

Ортостатические изменения ритма сердца детей 11 летнего возраста

А. Ю. Янов, К. Л. Манакова

Кафедра биологии человека и медико-биологической подготовки ЧГПУ;
Детская городская поликлиника ФГУЗ ЦМСЧ №71 ФМБА РФ, г. Озерска.

Резюме

Для изучения особенностей изменения ритма сердца у детей 11 летнего возраста были проанализированы ЭКГ и кардиоритмограммы 35 мальчиков и 35 девочек: в покое и при активной ортостатической пробе (АОП). Выявлено, что нерегулярный синусовый ритм в покое имеют 91,43% мальчиков и 71,43% девочек, ЧСС и продолжительность R-R интервалов имеют половые различия. В ортостазе наблюдается меньшее количество детей с нерегулярным ритмом, увеличивается ЧСС, уменьшается продолжительность R-R интервалов, а также прослеживается тенденция к выравниванию этих показателей в группах сравнения. Модулирующее влияние на сердечный ритм оказывают парасимпатические (HF) и гуморально-метаболические (VLF) влияния. При АОП происходит снижение вагусной активности и увеличение симпатико-адреналовых влияний на ритм сердца. Низкая степень корреляции симпатической активности (LF) с остальными спектральными показателями свидетельствуют о несбалансированности вегетативной регуляции ритма в данной возрастной группе. Полученные значения параметров могут быть использованы в практике, как нормативные.

Ключевые слова: нерегулярный синусовый ритм, спектральный анализ вариабельности сердечного ритма, активная ортостатическая проба.

Введение

В норме регуляция сердечного ритма осуществляется песмейкерами синусового (СА) узла, вегетативной и центральной нервной системами и гуморальными влияниями. Вегетативная нервная система (ВНС) оказывает модулирующее влияние на формирование сердечного ритма. Высокая лабильность ВНС у детей проявляется в дыхательной и не связанной с актом дыхания синусовой аритмии, встречающейся в 94% случаев [1]. Нерегулярный синусовый ритм является признаком нормальной вариабельности [2]. Существуют различные критерии оценки синусовой аритмии: по колебаниям ритма в пределах нескольких сокращений [1], по различию в продолжительности соседних кардиоциклов [3]. При скрининговой 10 секундной записи и анализе 10-12 кардиоциклов, регулярным ритмом принято считать такой ритм, при котором разброс R-R между последовательно зарегистрированными сердечными циклами не превышает 10% от средней продолжительности R-R интервалов, или разница между минимальным и максималь-

ным значением R-R интервалов не превышает 150 мс [2]. При более продолжительной регистрации ЭКГ, где наблюдается ярко выраженная волновая структура синусового ритма, эти критерии оценки будут выполняться в редких случаях.

В ходе ортостатической пробы происходят адаптационные процессы, связанные с изменениями гемодинамики. О скорости процессов адаптации можно судить по изменению ритма сердца в различные временные периоды ортостаза. В связи с этим важным является определение валидных показателей ритма для разных временных рамок регистрации в различных возрастных группах.

Считается, что выраженность аритмии связана с парасимпатическими влияниями, поэтому существенную роль в оценке ее формирования, по мнению Л. М. Макарова [4], может оказать спектральный анализ вариабельности ритма сердца (ВРС).

Целью исследования является определение валидных (референтных) значений разницы продолжительности R-R интервалов у детей 11 летнего возраста в покое и в активной ортостатической пробе, а также физиологическое обоснование результатов с позиций спектрального анализа ВРС.

А. Ю. Янов — соискатель кафедры биологии человека и медико-биологической подготовки Челябинского государственного педагогического университета;

К. Л. Манакова — врач-педиатр детской поликлиники ФГУЗ ЦМСЧ №71 ФМБА РФ, г. Озерска.

Методы исследования

В эксперименте приняли участие 70 детей: 35 мальчиков и 35 девочек, учеников 5 классов общеобразовательных школ г. Озерска Челябинской области. Средний возраст составил $11,28 \pm 0,036$ г. и $11,34 \pm 0,031$ г. соответственно.

Критериями включения стали: гармоничное физическое развитие, соответствующее возрасту половое развитие, отсутствие субъективных жалоб и объективной неврологической симптоматики, отсутствие в анамнезе черепно-мозговых травм, эндокринных, кардиологических, аутоиммунных заболеваний и синусовый сердечный ритм.

С помощью программно-аппаратного 12-канального кардиографа «Поли-спектр 8/Е» (ООО «Нейрософт» г. Иваново) проводилась запись ЭКГ с автоматическим построением усредненных кардиокомплексов (программа «Поли-Спектр-Анализ») и последующей их оценкой.

Синусовый ритм определяли по положительным значениям зубца Р в I, II и aVF отведениях и отрицательному в отведении aVR.

Используя программу «Поли-Спектр-Ритм» (ООО «Нейрософт» г. Иваново) проводился спектральный анализ вариабельности ритма серд-

ца (ВРС) с определением отношения LF/HF, процентных долей высокочастотного компонента — HF, низкочастотного компонента — LF и низкочастотного компонента 2 порядка — VLF в общей мощности спектра.

Исследование проводилось с 8.30 до 12.30 в свободное от учебы время (выходные дни, каникулы) после 15-ти минутного покоя для фоновой записи в течение 5 минут и 6 минут в ортостазе.

Для построения усредненного кардиокомплекса использовали 1 минуту фоновой записи свободной от экстрасистол во II стандартном отведении, при необходимости исключали из анализа экстрасистолические сокращения и следующий за ними кардиоцикл. Для изучения реактивности миокарда на функциональную пробу анализировали последнюю минуту ортостаза. Спектральный анализ проводился по 5 минутным записям в соответствии с международным стандартом [5]. Из ритмограммы активной ортостатической пробы исключалась первая минута (переходный период).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась при помощи программы «Statistica — 6.0». Оценка достоверности раз-

Таблица 1. Показатели ЧСС и продолжительности R-R интервалов в покое и при активной ортостатической пробе **.

Показатели	Пол	M±m	σ	C3	C10	C25	Me	C75	C90	C97
ЧСС	М	74,51±1,47	8,71	59	65	68	74	79	84	94
	Д	81,49±1,80 [*]	10,67	52	66	75	84	88	91	99
R-R макс, мс	М	948,86±23,68	140,11	660	770	849	953	1071	1147	1162
	Д	851,31±22,26 [*]	131,68	622	716	769	820	900	991	1069
R-R мин, мс	М	683,40±14,05	83,091	396	594	650	682	722	753	843
	Д	656,17±14,54	86,03	540	572	601	621	711	764	872
R-R ср, мс	М	816,26±15,77	93,31	617	717	745	814	875	928	974
	Д	750,51±19,73 ^{**}	116,71	586	649	681	716	777	881	982
ЧСС орто	М	95,91±1,64	9,72	70	84	90	99	101	104	109
	Д	102,23±2,14 ^{**}	12,68	74	84	96	103	108	116	122
R-R макс, мс, орто	М	729,49±16,76	99,164	591	627	665	704	760	868	942
	Д	666,66±18,31 ^{**}	108,31	394,	554	602	660,	708	797	857
R-R мин, мс, орто	М	553,69±8,19	48,46,	489,	503	517	546	582	615	653
	Д	527,51±9,71 [*]	57,46	423	470	497	520	546	603	669
R-R ср, м, с орто	М	630,26±12,55	74,23	537	560	585	606	658	702	814
	Д	593,86±13,86 [*]	82,01	459	493	539	584	622	680	776
Δ R-R	М	259,74±18,71	110,66	84	141	184	237	344	418	467
	Д	195,14±14,46 [*]	85,54	82	111	131	174	222	273	367
Δ R-R орто	М	175,800±12,26	72,540	80	90	121	160	209	253	323
	Д	155,714±12,10	71,608	49	84	100	143	179	254	290

Примечание. Достоверность: по t-критерию: * — $p < 0,001$, ** — $p < 0,01$, * — $p < 0,05$ по сравнению с мальчиками, ** — $p < 0,001$ по сравнению с фоном по всем показателям, # — $p = 0,024$, ## — $p = 0,034$ по сравнению с мальчиками Mann-Whitney U Test. М — мальчики, Д — девочки.

Таблица 2. Показатели спектрального анализа в покое и при АОП*

Показатели	Пол	M±m	σ	C3	C10	C25	Me	C75	C90	C97
LF/HF у.е.	М	0,46±0,06	0,31	0,06	0,17	0,19	0,39	0,62	0,87	1,08
	Д	0,58±0,10	0,56	0,14	0,19	0,26	0,45	0,65	0,73	1,97
% VLF	М	21,53±1,86	11,00	5,70	10,50	12,10	18,40	25,40	35,900	45,30
	Д	27,18±2,47	14,58	9,71	11,70	16,40	21,50	31,60	46,60	57,10
% LF	М	22,11±1,59	9,39	4,920	11,20	13,20	20,80	29,50	34,50	38,60
	Д	22,18±1,61	9,50	0,460	10,30	15,10	21,30	27,30	33,40	41,00
% HF	М	56,39±2,53	14,94	25,80	36,50	47,0	53,30	68,40	72,50	81,20
	Д	50,24±2,76**	16,35	13,20	23,80	41,40	51,30	61,10	66,70	74,30
LF/HФорто у.е.	М	2,07±0,18	1,09	0,20	0,70	1,26	1,87	2,5	3,60	4,30
	Д	2,69±0,30	1,78	0,25	0,86	1,36	2,21	3,86	4,48	5,99
% VLФорто	М	48,06±2,47	14,60	25,30	29,40	37,50	44,00	55,20	68,50	76,80
	Д	47,55±2,51	14,867	18,00	27,90	33,80	49,30	59,70	67,40	72,30
% LФорто	М	32,41±1,98	11,716	9,840	17,50	24,30	32,90	40,80	45,50	55,30
	Д	34,38±2,15	12,725	13,70	17,50	25,70	32,50	42,20	49,50	57,80
% HФорто	М	19,523±1,719	10,168	4,580	7,90	14,30	17,60	22,70	29,20	45,90
	Д	18,184±1,883	11,139	4,740	5,420	11,10	14,90	22,60	32,70	37,10

Примечание. * — Достоверность по всем показателям $P < 0,001$ по сравнению с фоном; ** — достоверность $p = 0,054$ по сравнению с мальчиками. М — мальчики, Д — девочки.

личий средних значений определялись по t-критерию Стьюдента. При ненормальном распределении для сравнения результатов использовали Wald-Wolfowitz Runs тест, тест Колмогорова-Смирнова, Mann-Whitney U Test. За достоверные отличия принимались отличия при $p < 0,05$. Для выявления границ нормативных показателей определен их интерквартильный размах, представленный в виде медианы (Me), 25 (C25) и 75 (C75) перцентилей.

Результаты исследования и их обсуждение

При анализе минутной записи ЭКГ в покое, нерегулярный синусовый ритм, по критерию $\Delta R-R > 150$ мс наблюдался у 32 мальчиков (91,43%) и 25 (71,43%) девочек. Разброс минимальных и максимальных значений R-R интервалов ($\Delta R-R$) у мальчиков оказался значительно выше ($p < 0,001$), средние и максимальные показатели R-R также имеют более высокие значения ($p < 0,001$ и $p < 0,05$ соответственно). В связи с этим ЧСС у мальчиков оказалась на 9,14% ($p < 0,001$) ниже, чем у девочек (табл. 1).

Нормальными значениями $\Delta R-R$ у мальчиков можно считать 180-345 мс, у девочек 110-220 мс. Значения $\Delta R-R$ у мальчиков сопоставимы с показателями, полученными В. М. Михайловым [2] для детей 16-ти летнего возраста г. Иванова, однако в этом исследовании не было разделения по половому признаку. Показатели ЧСС существенно не отличаются от данных Л. М. Макарова с соавт. [4] и P. R. Rijnbeek et al. [6], однако группа детей

11-ти летнего возраста включена в выборку обследуемых 8-11 и 8-12 лет.

Многие авторы в своих исследованиях констатируют половые и возрастные различия ЧСС у детей, однако нормативные таблицы показателей составляются вне зависимости от пола и конкретного возраста, что значительно затрудняет сравнение и оценку полученных результатов.

Все спектральные показатели ВРС в связи с высокой лабильностью ВНС не имеют нормального распределения, поэтому оценку модулирующего влияния ВНС на ритм сердца проводили с использованием интерквартильного размаха — Me, 25 и 75 перцентилей.

Парасимпатическое влияние на ритм, определяемое по показателю %HF у мальчиков выше, чем у девочек (различия близки к значимым, $p = 0,054$, тест Вальда-Вульфовица). Симпатикотоническое влияние (%LF) находится на одинаковом уровне. Показатель LF/HF, отражающий вегетативный баланс регуляции, не имеет существенных половых различий. Центральные эрготропные влияния на сердечный ритм — %VLF более выражены у девочек, однако отличия не являются достоверными (табл. 2).

Спектральные показатели регуляции ритма в данной возрастной группе детей вне зависимости от пола не являются сбалансированными, о чем свидетельствуют низкие и средние значения их корреляции с ЧСС и R-R ср. Модулирующее влияние на ритм в большей сте-

Таблица 3. Корреляция между основными показателями ВРС

Девочки								
	LF/HF	%VLF	%LF	HF%	LF/HF ортостаз	%VLF ортостаз	%LF ортостаз	HF% ортостаз
LF/HF	1,00	0,37**	0,69*	-0,73*				
% VLF		1,00	-0,17	-0,84*				
% LF			1,00	-0,38				
HF%				1,00				
LF/HF ортостаз					1,00	0,18	0,45**	-0,75*
% VLF ортостаз						1,00	-0,69*	-0,55*
% LF ортостаз							1,00	-0,23
HF% ортостаз								1,00

Мальчики								
	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	LF/HF ортостаз	%VLF ортостаз	%LF ортостаз	%HF ортостаз
LF/HF	1,00	0,40**	0,88*	-0,85*				
% VLF		1,00	0,06	-0,78*				
% LF			1,00	-0,68*				
% HF				1,00				
LF/HF ортостаз					1,00	0,18	0,44**	-0,76*
% VLF ортостаз						1,00	-0,72*	-0,60*
% LF ортостаз							1,00	-0,12
% HF ортостаз								1,00

Примечание. Достоверность: * – $P < 0,001$, ** – $P < 0,05$.

пени оказывают *p.vagus* и гуморально-метаболические влияния симпатико-адреналовой системы. Корреляция между ЧСС и % HF у мальчиков составила $r = -0,52$ у девочек $r = -0,51$ ($p < 0,01$), между ЧСС и %VLF у мальчиков $r = 0,61$ ($p < 0,001$), у девочек $r = 0,44$ ($p < 0,01$). В ортостазе корреляция ЧСС и % HF у мальчиков составила $r = -0,68$ ($p < 0,01$), у девочек $r = -0,42$ ($p < 0,05$), между ЧСС и %VLF у мальчиков $r = 0,42$ ($p < 0,01$), у девочек $r = 0,05$ ($p > 0,05$). Зафиксирована низкая степень корреляции между ЧСС и %LF: у мальчиков в фоне $r = 0,11$ в ортостазе $r = 0,11$, у девочек в фоне $r = 0,17$ в ортостазе $r = 0,29$ ($p > 0,05$).

В ортостазе наблюдается тенденция к выравниванию всех спектральных показателей в обеих группах сравнения. Показатели ЧСС по сравнению с фоном возросли у 34 мальчиков (97,14%, $p < 0,001$) и 35 девочек (100%, $p < 0,001$), различия между группами сократилось до 1,71% ($p < 0,05$). Увеличение у мальчиков составило $21,89 \pm 1,56\%$ ($p < 0,001$), у девочек $19,83 \pm 1,58$ ($p < 0,001$). Отмечено снижение максимальных, минимальных и средних значений R-R интервалов по сравнению с фоном в среднем от 25 до 32% ($p < 0,001$). Меньший процент снижения показателей R-R макс. у девочек приводит к выравниванию ΔR -Рорто в обеих группах (табл. 3). Увеличивается число детей с регулярным ритмом по критерию $\Delta RR < 150$ мс по сравнению с фоном, регулярный ритм наблюдается у 18 девочек (51,43%) и 14 (40,00%) мальчиков, в покое 10 (28,57%) и 3 (8,57%) соответственно.

Изменение спектральных показателей в ортостазе происходит неоднозначно. Наблюдается снижение уровня парасимпатических влияний на ритм: у мальчиков на 66,98% (50,85; 75,86) (Ме (С25; С75)), у девочек 66,08% (47,80; 75,17), при увеличении доли симпатико-адреналовых, причем ведущую роль в процессах возбуждения играют гуморально-метаболические влияния. Увеличение %LF у мальчиков составило 31,56% (-4,92; 51,78), у девочек 26,04% (17,33; 51,66). Увеличение %VLF у мальчиков составило 61,67% (43,73; 67,90) у девочек 43,73% (28,51; 61,67).

В обеих группах зафиксированы случаи снижения уровня %LF с одновременным повышением %VLF. Низкая степень корреляции между влиянием катехоламинов (%VLF) и симпатического нерва на сердечный ритм в покое, свидетельствует о несбалансированности процесса возбуждения. В ортостазе наблюдается высокая отрицательная корреляция между показателями симпатико-адреналовой системы (%LF, %VLF) в обеих группах, а увеличение LF/HF происходит за счет снижения парасимпатических влияний.

Переход регуляции на более низкий гуморально-метаболический уровень обеспечивает медленный, но более стабильный процесс адаптации, в то же время высокая концентрация катехоламинов особенно в условиях стресса (гипоксия, систематическая продолжительная физическая нагрузка, эмоциональный стресс) может вызывать негативные воздействия за счет перекисного окисления [7]. От-

существование значимых корреляций показателя LF с показателями сердечного ритма свидетельствует не только о несбалансированности симпатико-адреналовой системы в процессе регуляции ритма, но и возможно о более сложной организации формирования LF компонента.

Заключение

В покое у большинства детей 11-летнего возраста наблюдается нерегулярный синусовый ритм у 91,43% мальчиков и 71,43% девочек. У девочек отмечен более регулярный ритм по сравнению с мальчиками. Средние показатели RR интервалов выше у мальчиков, чем у девочек. В соответствие с этим ЧСС ниже у мальчиков, чем у девочек.

В ортостазе сердечный ритм становится более регулярным в обеих группах, при этом средние показатели RR интервалов и ЧСС отличаются незначительно. Модулирующая роль в формировании сердечного ритма принадлежит p.vagus и центральным эрготропным влия-

ниям. В данном возрасте существует дисбаланс в симпатико-адреналовом звене регуляции, изучение которого требует более масштабных и глубоких исследований.

Литература

1. Осколкова М. К., Куприянова О. О. Электрокардиография у детей. М.: МЕДпресс-информ; 2004: 352.
2. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново: Иван. гос. мед. академия; 2004: 290.
3. Garson A. Arrhythmias in pediatric patients. Med Clin north Amer. 1984; 68 (5): 1171-1209.
4. Макаров Л. М. ЭКГ в педиатрии. М.: ИД «МЕДПРАКТИКА-М»; 2006: 544.
5. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements. Physiological Interpretation and clinical Use. Circulation 1996; 93: 1043-1065.
6. P. R. Rijnbeek1, M. Witsenburg, E. Schrama, J. Hess, J. A. Kors. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. Eur Heart J 2001; 22: 702-711.
7. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988: 253.

Первичная артериальная гипотензия у молодых женщин: особенности реактивности сосудистого эндотелия

Л. А. Шардина, Т. А. Найданова, С. А. Шардин, В. О. Копытова, Е. А. Тихонина
Кафедра преподавания внутренних болезней ГОУ ВПО УГМА Росздрава;
ГУЗ Свердловская областная клиническая больница №1.

Резюме

Представлены результаты исследования сосудодвигательной функции эндотелия плечевой артерии у женщин молодого возраста с первичной артериальной гипотензией (ПАГ) и влияние на нее ряда гуморальных факторов (показателей липидного спектра, перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы, уровней гонадотропных и половых гормонов). Обследовано 40 женщин с ПАГ в возрасте $21,71 \pm 4,24$ года и 40 практически здоровых женщин (в возрасте $21,38 \pm 4,57$ года; $p > 0,05$). Сосудодвигательная функция эндотелия оценивалась методом дуплексного сканирования правой плечевой артерии в пробе с потокзависимой вазодилатацией. На фоне реактивной гиперемии у женщин с ПАГ регистрируется меньшее значение эндотелийзависимой вазодилатации (ЭЗВД) — $10,74 \pm 5,20\%$ (у женщин с нормальным уровнем АД — $15,79 \pm 7,17\%$; $p = 0,006$). На основании множественного регрессионного анализа установлено, что у женщин с ПАГ на показатели ЭЗВД артерий статистически значимое положительное влияние оказывают уровни диастолического АД, церулоплазмина, антиоксидантной активности крови, эстрадиола, а также количество эритроцитов. ЭЗВД у женщин с ПАГ отрицательно сопряжена с количеством лейкоцитов, уровнями малонового диальдегида и тестостерона и значением коэффициента атерогенности.

у женщин с ПАГ на показатели ЭЗВД артерий статистически значимое положительное влияние оказывают уровни диастолического АД, церулоплазмина, антиоксидантной активности крови, эстрадиола, а также количество эритроцитов. ЭЗВД у женщин с ПАГ отрицательно сопряжена с количеством лейкоцитов, уровнями малонового диальдегида и тестостерона и значением коэффициента атерогенности.

Ключевые слова: первичная артериальная гипотензия, женщины, эндотелий.

- Л. А. Шардина — д. м. н., профессор, зав. кафедрой преподавания внутренних болезней ГОУ ВПО УГМА Росздрава;
- Т. А. Найданова — аспирант кафедры преподавания внутренних болезней ГОУ ВПО УГМА Росздрава;
- С. А. Шардин — д. м. н., профессор, ГУЗ Свердловская областная клиническая больница №1;
- В. О. Копытова — врач отделения функ. диагностики ГУЗ Свердловская обл. клиническая больница №1;
- Е. А. Тихонина — врач клинической лабор. диагностики, научный сотр. Центральной научно-исследовательской лаборатории ГОУ ВПО УГМА Росздрава.