

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ И ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ШКОЛЬНИКОВ

Михайлов Н.А., Димитриев Д.А.

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева», г. Чебоксары, Россия, e-mail: rektorat@chgpu.edu.ru

Были проведены исследования моторной и сенсорной функциональной асимметрии школьников 6 и 11 классов посредством тестов. Для оценки анализа функциональной асимметрии были вычислены коэффициент асимметрии и коэффициент мануальной асимметрии. Запись ЭКГ проводилась в двух положениях: лёжа на спине и при ортостазе. При ортостазе была найдена достоверная корреляция между коэффициентом мануальной асимметрии и RMSSD, pNN50, TP, VLF, HF, LF/HF.

Ключевые слова: моторная и сенсорная асимметрия, вариабельность сердечного ритма, ортостаз.

FUNCTIONAL ASYMMETRY AND HEART RATE VARIABILITY IN SCHOOL-AGE CHILDREN

Mikhailov N. A., Dimitriev D. A.

Chuvash State Pedagogical University named after I. Y. Yakovlev, Cheboksary, e-mail: rektorat@chgpu.edu.ru

The motor and sensor functional asymmetry of 6th and 11th form pupils has been tested. The asymmetry factor and the manual asymmetry factor have been calculated for the functional asymmetry analysis assessment. The ECG was recorded in two positions: the supine rest and orthostasis. In correlation analysis, RMSSD, pNN50, TP, VLF, HF, LF/HF were significantly associated with manual asymmetry factor during orthostasis.

Keywords: motor and sensory asymmetry, heart rate variability, orthostasis.

Актуальность исследуемой проблемы. Исследование функционального состояния детей и подростков является одной из центральных тем современной возрастной физиологии [4]. Представления о наличии динамических свойств функциональной межполушарной асимметрии в настоящее время являются общепризнанными [5].

Функциональная асимметрия является важной индивидуальной особенностью организма, которая оказывает значительное влияние на характер функционирования центральной нервной системы, висцеральных систем и систем регуляции деятельности внутренних органов [7].

В литературе имеются данные о влиянии функциональной асимметрии у здоровых людей на вариабельность сердечного ритма в состоянии покоя и при ментальном стрессе [2]. В тоже время не было проведено аналогичного исследования для ортостаза.

Целью нашего исследования явилось выявление взаимосвязи характера функциональной асимметрии и вариабельности сердечного ритма в покое и при ортостазе.

Методика проведения тестирования. Исследование проводилось в период 2008–2010 годов в СОШ г. Чебоксары. В исследовании приняло участие 67 практически здоровых учащихся, из них 38 мужского и 29 женского пола, что в процентном соотношении составило 56,72 и 43,28% соответственно.

Для исследования межполушарной асимметрии были проведены следующие тесты: переплетение пальцев кисти, скрещивание рук, или «поза Наполеона», тест на аплодирование, тест «тиканье часов», тест «закидывание ноги на ногу», тест «рассматривание в подзорную трубу», тест на раздачу карт и тест на подкидывание мяча [1]. Выполнение теста правой рукой, правым ухом и правым глазом оценивалось в 1 балл, противоположный результат приравнивался к 0. Исходя из этого, вычислялись коэффициент мануальной асимметрии (КМА) и коэффициент общей асимметрии (КА).

У испытуемых регистрировалось фоновая электрокардиограмма (ЭКГ) в состоянии покоя и ЭКГ при ортостатической пробе.

В ходе исследования вариабельности сердечного ритма были вычислены такие показатели, как ЧСС, RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50, TP, VLF, LF, HF, LF norm., HF norm., pVLF, pLF, pHF [8].

Для характеристики ортопробы вычислялся показатель $K_{30:15}$, который в норме находится в пределах от 1,25 до 1,75 [6].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием программы Statistica, вычислялись значения параметров описательной статистики (средняя, ошибка, доверительный интервал), критерий знаков (Z), коэффициент корреляции Спирмена.

Методика проведенного научного исследования составлена в соответствии со статьями 5, 6 и 7 Всеобщей декларации о биоэтике и правах человека.

Результаты исследований. Средние величины показателей каждого теста, проведенного для определения межполушарной асимметрии, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования функциональной асимметрии

Тест	Среднее значение ± стандартная шибка	95% доверительный интервал
------	--------------------------------------	----------------------------

<i>моторная асимметрия</i>		
раздача колоды карт	0,84±0,05	0,75–0,93
закидывание ноги	0,81±0,05	0,71–0,90
бросание мяча	0,91±0,04	0,84–0,98
аплодисменты	0,90±0,04	0,82–0,97
поза Наполеона	0,87±0,04	0,78–0,95
переплетение пальцев	0,69±0,06	0,57–0,80
<i>сенсорная асимметрия</i>		
тиканье часов	0,88±0,04	0,80–0,96
подзорная труба	0,91±0,04	0,84–0,98

В ходе исследования было выяснено, что в большинстве проведенных тестов на определение межполушарной асимметрии ведущей выступала правая сторона тела. В большей степени это отмечалось в тестах на сенсорную асимметрию и в тесте на моторную асимметрию «бросание мяча».

При вычислении коэффициентов мануальной и общей асимметрии были получены следующие результаты: КМА – $0,85 \pm 0,02$ (95% доверительный интервал (ДИ) 0,80–0,89) , минимальное значение 0,17, максимальное значение 1; КА – $0,85 \pm 0,02$ (95% ДИ 0,81–0,89), минимальное значение 0,25, максимальное значение 1.

Показатели ВСР были записаны как в покое, так и при ортостатической пробе. В таблице 2 приведены их средние показатели и достоверность их изменения при ортостатической пробе.

Таблица 2 – Средние значения показателей ВСР

Показатели	Фоновая запись	Ортостатическая проба	Z	p-level
ЧСС, уд./мин.	77,21±1,58	95,65±1,70	7,690154	0,000000
R-R min, мс	576,71±16,00	405,64±14,31	6,770032	0,000000
R-R max, мс	990,80±20,51	1132,97±96,55	2,338738	0,019349
RRNN, мс	798,70±16,10	638,14±11,09	7,690154	0,000000
SDNN, мс	65,45±3,64	63,06±4,56	0,123020	0,900021
RMSSD, мс	60,18±4047	40,11±3,56	4,625000	0,000004

pNN50, %	31,14±2,57	7,41±1,23	5,785300	0,000000
TP, мс ²	5637,68±578,50	5217,54±465,08	0,861640	0,388885
VLF, мс ²	1863,11±195,28	2173,81±190,08	2,338738	0,019349
LF, мс ²	1501,74±176,64	1813,61±165,92	1,846372	0,064838
HF, мс ²	2272,82±327,05	1230,12±199,97	3,569653	0,000357
LF norm	45,43±2,08	65,46±1,90	6,277666	0,000000
HF norm	54,57±2,08	34,54±1,90	6,277666	0,000000
LF/HF	1,07±0,10	2,71±0,26	6,277666	0,000000
pVLF	36,24±1,86	43,78±1,95	3,323470	0,000889
pLF	27,86±1,26	36,66±1,61	3,569653	0,000357
pHF	35,90±1,99	19,56±1,39	6,031483	0,000000

Данные статистического анализа изменения показателей variability сердечного ритма в результате ортопробы свидетельствует о том, что вследствие изменения положения тела и связанных с ним изменений гемодинамики происходит достоверное увеличение ЧСС и укорочение R-R min.

На фоне увеличения ЧСС и уменьшения минимальной продолжительности RR-интервалов происходит уменьшение variability сердечного ритма, на что указывает снижение показателей RMSSD и pNN50.

Анализ спектральных показателей в состоянии покоя и при ортостазе выявил следующее. При переходе тела в вертикальное положение происходит достоверное уменьшение значения HF, одновременное происходит недостоверное повышение значения LF, на этом фоне необходимо отметить повышение спектральной мощности волн с очень низкой частотой (VLF). Также нормализация LF и HF позволила выявить более ясно динамику изменения обоих показателей (увеличение LF и снижение HF). Эти изменения привели к тому, что произошло резкое (более чем в 2,5 раза) повышение соотношения LF/HF. Выявленную динамику показателя LF/HF можно рассматривать как свидетельство увеличения норадренергических влияний на пейсмекерные клетки синусового узла [3]. Снижение HF свидетельствует о том, что при ортостазе происходит уменьшение выраженности дыхательной синусовой аритмии. Также мы хотим отметить, что снижение при ортостазе главной составляющей спектра BCP – HF привело к некоторому уменьшению

общей мощности волн ВСР, и на фоне снижения ТР произошли перестройки в её внутренней организации: увеличился вклад VLF и LF, одновременно с резким снижением доли спектральной мощности, приходящейся на высокочастотные колебания.

Аналогичные изменения в показателях variability сердечного ритма при ортостазе были обнаружены и другими авторами [9].

Среднее значение показателя составило $K_{30:15} 1,46 \pm 0,05$ (95% ДИ 1,36–1,56). Из 67 обследованных значение коэффициента $K_{30:15}$ был в норме у 38 (56,71%), у 17 (25,37%) коэффициент оказался сниженным ($K_{30:15}$ в пределах от 1 до 1,25), высокий показатель (более 1,75) коэффициента был у 7 (10,44 %), а парадоксальная реакция ($K_{30:15}$ менее 1) наблюдалась у 5 (7,46%).

В таблицах 3 и 4 отображены все значения корреляций, которые были получены при анализе тестов на определение асимметрии и показателями ВСР.

Таблица 3 – Значения корреляций показателей ВСР в покое и коэффициентов асимметрии – КМА и КА (* отмечены достоверные корреляции, $p < 0,05$)

Показатели variability сердечного ритма	Коэффициент мануальной асимметрии	Коэффициент асимметрии
ЧСС	0,02	0,03
R-R min	0,15	0,15
R-R max	-0,09	-0,11
RRNN	-0,03	-0,05
SDNN	-0,09	-0,14
RMSSD	-0,20	-0,23
pNN50	-0,14	-0,21
TP	-0,10	-0,15
VLF	0,08	0,02
LF	-0,04	-0,09
HF	-0,21	-0,23
LF/HF	0,23	0,22

Исходя из таблицы 3, можно сказать, что нами не было обнаружено достоверных корреляционных связей между показателями, отражающими степень функциональной асимметрии, и показателями ВСР в покое. Однако стоит отметить, что корреляция между

показателями асимметрии и такими показателям ВСП в покое, как HF и LF/HF, близка к достоверной.

Таблица 4 – Значения корреляций показателей ВСП при ортостатической пробе и коэффициентов асимметрии – КМА и КА (* отмечены достоверные корреляции, $p < 0,05$)

Показатели вариабельности сердечного ритма	Коэффициент мануальной асимметрии	Коэффициент асимметрии
ЧСС	0,05	0,06
R-R min	-0,05	-0,11
R-R max	-0,05	-0,16
RRNN	-0,07	-0,1
SDNN	-0,13	-0,19
RMSSD	-0,25*	-0,24
pNN50	-0,34*	-0,30*
TP	-0,33*	-0,32*
VLF	-0,25*	-0,22
LF	-0,16	-0,19
HF	-0,38*	-0,36*
LF/HF	0,24*	0,22

Как мы видим из таблицы 4, при ортостатической пробе происходит увеличение корреляции до достоверной ($p < 0,05$) между КМА и такими показателями ВСП, как RMSSD, pNN50, TP, VLF, HF, LF/HF. При учитывании результатов не только моторной, но и сенсорной асимметрии вычисленный коэффициент асимметрии достоверно коррелирует со следующими показателями ВСП: pNN50, TP, VLF, HF и LF/HF ($p < 0,05$). При этом наиболее выражена связь между показателями, отражающими степень выраженности ФА (КМА и КА), и такими показателями ВСП, как pNN50, TP и HF.

Таким образом, при проведении ортостатической пробы корреляция между показателями вариабельности сердечного ритма и показателями межполушарной асимметрии была выражена намного сильнее, чем в случае, когда показатели ВСП были измерены в покое.

Полученные нами данные ВСП говорят о том, что у обследованных нами школьников наблюдается разнонаправленная реакция на ортостатическую пробу, хотя у большинства реакция соответствует физиологической норме.

Результаты проведенного нами исследования свидетельствуют о том, что существует выраженная функциональная связь между характером и степенью выраженности функциональной асимметрии, с одной стороны, и функционированием вегетативной нервной системы – с другой. В основе такой связи лежит тот факт, что задние области коры левого полушария связаны с парасимпатической регуляцией, а задние отделы коры правого полушария – с симпатической активностью. В свою очередь активность этих участков коры подавляются лобной корой соответствующих полушарий. Взаимодействие этих отделов мозга носит каскадный характер; что обусловлено наличием комиссуральных связей между соответствующими участками коры обоих полушарий. Результатом такого взаимодействия является то, что по мере повышения активности левого полушария происходит снижение относительной активности парасимпатического отдела ВНС и повышение симпатического тонуса. Этим можно объяснить тот факт, что при ортостатической пробе обнаружена отрицательная связь между степенью выраженности правосторонней асимметрии (т.е. преобладанием активности левого полушария) и показателями, отражающими вариабельность сердечного ритма и особенно дыхательной аритмии. Полученные нами данные об относительном повышении симпатического тонуса по мере увеличения преобладания левого полушария согласуются с балансной моделью межполушарного взаимодействия при регуляции сердечного ритма [10].

Список литературы

1. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1988. – 240 с.
2. Гурьянова Е.М., Игишева Л.Н., Галеев А.Р. Особенности вариабельности сердечного ритма у детей с бронхиальной астмой // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2003. – № 4. – С. 32–36.
3. Димитриев Д.А. Вариабельность сердечного ритма. – Чебоксары : Чуваш. гос. пед. ун-т, 2010. – 130 с.
4. Казин Э.М. Влияние психофизиологического потенциала на адаптацию к учебной деятельности // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 3. – С. 23–29.
5. Леутин В.П., Николаева Е.И. Психофизиологические механизмы адаптации и функциональная асимметрия мозга. – Новосибирск : Наука, СО, 1988. – 192 с.
6. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. – Иваново : Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.

7. Русалова М.Н. Динамика асимметрии активности коры головного мозга человека при эмоциональных состояниях // Журн. высш. нерв. деят. – 1988. – Т. 38. – № 4. – С. 754.

8. ESC/NASPE (European Society of Cardiology / North American Society of Pacing and Electrophysiology) Task Force Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // Circulation. – 1996. – Vol. 93. – P. 1043–1065.

9. Dynamic electrocardiography ed. by Malik M., Camm A.J. // N.Y.: Blackwell Futura, 2004. – P. 637.

10. Foster P.S., Drago V., Ferguson B.J., Harrison D.W. Cerebral moderation of cardiovascular functioning: A functional cerebral systems perspective // Clinical Neurophysiology. – 2008. – Vol. 119. – P. 2846–2854.

Рецензенты:

Мальшев И.И., д.м.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары.

Димитриев А.Д., д.б.н., профессор, Чебоксарский кооперативный институт РУК, г. Чебоксары.

Работа получена 01.11.2011