного тонуса, нами составлена центильная таблица величин из-

менений АМо и ВР при проведении активной ортостатической пробы в зависимости от исходного вегетативного тонуса (эйтония, ваготония, симпатикотония).

2. На основании вышеуказанной таблицы выделены 9 типов вегетативной реактивности с уточнением градаций отклонений в различных отделах АНС.

3. С учетом полученных типов вегетативной реактивности определены пять типов вегетативного обеспечения.

4. Представленные методы определения типов вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения на основе разработанного алгоритма оценки состояния исходного вегетативного тонуса с определением групп автономной регуляции позволяют дать объективную комплексную характеристику вегетативного гомеостаза ребенка.

5. Разработанный метод оценки функционального состояния АНС может быть использован в возрастной физиологии для изучения динамики становления вегетативного гомеостаза у детей младшего школьного возраста, а так же в педиатрической практике для выявления ранних вегетативных дисфункций с целью предупреждения перехода функциональных вегетативных расстройств в органические заболевания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А. Здоровье студентов: стресс, адаптация, спорт / Н.А. Агаджанян, Батрцыренова, Л.Т. Сушкова. — Владимир: Влад-ий гос. ун-тет, 2004. — 134 с.
2. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин, А.П. Гаврилушкин и др. // Вестник аритмологии. — 2001. — Т. 24. — С. 65—86.
3. Вейн А.М. Вегетативные расстройства. Клиника, диагностика, лечение / А.М. Вейн. — М.: Медицинское информационное агентство, 2003. — 752 с.
4. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения / В.М. Михайлов. — Иваново, 2000. — 200 с.
5. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. — М.: МедиаСфера, 2003. — 312 с.
6. Рябыкина Г.В. Вариабельность ритма сердца / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев. — М.: Издательство «СтарКо», 1998. — 200 с.
7. Физиология вегетативной нервной системы // Руководство по физиологии. — Л.: Наука, 1981. — 752 с.
8. Яблучанский Н.И. Основы практического применения неинвазивной технологии исследования регуляторных систем человека / Н.И. Яблучанский, А.В. Мартыненко, А.С. Исаева. — Харьков: Основа, 2000. — 88 с.
9. Якушенко М.Н. Оценка механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма у детей младшего школьного возраста / М.Н. Якушенко, Л.А. Сабанчиева, С.Г. Эштрекова // Валеология. — 2006. — № 4. — С. 8—15.
10. Human autonomic rhythms: vagal cardiac mechanisms in tetraplegic subjects / J. Koh, T.E. Brown, L.A. Beightol et al. // J. Physiol. — 1994. — Vol. 474, N 3. — P. 483—495.
11. Malliani A. Association of heart rate variability components with physiological regulatory mechanisms / A. Malliani // Heart rate variability; Eds. M. Malik, A.J. Camm. — Future Pub. Comp., 1995. — 543 p.