

Надеемся, что внедрение этого лечебно-диагностического алгоритма ведения больных с ВДГ позволит нам стандартизировать подходы и улучшить результаты лечения детей с этой тяжелой патологией в нашем регионе.

#### Список литературы

1. Ашкрафт К.У., Холдер Т.М. Детская хирургия (перев. с англ.). СПб, 1999. В 3 т.
2. Детская хирургия. Национальное руководство / под ред. акад. РАМН проф. Ю.Ф. Исакова, проф. А.Ф. Дронова / руководство для врачей. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 1168 с.
3. Лапшин В.И., Разин М.П. Перспективы лечения врожденных диафрагмальных грыж у детей в Кировской области // Актуальные проблемы теоретической, экспериментальной, клинической медицины и фармации. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Тюмень, 2013. С. 133.

#### Сведения об авторах

**Разин Максим Петрович** – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой детской хирургии Кировской ГМА. E-mail: mprazin@yandex.ru.

**Галкин Валерий Николаевич** – к.м.н., доцент кафедры детской хирургии Кировской ГМА.

**Сухих Николай Константинович** – к.м.н., доцент кафедры детской хирургии Кировской ГМА.

**Скобелев Валентин Александрович** – к.м.н., заведующий хирургическим отделением КОДКБ, главный детский хирург департамента здравоохранения Кировской области.

**Батуров Максим Александрович** – ассистент кафедры детской хирургии Кировской ГМА.

УДК 612.8.04

С.А. Татаренко, Б.Н. Бейн

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

*Кировская государственная медицинская академия*

S.A. Tatarenko, B.N. Beyn

## PHYSIOLOGICAL VALUES FINDING OF SPECTRAL HEART RATE VARI- ABILITY ANALYSIS INDICATORS IN THE ASSESSMENT OF VEGETATIVE CENTRAL REGULATION STATE

*Kirov state medical academy*

Выполнено изучение физиологических значений показателей спектрального анализа вариательно-

сти ритма сердца у 62 здоровых пациентов от 20 до 63 лет. По результатам проведенного исследования получены данные, определяющие региональную норму спектра варибельности ритма сердца в возрастном аспекте; установлены особенности вегетативной регуляции в различных возрастных группах пациентов; предложен метод определения нормативных показателей спектрального анализа варибельности ритма сердца в зависимости от возраста пациента.

**Ключевые слова:** варибельность ритма сердца, вегетативная регуляция у здоровых, возрастные изменения вегетативной регуляции.

Achieved study of the physiological values of parameters of spectral analysis of heart rate variability in 62 healthy subjects from 20 to 63 years. According to the results of the study obtained data defining the regional norm spectrum of heart rate variability in the age aspect, the specific features of autonomic regulation in different age groups of patients, a method for determining the standard ratios of spectral analysis of heart rate variability, depending on the patient's age.

**Key words:** heart rate variability, autonomic regulation in healthy, age-related changes in autonomic regulation.

#### Введение

В отношении понятия нормы результатов спектрального анализа варибельности ритма сердца в целом и «возрастной нормы», в частности, однозначного мнения до настоящего времени нет. В общепринятом базовом международном стандарте для проведения исследования варибельности ритма сердца Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standarts of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use, 1996 [5] должны величины представлены лишь по отдельным показателям (общая мощность спектра, мощность спектра колебаний низкой частоты LF, мощность спектра колебаний высокой частоты HF, мощность спектра колебаний низкой частоты LF в нормализованных единицах, мощность спектра колебаний низкой частоты HF в нормализованных единицах, LF/HF) только для фоновой пробы у взрослых лиц в состоянии покоя.

Причина этого связана не только с техническими особенностями аппаратуры и программ анализа, используемых для проведения исследования. Показатели варибельности ритма сердца зависят от генетической предрасположенности, пола исследуемого, режима дыхания, принимаемых медикаментов, длительности записи и других факторов. И, безусловно, необходимым для правильной оценки результатов исследования является учет возраста обследуемого пациента. В то же время спорным и без однозначного ответа остается вопрос о том, можно ли считать снижение показателей варибельности ритма сердца после 40 лет нормой [2]. По результатам исследования Д.И. Жемайтиса с соавт. [1] были предложены ряд тенденций изменений показателей варибельности ритма сердца у пациентов зрелого возраста, но корреляция с возрастом не для всех характеристик спектра варибельности ритма сердца (ВРС) является прямой с необходимостью выделения более узких возрастных подгрупп. В общей сложности, несмотря на хорошую изученность анатомо-физиологических механизмов варибельности ритма сердца, вопрос

о границах возрастных изменений variability ритма сердца остается не уточненным в полной мере. Очевидным является высокий парасимпатический тонус в состоянии покоя у лиц молодого возраста; наиболее высокий уровень общей мощности спектра variability ритма сердца регистрируется в детском и юношеском возрасте, далее она после примерно 30%-ного падения (в 25–30 лет) устанавливается на одном уровне до второй половины зрелого возраста [4]. В ходе возрастных процессов происходит инволюция холин- и адренергических систем сердца, что приводит к ослаблению центральной вегетативной регуляции сердца с уменьшением значений показателей variability ритма сердца. При сопоставлении результатов исследования variability ритма сердца и данных нейростохимических и клинико-функциональных исследований [3] с четвертого десятилетия жизни модуляция сердечного ритма посредством структур нервной системы постепенно заменяется менее специфичным и избирательным гуморальным регулированием. Учитывая индивидуальность показателей ВРС, считается необходимым периодически оценивать их на протяжении жизни пациента, чтобы иметь его личные опорные значения для более полного и точного решения возникающих в отношении него диагностических задач.

Еще одним важным вопросом является определение региональной нормы возрастных групп пациентов Вятского региона.

### Материалы и методы исследования

Соответственно целям нашего исследования проведено разностороннее изучение возрастных аспектов регуляции variability ритма сердца у 62 практически здоровых лиц от 20 до 63 лет. Критериями включения являлись отсутствие диагностированной сердечно-сосудистой патологии, иной соматической и психогенной патологии, могущей оказывать значимое воздействие на результаты исследования. Исследуемые лица были распределены на 3 возрастные группы: 1-я группа – до 25 лет (от 20 лет, 30 обследованных), 2-я группа – 26–40 лет (20 обследованных), 3-я группа – старше 40 лет (12 обследованных). Исследование variability ритма сердца проводилось с использованием комплекса «ВНС-спектр» (ф. «Нейрософт»). Для исследования вегетативного управления кардиоритма использовалась стандартная запись, в положении лежа – фоновая проба и стоя – ортостатическая проба; для вычисления параметров variability ритма сердца и спектральных его компонентов использована программа анализа «Полиспектр». Данные представлены в форме медианы и значений границ верхнего и нижнего квартилей. Компьютерную статистическую обработку полученных результатов проводили на основе пакета программ STATISTICA 6,0 (Statsoft, США). Для проверки гипотезы о различии выборок (групп больших) использован Mann-Whitney U-test. Корреляционные связи оценивались на основе коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r). Статистически достоверными различия считали при  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

Первоначально проводился статистический анализ на выявление значимости воздействия на ВРС основных факторов, о возможном влиянии которых указывали вышепредставленные авторы [1–4], то

есть собственно возраста, пола, роста, веса, производного показателя индекса массы тела (индекс Кетле) обследованных. Однако в нашей популяции обследованных лиц статистически достоверно влияющим фактором оказался только возраст. Одной из возможных причин полученного результата может являться то, что в набор не включались лица с массой тела и ростом, превышающими границы средних. Единичные факты возможной зависимости отдельных показателей ритмограммы и спектрограммы от остальных факторов нами были расценены как случайные статистические совпадения, учитывая большое количество рассматриваемых показателей variability ритма сердца.

По каждой из 3 возрастных групп полученные результаты представлены в таблицах 1–4.

Таблица 1

### Показатели спектрального анализа variability ритма сердца в фоновой записи

Обозначение показателей	1 группа – здоровые пациенты в возрасте до 25 лет	2 группа – здоровые пациенты в возрасте 26–40 лет	3 группа – здоровые пациенты в возрасте старше 40 лет
TP, мс <sup>2</sup> /Гц	2799 (1753÷4956)	3840 (2384÷5781)	1157 (768÷1601) *,#
VLF, мс <sup>2</sup> /Гц	925 (562÷1704)	1328 (777÷2091)	628 (422÷708) *,#
LF, мс <sup>2</sup> /Гц	641 (465÷1711)	1022 (624÷1343)	227 (149÷432) *,#
HF, мс <sup>2</sup> /Гц	1209 (523÷2169)	1030 (571÷1898)	155 (95÷323) *,#
LF/HF	0,716 (0,424÷1,37)	0,95 (0,523÷2,0)	1,455 (0,968÷2,16) *

Обозначение показателей в таблицах 1–5:

TP, мс<sup>2</sup> – общая мощность спектра ВРС.

VLF, мс<sup>2</sup> – мощность спектра колебаний очень низкой частоты ВРС.

LF, мс<sup>2</sup> – мощность спектра колебаний низкой частоты ВРС.

HF, мс<sup>2</sup> – мощность спектра колебаний высокой частоты ВРС.

R-R min, мс – продолжительность минимального кардиоинтервала.

R-R max, мс – продолжительность максимального кардиоинтервала.

RRNN, мс – продолжительность среднего кардиоинтервала.

SDNN, мс – стандартное отклонение величин кардиоинтервалов.

Достоверность различий значений:

\* –  $p < 0,05$  – 3-й группы относительно 1 группы.

# –  $p < 0,05$  – 3-й группы относительно 2 группы.

Таблица 2

### Показатели временного анализа гистограммы ритма сердца в фоновой записи

Обозначение показателей	1 группа – здоровые пациенты в возрасте до 25 лет	2 группа – здоровые пациенты в возрасте 26–40 лет	3 группа – здоровые пациенты в возрасте старше 40 лет
R-R min, мс	720 (655÷755)	718 (643÷770)	820 (698÷873) *

R-R max, мс	1048 (955÷1225)	1083 (978÷1243)	1013 (908÷1078)
RRNN, мс	873 (780÷943)	876 (792÷968)	913 (817÷981)
SDNN, мс	53,5 (41÷66)	60,5 (48,5÷73,5)	33,5 (27,5÷43) *,#

Достоверность различий значений:  
 \* –  $p < 0,05$  – 3-й группы относительно 1 группы.  
 # –  $p < 0,05$  – 3-й группы относительно 2 группы.

Таблица 3

**Показатели спектрального анализа  
 variability ритма сердца в ортостатической  
 пробе**

Обозначение показателей	1 группа – здоровые пациенты в возрасте до 25 лет	2 группа – здоровые пациенты в возрасте 26–40 лет	3 группа – здоровые пациенты в возрасте старше 40 лет
TP, мс <sup>2</sup> /Гц	2869 (1609÷4321)	2557 (1955÷3532)	860 (626÷1480) *,#
VLF, мс <sup>2</sup> /Гц	1097 (654÷1796)	934 (673÷1421)	593 (371÷892) *,#
LF, мс <sup>2</sup> /Гц	1142 (686÷2007)	1322 (852÷1548)	260 (180÷429) *,#
HF, мс <sup>2</sup> /Гц	416,5 (247÷693)	278,5 (142,5÷561)	71,4 (45,2÷107) *,#
LF/HF	2,745 (1,69÷5,55)	3,8 (2,46÷7,56)	3,68 (2,25÷5,72)

Достоверность различий значений:  
 \* –  $p < 0,05$  – 3-й группы относительно 1 группы.  
 # –  $p < 0,05$  – 3-й группы относительно 2 группы.

Таблица 4

**Показатели временного анализа ритма сердца  
 в ортостатической пробе**

Обозначение показателей	1 группа – здоровые пациенты в возрасте до 25 лет	2 группа – здоровые пациенты в возрасте 26–40 лет	3 группа – здоровые пациенты в возрасте старше 40 лет
R-R min, мс	550 (505÷595)	568 (533÷643)	650 (610÷695) *,#
R-R max, мс	860 (770÷940)	868 (805÷943)	833 (803÷878)
RRNN, мс	690 (615÷740)	697 (631÷758)	714 (705÷723)
SDNN, мс	44 (37÷62)	45,5 (37,5÷52)	29 (26÷34,5) *,#

Достоверность различий значений:  
 \* –  $p < 0,05$  – 3-й группы относительно 1 группы.  
 # –  $p < 0,05$  – 3-й группы относительно 2 группы.

В 1-й возрастной группе пациентов в фоновой записи в состоянии покоя лежа определялся высокий уровень общей мощности спектра [TP<sub>1гр фон</sub> = 2799 (1753÷4956) мс<sup>2</sup>/Гц] со значимым преобладанием уровня вегетативной регуляции над гуморально-метаболическими влияниями (%HF+%LF=66%). Баланс отделов вегетативной нервной системы (ВНС) отличается сбалансированным типом регуляции с тенденцией к ваготонии – HF/(HF+LF), составляет 65%.

О значимом преобладании парасимпатического тонуса у здоровых лиц данной возрастной категории также свидетельствовали показатели ритмограммы. При проведении активной ортостатической пробы активируется симпатический канал вегетативного управления с преобладанием как в структуре спектра нейрогуморальной регуляции в целом, так и соотношении собственно вегетативных влияний (LF<sub>1гр орто</sub> = 1142 (686÷2007) мс<sup>2</sup>/Гц, LF/(HF+LF)=73%, %HF+%LF=54%). Редукция мощности спектра быстрых волн является почти трехкратной, уровень спектральной мощности очень медленных волн незначительно повышается. Интерес в 1-й группе здоровых обследованных представляют результаты обследования 9 лиц в возрасте 20–21 год, активно занимавшихся спортом в подростковый период и продолжающих тренировки на текущий момент. При наличии общих тенденций, описанных для данной группы, имеются некоторые особенности. Это более высокие абсолютные значения общей мощности спектра (M TP фон = 8164 мс<sup>2</sup>/Гц, M TP орто = 5652 мс<sup>2</sup>/Гц) и составляющих ее компонентов, со значимо большим, чем у остальных обследованных, преобладанием в структуре спектра нейро-вегетативного компонента регуляции над гуморально-метаболическим – в состоянии покоя %HF+%LF=81%, при активной ортостатической пробе %HF+%LF=64%. Такой паттерн вегетативного управления указывает на более высокую степень готовности к стремительному реагированию на быстро изменяющиеся условия деятельности с требованием адекватного реагирования на них сердечно-сосудистой системы. В состоянии покоя данные особенности вегетативного управления, по-видимому, обеспечивают более быстрое восстановление кардиоваскулярной системы после экстремальных для организма режимов его деятельности.

Во 2-й возрастной группе, несмотря на незначительность отличий (с отсутствием статистически достоверных различий по значениям показателей variability ритма сердца) от данных 1-й возрастной группы, определялось формирование ряда сдвигов вегетативного управления, которые станут существенными у лиц старше 40 лет. Медиана общей мощности спектра в состоянии покоя несколько даже повышается по отношению к значениям предыдущей группы [TP<sub>2гр фон</sub> = 3840 (2384÷5781) мс<sup>2</sup>/Гц vs TP<sub>1гр фон</sub> = 2799 (1753÷4956) мс<sup>2</sup>/Гц], однако это происходит за счет роста спектральной мощности очень медленных и медленных волн на фоне уменьшения показателя мощности быстрых волн. Превышение уровня нейро-вегетативного управления над гуморально-метаболическими влияниями (%HF+%LF) сокращается до 54%; в балансе отделов ВНС при сбалансированности типа регуляции уровень преобладания парасимпатических влияний становится минимальным, составляя 51%. При этом при анализе данных, полученных при проведении активной ортостатической пробы, можно отметить практически идентичность значений как абсолютных, так и относительных показателей (за исключением небольшого снижения мощности спектра быстрых волн). В структуре спектра нейрогуморальной регуляции преобладают нейро-вегетативные влияния над гуморально-метаболическими (%HF+%LF=62%, LF/(HF+LF)=82%).

**Формулы расчета (уравнения регрессии)  
нормативных средних показателей  
спектрального анализа вариабельности ритма  
сердца в зависимости от возраста обследуемых  
(старше 18 лет)**

Обозначение показателей	Фоновая запись в состоянии покоя – лежа ( $y=a \times x^b$ )	Ортостатическая проба ( $y=a \times x^b$ )
TP, мс <sup>2</sup> /Гц	$y = 81674x^{-1,0401}$	$y = 135324x^{-1,2562}$
VLF, мс <sup>2</sup> /Гц	$y = 2767,4x^{-0,3358}$	$y = 13848x^{-0,8298}$
LF, мс <sup>2</sup> /Гц	$y = 40360x^{-1,2411}$	$y = 160619x^{-1,5927}$
HF, мс <sup>2</sup> /Гц	$y = 364910x^{-1,8899}$	$y = 118025x^{-1,8713}$

\*  $x$  – конкретный возраст пациента,  $y$  – искомое значение показателя,  $a$  и  $b$  – коэффициенты.

### Выводы

1. По результатам проведенного исследования получены данные, определяющие региональную норму спектра вариабельности ритма сердца в возрастном аспекте.

2. Не подтверждено статистической зависимости значений показателей ВРС от роста и веса. У здоровых лиц в состоянии покоя в вегетативной регуляции ритма сердца характерно доминирование нейровегетативного канала над гуморально-метаболическими влияниями, среди вегетативных влияний в структуре спектральной мощности преобладают регуляторные воздействия парасимпатического отдела. В ортостатической пробе адекватное вегетативное обеспечение деятельности определяется координированным снижением парасимпатических воздействий при одновременном возрастании спектральной мощности медленных колебаний, отражающей активацию симпато-адреналовой системы.

3. В процессе физиологических возрастных изменений отмечается постепенное снижение показателей спектральной мощности. При максимальном уровне значений спектральной мощности в молодом возрасте (с должным преобладанием в состоянии покоя – лежа уровня парасимпатических влияний, и симпатических в ортостатической пробе) в зрелом возрасте происходит неуклонное снижение мощностных показателей нейровегетативного компонента управления с развитием постепенного доминирования зоны спектральной мощности очень медленных волн. Такие изменения отражают снижение с возрастом адаптационных возможностей, индивидуальной устойчивости здорового организма к физическим нагрузкам, стрессогенным влияниям, способности быстрого адекватного ответа со стороны центральных вегетативных структур при инволюционных изменениях внутренних органов. В структуре вегетативных влияний раньше и в большей степени происходит физиологическое снижение уровня парасимпатических координирующих воздействий.

### Список литературы

1. Жемайтите Д., Кепеженас А., Мартинкенас А., Подлипските А., Варонецкас Г.Ж. Зависимость характеристик сердечного ритма и кровотока

В 3-й возрастной группе, старше 40 лет, происходят значительные перестройки характера вегетативного управления, статистически значимые относительно 1-й и 2-й групп обследованных лиц. В фоновой записи определяется более низкий уровень общей мощности спектра [ $TP_{зтр\ фон} = 1157 (768 \div 1601)$  мс<sup>2</sup>/Гц] за счет снижения, главным образом, мощности спектра быстрых и медленных волн. В структуре спектра начинают доминировать гуморально-метаболические влияния (%HF+%LF=34%) при низком уровне парасимпатических влияний при оценке баланса нейро-вегетативного управления – HF/(HF+LF)=41%. В ортостатической пробе сохраняются те же тенденции с уменьшением общей мощности спектра и составляющих ее компонентов, хотя преобладание гуморально-метаболических воздействий выражено в меньшей степени (%HF+%LF=40%). В соотношении отделов вегетативной нервной системы сохраняется должная активация симпатических влияний (LF/(HF+LF)=78%). Таким образом, у здоровых лиц старше 40 лет происходят процессы преобразования характера вегетативного управления с утратой доминирующего влияния нейро-вегетативного управления с возрастанием значимости медленного гуморально-метаболического уровня регуляции деятельности кардиоваскулярной системы.

При максимальном уровне значений спектральной мощности в возрастных интервалах, соответствующих молодому возрасту (с должным преобладанием в состоянии покоя в фоновой записи уровня парасимпатических влияний и симпатических в ортостатической пробе), в зрелом возрасте происходит неуклонное снижение мощностных показателей вегетативного компонента управления с развитием постепенного доминирования зоны спектральной мощности очень медленных волн. Такие изменения отражают снижение с возрастом адаптационных возможностей, индивидуальной устойчивости здорового организма к физическим нагрузкам, стрессогенным влияниям, способности быстрого адекватного ответа со стороны центральных вегетативных структур при органических заболеваниях внутренних органов. В структуре вегетативных влияний раньше и в большей степени происходит физиологическое снижение уровня парасимпатических координирующих воздействий.

Для целей дальнейшего практического использования нами рассчитаны уравнения регрессии, представленные в таблице 5. Регрессионный анализ проводился на основе алгоритма аппроксимации данных по методу наименьших квадратов с базовым уравнением вида  $y = a \times x^b$ , где  $x$  – возраст пациента,  $a$  и  $b$  – коэффициенты. Для каждой составляющей спектрального анализа были определены соответствующие коэффициенты. Представленные формулы расчета дают возможность применять опорные значения показателей для искомого возраста. Например, для пациента в возрасте 40 лет нормативные значения по предложенным формулам расчета составят: фоновая запись в состоянии покоя – TP=1761 мс<sup>2</sup>/Гц, VLF=802 мс<sup>2</sup>/Гц, LF=415 мс<sup>2</sup>/Гц, HF=342 мс<sup>2</sup>/Гц; ортостатическая проба – TP=1315 мс<sup>2</sup>/Гц, VLF=649 мс<sup>2</sup>/Гц, LF=451 мс<sup>2</sup>/Гц, HF=119 мс<sup>2</sup>/Гц. Значения, получаемые по данным формулам, проверялись по результатам исследования контрольной выборки здоровых лиц и приняты в нашей практической лечебной работе в качестве ориентировочных возрастных нормативов.

от возраста у здоровых больных заболеваниями сердечно-сосудистой системы // Физиология человека. 1998. № 6. С. 56–65.

2. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Изд. второе, переработанное и дополненное. Иваново: Ивановская ГМА, 2002. 202 с.

3. Ходырев Г.Н., Хлыбова С.В., Циркин В.И., Дмитриева С.Л. Методические аспекты анализа временных и спектральных показателей вариабельности сердечного ритма (обзор литературы) // Вятский медицинский вестник, 2011, № 3–4, с. 60–70.

4. Швалев В.Н., Тарский Н.А. Феномен ранней возрастной инволюции симпатического отдела вегетативной нервной системы // Кардіологія. 2001. № 2. С.10–14.

5. Яблучанский Н.И., Мартыненко А.В. Вариабельность сердечного ритма. В помощь практическому врачу. Харьков: КНУ, 2010. 131 с.

6. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology Heart variability: standards measurement, physiological interpretation and clinical use. // Circulation, 1996, № 5, 1043–1065.

#### Сведения об авторах

**Татаренко Сергей Александрович** – к.м.н., ассистент кафедры неврологии и нейрохирургии Кировской ГМА, e-mail: 2sergiusz@rambler.ru.

**Бейн Борис Николаевич** – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой неврологии и нейрохирургии Кировской ГМА, e-mail: beyn@rambler.ru.