

УДК 612.821.6+612.833.1

## **НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАНИЙ РАЗЛИЧНОЙ СЛОЖНОСТИ ДЕТЬМИ 2–7 ЛЕТ\***

**М.А. Веюкова, А.Н. Чернов, Т.Г. Кузнецова**

Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН

Исследовано влияние сложности задания на показатели variability сердечного ритма у детей дошкольного возраста. Показано, что независимо от типа задания при его усложнении у них сходным образом изменяются variability сердечного ритма и степень активности симпатической и парасимпатической нервных систем.

**Ключевые слова:** *дети дошкольного возраста, variability сердечного ритма.*

**Введение.** Идея раннего развития ребенка, популярная в последнее время, приводит к значительному увеличению психофизиологической нагрузки и эмоциональным расстройствам. Для их предупреждения и оптимизации процесса обучения необходима разработка методов адекватного анализа функционального состояния детей. Вопрос о влиянии эмоциональных и интеллектуальных нагрузок на сердечную деятельность поднимался различными авторами [1; 2], однако до сих пор остаются неясные и спорные вопросы, касающиеся онтогенеза функционального состояния ребенка и подготовки его к школе. Диагностика параметров функционирования вегетативных систем организма по variability сердечного ритма в различных ситуациях дает крайне важную информацию о механизмах саморегуляции [2]. В то же время в литературе нами не было обнаружено результатов исследований взаимосвязи активности вегетативной нервной системы (ВНС) и поведения ребёнка во время выполнения целенаправленной деятельности, в том числе и по решению сложной задачи, которая приводит к вовлечению когнитивного и эмоционального компонентов.

**Материал и методика.** Задача настоящего исследования заключалась в анализе некоторых показателей variability сердечного ритма (ВСР) при выполнении детьми 2–3 и 5–7 лет заданий различной степени сложности: младшие дети выбирали по контурному рисованному образцу из множества предъявленных контурных рисунков различных предметов, где их число постепенно увеличивалось от 2-х до 6-ти. В задании было 10 предъявлений.

---

\* Работа выполнена при поддержке РГНФ (грант № 07-06-00847)

Старшим детям предлагалось, используя методику приближающейся цели [6], достигать объект,двигающийся с различной скоростью. Данная методика позволяет моделировать ситуацию эмоционального напряжения без существенной когнитивной нагрузки. Каждому испытуемому предъявлялось три типа задания на достижение цели в чередующихся стереотипах скоростей: 1) 250 мм/с и 125 мм/с (1 стереотип 250/125); 2) 250 мм/с и 50 мм/с (2 стереотип 250/50); 3) 250 мм/с и 25 мм/с (3 стереотип 250/25). За каждую экспериментальную сессию было всего 21 предъявление скоростей в задании.

В процессе эксперимента у всех испытуемых фиксировались поведенческие реакции саморегуляции (отведение взгляда, отворачивание, двигательная разрядка и пр.), позволяющие поддерживать функциональное состояние ВНД в трудных ситуациях. Сердечный ритм регистрировался в стандартном отведении с помощью блока усиления «Мицар-ЭЭГ» с портом для кардиоэлектродов С1, С3 в приложении Mitsar WinHRV.

В качестве показателя активации симпатической нервной системы (СНС) использовался индекс напряженности (ИН), для оценки вегетативного баланса анализировался вегетативный показатель ритма (ВПР): чем меньше ВПР, тем в большей мере вегетативный баланс смещён в сторону преобладания парасимпатической нервной системы (ПСНС), третий показатель – амплитуда моды (АМо), отражающая эффект централизации управления ритмом сердца.

Показатели ВСР обрабатывались методом анализа коротких участков ритмограммы по Г.В. Рябыкиной [5]. Подсчитывалась разница (дельта –  $\Delta$ ) между значениями показателей в первой и второй половинах каждого из заданий, что характеризовало величину изменения показателя в процессе деятельности. Статистическая обработка производилась с использованием Т-критерия Уилкоксона, значимыми считались различия на уровне  $P < 0,05$ .

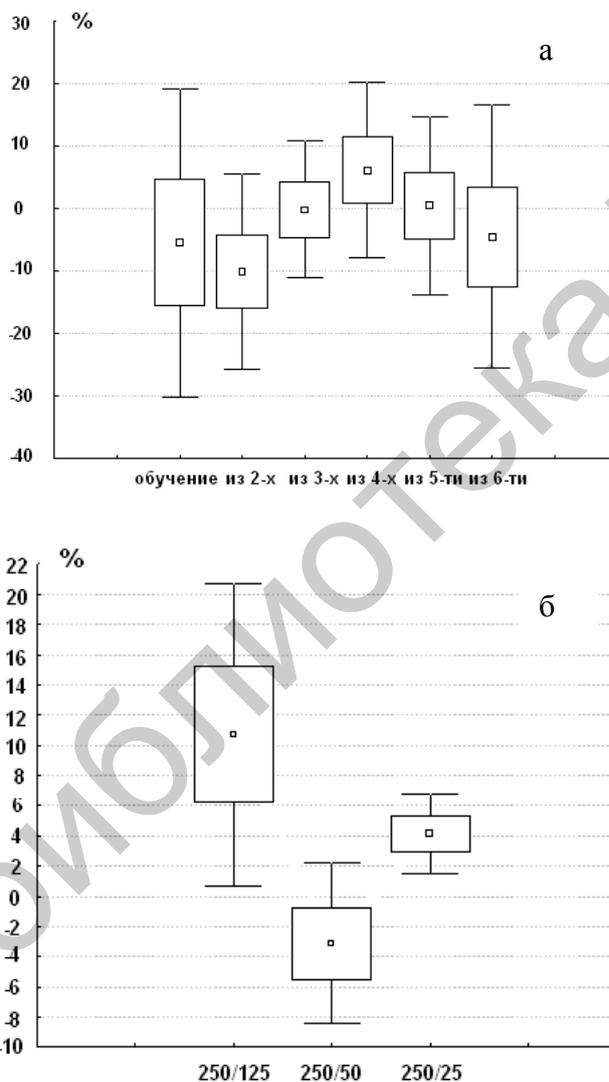
### ***Результаты и обсуждение***

1. *Изменение АМо и  $\Delta$ АМо.* В обучающей серии выбора изображений у детей младшей группы  $\Delta$ АМо имела значение (-)5,38%, затем при увеличении эмоциональной нагрузки за счет усложнения задания в основной серии при выборе из двух изображений  $\Delta$ АМо удвоился, а затем постепенно повышался, при выборе из 4-х изображений достиг 6,15% и приобрел отрицательное значение (-)4,48% при выборе из 6-ти изображений (рис. 1а).

В ситуации увеличения эмоциональной нагрузки при достижении цели детьми 5-7 лет в 1м стереотипе 250/125  $\Delta$ АМо в среднем составила 10,71%, изменившись в сторону увеличения у всех испытуемых. Во 2-м стереотипе 250/50  $\Delta$ АМо составила: (-)3,12% ( $P < 0,05$ ). При этом у одной половины детей изменение  $\Delta$ АМо

произошло в положительную сторону, у второй – в отрицательную.

В 3-м стереотипе 250/25  $\Delta AMo$  равна 4,15% ( $P < 0,05$ ). Она увеличивалась у всех испытуемых. Стандартное отклонение амплитуды моды ( $S_{AMo}$ ) 10,01 для стереотипа 250/125;  $S_{AMo} = 5,34$  для стереотипа 250/50 и  $S_{AMo} = 2,65$  для стереотипа 250/25 (рис. 16).



Р и с . 1 . Изменение  $\Delta AMo$  в различных заданиях у младших (а) и старших (б) детей: по оси абсцисс – тип задания; по оси ординат – величина  $\Delta AMo$  в %

Величина среднего значения показателя  $AMo$  по всему заданию менялась незначительно: в стереотипе 250/125 – 36,53%; в стереотипе 250/50 – 33,62% и в стереотипе 250/25 – 31,53%.

2. *Изменение  $\Delta$ ВПР.* У детей 2-3 лет в обучающей серии этот показатель составлял (-)7,04 усл.ед. При выборе из 2-х изображений увеличился до 1,10 усл.ед., при выборе из 4-х составил (-)4,66 усл.ед.; при выборе из 6-ти достиг значения 0,28 усл.ед. (рис. 2а).

При достижении цели детьми 5-7 лет в стереотипе 250/125 он составил 1,53 усл.ед, в стереотипе 250/50 (-)0,47 усл.ед., в стереотипе 250/25 (-)1,23 усл.ед. (рис. 2б). Все различия незначимые.

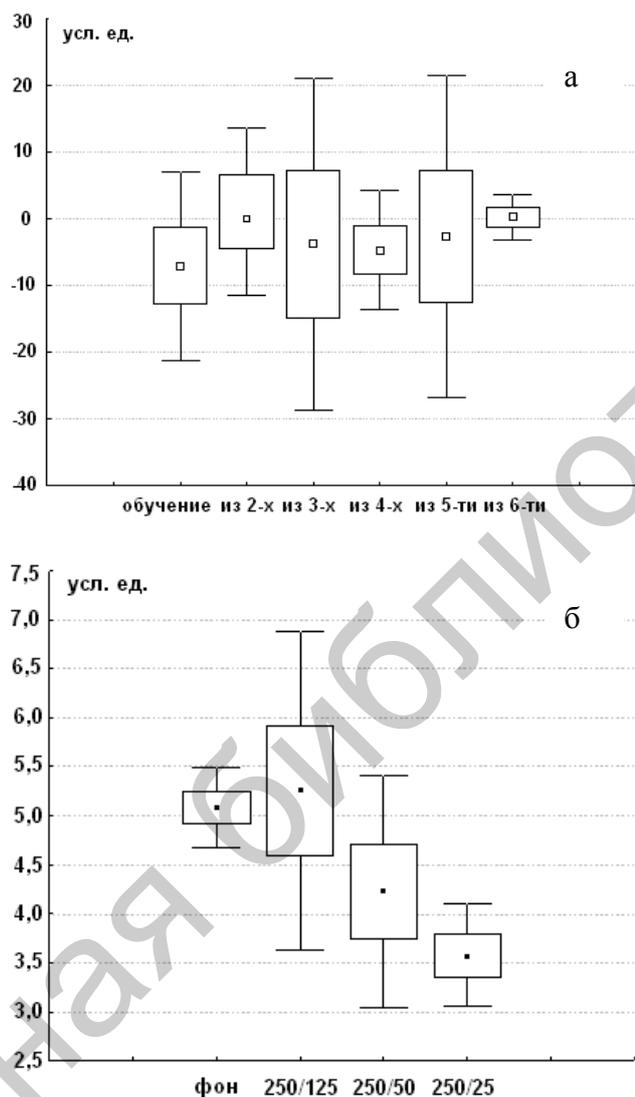
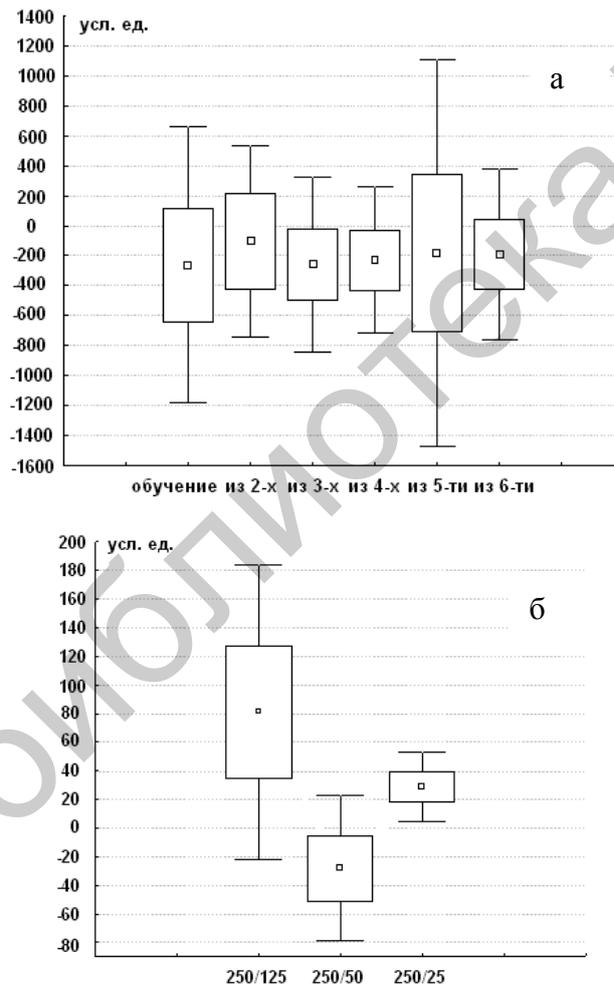


Рис. 2. Изменение  $\Delta$ ВПР в различных заданиях у младших (а) и старших (б) детей:  
по оси абсцисс – тип задания;  
по оси ординат – величина  $\Delta$ ВПР в усл. ед.

3. Изменение  $\Delta$ ИН.  $\Delta$ ИН у детей 2-3 лет на протяжении всех серий исследования был отрицательным и составлял в обучающей серии (-) 262,13 усл.ед., в основной при выборе из 2-х изображений – (-)102,5 усл.ед., из 3-х – (-)258,32 усл.ед. и при выборе из 6-ти изображений – (-) 190,23 усл.ед. (рис. 3а).

В ситуации достижения цели в стереотипе 250/125 -  $\Delta$ ИН составила 81,23 усл.ед., в стереотипе 250/50  $\Delta$ ИН – (-)28,03 усл.ед. ( $P < 0,05$ ), в стереотипе 250/25  $\Delta$ ИН - 28,85 усл.ед. ( $P < 0,05$ ) (рис. 3б).



Р и с. 3. Изменение  $\Delta$ ИН в различных заданиях у младших (а) и старших (б) детей:  
по оси абсцисс – тип задания;  
по оси ординат – величина  $\Delta$ ИН в усл. ед.

Таким образом, при использовании различных методических подходов у детей двух возрастных групп было обнаружено, что в обучающей серии у детей 2-3 лет выявлены отрицательные значения  $\Delta AMo$  и  $\Delta IN$  и положительное  $\Delta BPR$ , следовательно, можно предположить о некотором равновесии ПСНС и СНС. В основной серии при выборе из 2-х изображений повысился тонус СНС, о чем свидетельствуют уменьшение значений показателя  $\Delta AMo$  и увеличение  $\Delta BPR$  и  $\Delta IN$ . Выбор из 4-х изображений выявил значимую тенденцию к дальнейшему нарастанию тонуса СНС, что в целом указывает на увеличение эмоциональной нагрузки.

Наблюдаемое нарастание числа реакций саморегуляции, направленных на снижение эмоционального напряжения [3], и изменение  $\Delta AMo$  и  $\Delta IN$  от положительного значения до нуля и при дальнейшем усложнении задания переход к отрицательному их значению свидетельствует об усилении тонуса ПСНС, что в конечном итоге помогло детям справиться с более сложным заданием – выбором из 5 и 6 рисунков. Если в первой части исследования преобладала интеллектуальная нагрузка, то во второй – эмоциональная, что показано в исследованиях на детях различных возрастных групп, взрослых людях и шимпанзе [4; 6].

Введение чередования низких и высоких скоростей способствовало начальной стадии сшибки нервных процессов в ЦНС, так как высокая скорость вызывает положительные эмоции, а низкая – отрицательные и появление избегания, которые в целом и являются фактором, усложняющим задание, что, в свою очередь, вызывает необходимость мобилизации систем организма. В результате и наблюдалась активации СНС. Об активации СНС и некоторой централизации механизмов регуляции сердечного ритма свидетельствует увеличение  $AMo$  при использовании стереотипа скоростей 250/125, а достаточно высокие значения  $S_{AMo}$  у разных испытуемых можно связать с индивидуальной реактивностью усиления тонуса СНС.

Введение еще более низкой скорости в стереотипе 250/50 привело к смещению механизмов регуляции сердечного ритма в сторону преобладания ПСНС, о чем свидетельствуют отрицательные значения  $\Delta AMo$  и  $\Delta BPR$ . При этом по мере реализации стереотипа 250/50 визуальный анализ скаттерограмм показал уменьшение длины и увеличение ширины автокорреляционного облака, что подтверждает выше приведенное заключение. Уменьшение же  $S_{AMo}$  почти в два раза говорит о том, что данный тип реагирования на усложнение задания вызывает однозначный ответ со стороны ВНС у всех испытуемых.

Чередование высокой скорости с еще более низкой (25 мм/сек) вновь привело к усилению тонуса СНС, но менее значительному, чем в

случае 250/125. Индивидуальный разброс  $\Delta AM_0$  (стандартное отклонение  $S_{\Delta AM_0}$ ) оказался минимальным, что свидетельствует о изменении показателей ВСР, в большей степени вызванных трудностью задания, чем индивидуальной реактивностью испытуемых.

Увеличение активности СНС в данном случае отражает снижение адаптивных ресурсов при нарастании эмоционально отрицательного напряжения, что выявляется в характерных изменениях автокорреляционного облака, указывая на переходность доминирования симпатической и парасимпатической нервной систем.

**Заключение.** У детей младшего и старшего дошкольного возраста при усложнении задания как интеллектуального, так и преимущественно эмоционального, связанного с изменением скорости достижения объекта, отмечаются сходные изменения показателей ВСР, обусловленные перераспределением степени напряженности СНС и ПСНС на фоне усиления поведенческого саморегулирования.

### Список литературы

1. Абуладзе Г.В., Чучулашвили Н.А. Сердце, активное избегание и эмоции. Тбилиси: Мицниереба, 1981. 193 с.
2. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979, 295 с.
3. Крауклис А.А. Саморегуляция высшей нервной деятельности. Рига: Изд-во АН Латвийской ССР, 1964. 292 с.
4. Кузнецова Т.Г., Радченко М.В., Чернов А.Н. Сравнительный анализ процесса достижения цели ребенком и шимпанзе по данным сердечного ритма // Биология XXI века: теория, практика, преподавание: тез. докл. Черкассы, 2007. С. 24–25.
5. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Анализ вариабельности ритма сердца // Кардиология. 1996. № 10. С. 87–97.
6. Сыренский В.И., Кузнецова Т.Г. Рефлекс цели у приматов. Л.: Наука, 1990. 118 с.

### SOME CHARACTERISTICS OF HEART RATE VARIABILITY AT DIFFERENT COMPLEXITY TASKS BY 2–7 YEARS OLD CHILDREN

M.A. Veyukova, A.N. Chernov, T.G. Kuznetsova

Pavlov Institute of Physiology RAS

At article tasks complexity effects for characteristics of preschool children heart rate variability investigate. It was found out that heart rate variability

and sympathetic and parasympathetic activation change in the similar way and independently from task type when it became more difficult.

**Keywords:** *preschool children, heart rate variability.*

*Об авторах:*

ВЕЮКОВА Мария Александровна–аспирант лаборатории физиологии ВНД, УРАН Институт физиологии им. Павлова РАН, 188680, Ленинградская обл., Всеволожский р-н, пос. Колтуши, ул. Быкова, д. 36 (1 лаб. корпус), e-mail: seldom\_cat@mail.ru

ЧЕРНОВ Артем Николаевич–кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории физиологии ВНД, УРАН Институт физиологии им. Павлова РАН, 188680, Ленинградская обл., Всеволожский р-н, пос. Колтуши, ул. Быкова, д. 36 (1 лаб. корпус), e-mail: tgk@primatology.ru

КУЗНЕЦОВА Тамара Георгиевна–доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии ВНД, УРАН Институт физиологии им. Павлова РАН, 188680, Ленинградская обл., Всеволожский р-н, пос. Колтуши, ул. Быкова, д. 36 (1 лаб. корпус), e-mail: tgk@primatology.ru