

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 кровообращения у детей [8, 9, 11 и др.], которые позволяют не только выявлять особенности деятельности их сердечно–сосудистой системы, но и регуляции разных 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. Жемайтите 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.