
МЕДИКО–БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

УДК: 612.172.–053.6

МЕДЛЕННОВОЛНОВАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ФРАКЦИИ ВЫБРОСА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ДЕТЕЙ СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

А.Р. Сабирьянов
e-mail: LFK@74.ru

Челябинская государственная медицинская академия, г. Челябинск, Россия

Статья поступила 4 октября 2004 г.

Введение

Одной из характерных черт организации живой материи является переменность ее различных функций. Для человеческого организма колебательная активность присуща для всех уровней, от молекулярного до организменного. По мнению Ю.А. Романова [13], ритмичность функционирования структур организма является системообразующим свойством, которое обеспечивает согласование физиологических процессов. При этом характерной чертой временной организации биосистем служит одновременное присутствие колебаний разных частот в рамках одного процесса [1, 7].

Наибольший интерес вызывает изучение медленноволновых колебаний расположенных в диапазоне от 0,003 до 0,05 Гц, так как, по мнению многих авторов [4–6, 19], они являются достоверными маркерами активности уровней системы регуляции.

С данных позиций несомненна актуальность исследований переменной кровотока у детей [8, 9, 11 и др.], которые позволяют не только выявлять особенности деятельности их сердечно–сосудистой системы, но и регуляции различных функций гемодинамики.

Целью данных исследований являлось изучение медленноволновой переменной фракции выброса левого желудочка у здоровых детей среднего школьного возраста.

1. Материалы и методы исследования

В исследованиях участвовали дети первой медицинской группы среднего школьного возраста г. Челябинска и Миасса (девочки $n = 289$; мальчики $n = 290$).

Регистрация фракции выброса (ФВ) в течение 500 кардиоинтервалов проводилась при помощи тетраполярной биоимпедансной реополиграфии на базе компьютерной системы «Кентавр II РС» фирмы «Микролюкс» (рекомендована к производству и применению в медицинской практике протоколом № РОСС.RU.АЮ 45.В00211 от 28.11.2002г.). В системе «Кентавр» ФВ рассчитывается при помощи формулы Тагифта по электрокардиограмме (ЭКГ) первого стандартного отведения и первой производной трансторакальной реограммы [3].

Спектральный анализ проводился при помощи компьютерной программы, использующей метод быстрого преобразования Фурье. Изучались следующие характеристики переменной: общая мощность спектра (ОМС, усл.ед.), середина и мода спектра колебаний (F_m и M_o , Гц), распределение мощности по четырем диапазонам (усл.ед. и в %). При интерпретации результатов спектрального анализа учитывалось, что самые и очень низкочастотные (0–0,075 Гц) колебания (СНЧ и ОНЧ) являются маркерами активности высших центров вегетативной регуляции [12, 14], низкочастотные (НЧ, 0,075–0,15 Гц) — периферического отдела вегетативной нервной

системы [10, 18] и высокочастотные (ВЧ, 0,15—0,5 Гц) — блуждающего нерва и дыхательных движений. [15, 18].

Учитывая психомоторные особенности детей данного возраста, все результаты спектрального анализа подвергались 60 % фильтрации, что позволило устранить помехи и погрешности в процессе регистрации показателей.

2. Результаты исследования и их обсуждение

Анализ полученных результатов показывает, что у мальчиков и девочек в среднем школьном возрасте не наблюдается значимых различий ФВ и ее вариабельности. Величины ФВ в исследованных группах составляли у девочек $67,93 \pm 0,22$ и $67,73 \pm 0,26$ ($p > 0,05$) у мальчиков. Статистическая достоверность различия выявлялась только при сравнении середины спектра медленноволновых колебаний (девочки — $0,12 \pm 0,0068$; мальчики — $0,14 \pm 0,0066$; $p < 0,05$), что, по-видимому, объясняется более выраженной долей вклада ВЧ вариабельности у мальчиков. В частности, при анализе относительного распределения ОМС в диапазонах у девочек выявлялось преобладание НЧ колебаний (девочки 30,6 %; мальчики 23,57 %; $p < 0,05$ по Фишеру), а у мальчиков более выражены ВЧ (девочки 25,02 %; мальчики 32,21 %; $p < 0,05$). Следовательно, несмотря на отсутствие различий в уровне сократимости и общей вариабельности показателя, наблюдаются различия в генезе медленноволновых колебаний. Например, у девочек значимая доля вариабельности ФВ связана с диапазоном, который является маркером активности обоих отделов вегетативной нервной системы [10, 18], а у мальчиков — с колебаниями, возникающими в результате парасимпатических влияний и дыхательными движениями [15, 18].

Для выявления особенностей медленноволновой вариабельности ФВ мы разделили исследованных детей на четыре группы по преобладанию мощности колебаний в диапазонах спектра: первая — СНЧ, вторая — ОНЧ, третья — НЧ и четвертая — ВЧ.

В табл. 1 и 2 представлены величины ФВ и ее спектральные характеристики в зависимости от преобладания медленноволновых колебаний показателя.

Таблица 1

Особенности спектральных характеристик фракции выброса
в зависимости от преобладания диапазона спектра колебаний
у детей среднего школьного возраста

Пол	Группа детей по преобладанию вариабельности ФВ	Количество детей	ФВ, %	ОМС, усл. ед.	Fm, Гц	Mo, Гц
Девочки	1	2,0 %	$67,5 \pm 0,24$	$0,47 \pm 0,12$	$0,02 \pm 0,0003$	$0,018 \pm 0,0003$
	2	19,0 %	$68,0 \pm 0,27$	$0,47 \pm 0,05$	$0,037 \pm 0,0023$	$0,028 \pm 0,0009$
	3	25,0 %	$67,96 \pm 0,31$	$0,79 \pm 0,11$	$0,11 \pm 0,0028$	$0,091 \pm 0,0038$
	4	42,0 %	$67,95 \pm 0,25$	$1,49 \pm 0,16$	$0,19 \pm 0,0069$	$0,18 \pm 0,01$
Мальчики	1	5,88 %	$68,75 \pm 0,74$	$0,37 \pm 0,04$	$0,02 \pm 0,0003$	$0,02 \pm 0,0011$
	2	15,94 %	$66,64 \pm 0,56$	$4,44 \pm 1,13$	$0,035 \pm 0,0017$	$0,026 \pm 0,0012$
	3	23,19 %	$67,69 \pm 0,34$	$1,47 \pm 0,22$	$0,087 \pm 0,0038$	$0,07 \pm 0,006$
	4	43,48 %	$68,0 \pm 0,28$	$1,32 \pm 0,15$	$0,21 \pm 0,0081$	$0,18 \pm 0,0096$

Как видно из табл. 1, в обеих половых группах большинство представляют дети с преобладанием ВЧ колебаний ФВ. Несмотря на парасимпатический генез данного диапазона, у детей этой группы не наблюдается низких показателей сократимости миокарда. Следовательно, в данном случае блуждающий нерв не оказывает функционального влияния на ФВ, и результатом ВЧ колебаний могут являться дыхательные движения. Однако, проведение ранговой корреляции и регрессионного (линейного и нелинейного) анализа не выявило взаимосвязи и зависимости ФВ и ее ВЧ колебаний в 4-ой группе с ЧДД. Кроме того, частота дыхания была более высокой по сравнению с частотой медленноволновых колебаний ФВ. Это обстоятельство может

свидетельствовать об участии внутрисердечных механизмов регуляции сократимости в возникновении ВЧ колебаний данной функции миокарда. При этом межполовых различий изучаемых показателей в 4-ой группе не наблюдалось.

Таблица 2

Особенности распределения мощности колебаний фракции выброса по диапазонам у детей среднего школьного возраста в зависимости от преобладания мощности медленноволнового спектра

Пол	Преобладающий диапазон спектра ФВ	EF, P1	EF, P2	EF, P3	EF, P4
Девочки	UVLF, усл.ед.	0,25 ± 0,067	0,19 ± 0,043	0 ± 0	0,03 ± 0,012
	%	53,19	40,43	0	6,38
	VLF, усл.ед.	0,1 ± 0,025	0,26 ± 0,031	0,07 ± 0,006	0,05 ± 0,007
	%	21,28	55,32	14,89	10,64
	LF, усл.ед.	0,01 ± 0,003	0,07 ± 0,011	0,5 ± 0,084	0,2 ± 0,024
	%	1,27	8,86	63,29	25,32
	HF, усл.ед.	0,02 ± 0,006	0,12 ± 0,029	0,4 ± 0,064	0,95 ± 0,095
	%	1,34	8,05	26,85	63,76
Мальчики	UVLF, усл.ед.	0,19 ± 0,017	0,15 ± 0,014	0,03 ± 0,009	0,01 ± 0,002
	%	51,35	40,54	8,11	2,7
	VLF, усл.ед.	1,15 ± 0,393	2,34 ± 0,553	0,86 ± 0,383	0,09 ± 0,024
	%	25,9	52,7	19,37	2,03
	LF, усл.ед.	0,03 ± 0,007	0,19 ± 0,05	0,85 ± 0,135	0,4 ± 0,091
	%	2,04	12,93	57,82	27,21
	HF, усл.ед.	0,03 ± 0,008	0,11 ± 0,017	0,27 ± 0,051	0,91 ± 0,113
	%	2,27	8,33	20,45	68,94

Из табл. 1 и 2 видно, что наблюдаются значительные различия ФВ и ее вариабельности во 2-ой группе мальчиков. В ней обнаруживаются статистически достоверно более низкие показатели ФВ по сравнению с остальными группами мальчиков и группами девочек, у которых преобладают ОНЧ колебания. Характерной особенностью 2-ой группы мальчиков, в частности, по сравнению с аналогичной группой девочек является высокая ОМС, что определяется уровнем колебаний во всех низкочастотных диапазонах. Следовательно, СНЧ, ОНЧ и НЧ диапазоны могут быть связаны с механизмами отрицательной инотропии. В частности, многие авторы [6, 17 и др.] считают, что парасимпатическая активность способна модулировать колебания по всему медленноволновому диапазону. При этом проведение ранговой корреляции показывает, что в данной группе мальчиков ФВ отрицательно связана с СНЧ диапазоном и положительно с частотными характеристиками и ВЧ колебаниями. Это может свидетельствовать о непарасимпатическом происхождении ВЧ колебаний ФВ. Кроме того, анализ относительного распределения ОМС в диапазонах спектра показывает, что у мальчиков в данной группе, по сравнению с девочками, более высокая доля ($p < 0,05$ по Фишеру) мощности СНЧ диапазона. На основании вышесказанного и данных корреляции, можно полагать, что СНЧ колебания связаны с отрицательными инотропными механизмами, в частности, с активностью передних отделов гипоталамуса, являющихся высшими центрами парасимпатической регуляции [16]. При этом, по-видимому, преобладание ОНЧ колебаний вторично в сравнении с относительно более низкой сократимостью у мальчиков 2-ой группы и является следствием повышения активности гуморальных факторов (катехоламины) и нейросимпатических влияний [2, 19].

Кроме того, как видно из табл. 1 и 2, несмотря на значительные различия спектральных характеристик ФВ, за исключением мальчиков 2-ой группы, не наблюдается статистически достоверных различий в уровне сократимости миокарда. Это может являться свидетельством стабильности инотропной функции миокарда у обследованных детей за счет высокой роли

автономных механизмов регуляции в состоянии покоя. При этом, по-видимому, медленноволновая вариабельность ФВ является результатом активности уровней регуляции кардиогемодинамики, которая не отражается на величинах сократимости.

Заключение

Таким образом, результаты исследования показывают, что у детей в среднем школьном возрасте сократимость миокарда в покое является стабильной функцией деятельности сердца, подверженной, в основном, автономным механизмам регуляции. В данном возрасте медленноволновая вариабельность ФВ в значительной степени определяется высокочастотными колебаниями, которые, по результатам статистической обработки, не связаны с отрицательными инотропными механизмами и дыхательными движениями. Кроме того, исследования дают основание предполагать (преобладание ОНЧ колебаний ФВ у мальчиков) участие в генезе сверхнизкочастотной вариабельности ФВ отрицательных инотропных механизмов.

Список литературы

1. Агулова Л.П. Принципы адаптации биологических систем к космогеографическим факторам // Биофизика, 1998. Т. 43, № 4. С. 571—574.
2. Астахов А.А. Медленноволновые процессы гемодинамики // Инженеринг в медицине. Колебательные процессы гемодинамики. Пульсация и флюктуация сердечно-сосудистой системы: Сб. научных трудов II научно-практической конференции и I Всероссийского симпозиума. Челябинск, 2000. С. 50—63.
3. Астахов А.А. Физиологические основы биоимпедансного мониторинга гемодинамики в анестезиологии (с помощью системы «Кентавр»): В 2 т. Челябинск, 1996.
4. Ашофф Ю. Циркадные ритмы в космической медицине // Человек в космосе. Тр IV Междунар. симпозиума по основным проблемам жизни человека в космическом пространстве. М: Наука, 1974. С. 264—282.
5. Баевский Р.М., Чернышов М.К. Некоторые аспекты системного подхода к анализу временной организации функции в живом организме // Теоретические и прикладные аспекты временной организации биосистем. М.: Наука, 1976. С. 174—186.
6. Вариабельность ритма сердца: представления о механизмах / С.А. Котельников, А.Д. Ноздрачев, М.М. Одинак и др. // Физиология человека, 2002. Т. 28, № 1. С.130—143.
7. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темуранц Н.А. Космос и биологические ритмы. Штутгарт, 1998. 141 с.
8. Галеев А.Р. Использование показателей сердечного ритма для оценки функционального состояния школьников с учетом их возрастных особенностей и уровня двигательной активности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1999.
9. Доцоев Л.Я. Функциональное состояние учащихся девятых классов с различным уровнем образованности // Инженеринг в медицине. Колебательные процессы гемодинамики. Пульсация и флюктуация сердечно-сосудистой системы: Сб. научных трудов II научно-практической конференции и I Всероссийского симпозиума. Челябинск, 2000. С. 148—151.
10. Жемайтис Д.И. Связь реакции сердечного ритма на пробу активного ортостаза с характерами центральной гемодинамики // Физиология человека, 1989. Т. 15, № 2. С. 30.
11. Макаров Л.М. Циркадная вариабельность ритма сердца у здоровых детей 3—15 лет по данным холтеровского мониторирования электрокардиограммы // Педиатрия, 1998. № 6. С. 7—11.
12. Роль структур головного мозга в организации вегетативных функций / Б.И. Каменецкая, Н.Б. Хаспекова, Н.Ю. Березова, Э.М. Кутерман // Журн. невропатологии и психиатрии, 1988. № 12. С. 35.
13. Романов Ю.А. От хронобиологии к хронотопобиологии // Вест. Росс. АМН, 2000. № 8. С. 8—11.
14. Хаспекова Н.Б. Регуляция вариабельности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 1996.
15. Хаятин В.М., Лукошкова Е.В. Спектральный анализ колебаний частоты сердечбиений: физиологические основы и осложняющие его явления // Российский физиологический журнал имени И.М. Сеченова, 1999. Т.87. № 7. С.893—909.
16. Цырлин В.А., Екимов Е.Н. Влияние антигипертензивных соединений на гипоталамическую регуляцию барорецепторных рефлексов // Фармакол. и токсикол., 1980. № 1. С.49—52.
17. Assessment of Autonomic Function in Humans by heart Rate Spectral Analysis / M. Pomeranz, R.J.B. Macaulay, M.A. Caudill // Am. J. Physiol., 1985. Vol. 248. P. H.151—H.153.
18. Heart Rate Variability Frequency Domain Analysis / Z. Ori, G. Monir, J. Weiss et al. // Amb. Electrocard. 1992. Vol. 10, № 3. P. 499.
19. Malik M. Heart rate variability // Curr. Opin Cardiol., 1998. Vol. 13, № 1. P. 36—44.