

# ФИЗИОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

**Вегетативная нервная система:** - это автономная нервная система, которая является

частью нервной системы. **ВНС** принадлежит регулирующая деятельность органов крово-

обращения, дыхания, пищеварения, выделения, размножения, а также обмен веществ

и рост. **ВНС** играет ведущую роль в поддержании постоянства внутренней среды

организма и в приспособительных, адаптивных реакциях человеческого организма. Анатомически и функционально вегетативную нервную систему разделяют на

симпатическую (**СНС**) и парасимпатическую (**ПНС**). Симпатическая и парасимпатические «Вегетативная нервная система» введен исходя из того, что эта часть нервной

находятся под контролем гипоталамических центров мозга, а также коры больших полушарий головного мозга, которая посредством вегетативной нервной системы

регулирует большую часть всех жизненно важных органов и систем.

Большинство внутренних органов имеют двойную иннервацию (**СНС** и **ПНС**). Большинство внутренних органов имеют двойную иннервацию (**СНС** и **ПНС**). Некоторые

органы, такие как сосуды, потовые железы, мозговой слой надпочечников, действия и обеспечивает поддержание функций жизненно важных процессов в

под контролем только симпатической нервной системы. Симпатическая и парасимпатическая

отделы нервной системы на большинство органов оказывают

противополож-

Вегетативной нервной системе принадлежит ведущая роль в осуществлении приспособительных реакций организма при охлаждении, кровопотере, интенсивной мышечной

- работе, эмоциональном напряжении и других факторах влияния внешней и внутренней среды. Характеризуется возбуждением органа, функционирующего не всё время (например, секреция потовых желез).
  - Корректирующее (направляющее), что проявляется в усилении или ослаблении деятельности органа, обладающего автоматизмом (работа сердца, перистальтика кишечника);
  - Адаптационно - трофическое, заключающееся в регуляции обмена веществ.
- спинном мозге:
- В среднем мозге находятся мезэнцефальные центры парасимпатического отдела вегетативной нервной системы; вегетативные волокна: от них идут в составе глазодвигательного нерва.
  - В продолговатом мозге расположены бульбарные центры парасимпатического отдела нервной системы. Эфферентные волокна: от них проходят в составе лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов.

- В крестцовых сегментах спинного мозга находятся сакральные центры парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, от которых волокна идут в составе блуждающих нервов.

Таким образом, центры вегетативной нервной системы расположены в четырёх отделах центральной нервной системы (ЦНС). Ядра, находящиеся в мезэнцефальном, бульбарном и сакральном отделах образуют «парасимпатическую» часть вегетативной системы, а находящиеся в тораколюмбальном отделе – ее «симпатическую» часть.

### ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА

Ритм сердца определяется способностью специализированных клеток проводящей системы, а находящиеся в тораколюмбальном отделе – ее «симпатическую» часть.

Мы сердца спонтанно активироваться - это так называемое свойство сердечного автомата-

тизма. Регуляция сердечного ритма в физиологических условиях является результатом

ритмической активности модулирующих действующих на сердце (САА ритма) оказывающего вегетативная влия-

нервная система. При этом симпатический отдел стимулирует деятельность сердца, а рефлекторных воз-

парасимпатический - угнетает ее. Центральный нервная система контролирует относи-

тельные уровни активности симпатического и парасимпатического отделов обычно по



Повышение симпатической активности вызывает увеличение **ЧСС**. Норадреналин (**НА**),

освобождающийся из симпатических нервных окончаний, повышает частоту спонтанных

возбуждений автоматических клеток **СА** - узла. При стимуляции сердечных симпатичес-

ких нервов **ЧСС** увеличивается в 1,5-2 раза. При этом период систолы составляет 1/3 от периода диастолы.

Уста-

новившись на уровне **ЧСС** достигает 100 ударов в минуту. Таким образом

симпатическая

система регуляции кровообращения является медленной системой регуляции.

Выброс крови из сердца и пульсация сосудов зависят от дыхания. На вдохе венно и волны, обусловленные колебаниями симпатической системы, называются систолический объем выброса из левого желудочка и увеличивается приток крови к ными (низкочастотными) волнами (**LF** - low frequency).

цу. Это сопровождается увеличением присасывающей волны крови из периферии.

Таким

образом, в пульсовом движении крови возникает дополнительная волна -

Самой медленной системой регуляции кровообращения является гуморально-механический контакт дыханию (с частотой меньшей, чем частота пульса) меняется высота

ческая система. Она связана с активностью циркулирующих гормонов в крови, так и волны крови. Так парасимпатическая система оказывает модулирующее активных веществ в самой ткани (тканевые гормоны). Ее регулирующее влияние

диапазону частот менее 0.04 Гц - так называемые очень медленные  
(низкочастотные)

Ритм сердца является реакцией организма на различные раздражения внешней и  
внут-  
ренней среды. **ЧСС** определяется многочисленными регуляторными механизмами.

По-

пытка выделить и количественно оценить влияние на ритм сердца каждого из  
звеньев

(центрального, вегетативного, гуморального, рефлекторного) и дать на этой основе  
оцен-

ку адаптационных резервов организма, дифференциально-диагностических

Методика записи кардиоритмограммы: существовавшая до последнего  
критериев  
времени проб-  
сердечно-сосудистой патологии, оценить прогноз заболевания, выработать  
лема отсутствия стандартов измерения **ВСР** была решена рекомендациями  
рекоменда-

ции по подбору оптимальной терапии с последующим контролем за проводимым  
Группы Европейского Общества Кардиологов и Северо-Американского Общества

стиму-

нием и является целью исследования вариабельности ритма сердца.  
Для записи кардиоритмограммы (КРБ) подходит запись любого иррегулярного ритма  
практичес-

кого применения в 1996 г. Поэтому дальнейшие рекомендации по методике записи  
кардиоритмограммы будут приведены с учетом этих стандартов.

измерения R-R интервалов при использовании **ЭКГ** – сигналов оказывается  
значительно

**Продолжительность записи:** составляет как правило, 5 минут (300 секунд).

Однако при

обследовании пациентов с частотой сердечных сокращений, отличающейся от средней

(60-80 в 1 мин), целесообразно установить продолжительность записи не по времени, а

по количеству регистрируемых кардиоциклов (комплексов **PQRS**). Рекомендуемое число

записи - от 300 до 500 кардиоциклов. При нарушениях ритма лучше использовать про-

**Условия записи:** продолжительность записи не менее 10 минут (600 секунд). При повторных записях

к регистрации **KPG** приступают не ранее чем через 2 часа после

проведения функциональных проб. Следует записывать одинаковое количество кардио-

циклов. Данное требование объясняется тем, что для анализа **KPG** применяются

методы

лечения с учетом срока введения лекарств из организма. Непосредственно перед

Запись **ЭКГ** производится в положении лежа на спине, при спокойном дыхании. запись **KPG** необходим период адаптации к условиям исследования в течение 5 - 10

Обста-

новка во время исследования должна быть приближена к естественным, иногда больше, по решению врача. Если адаптация оказалась недостаточной, из

изучении динамики патологического процесса тестирование проводится в одно и исключается искаженный участок, либо анализ не проводится вообще.

натошак, после достаточного сна. Необходимо устранить все помехи, приводящие

к

эмоциональному возбуждению, не следует разговаривать с исследуемым и посторонними,

исключить телефонные звонки и появление в кабинете других лиц, включая медработников.

В период регистрации **КРГ** пациент должен дышать, не делая глубоких вдохов, не кашлять, не сглатывать слюну. После физической нагрузки пациенту следует (так называемые фоновые пробы) обычно принято записывать в основных отведениях в состоянии покоя.

Поскольку для анализа ритма достаточно всего одного **ЭКГ**-отведения, то большинства пациентов. При этом нет необходимости накладывать электроды в сохранение грудных отведений. Принято выбирать отведение с максимальной амплитудой R-пика и минимальным уровнем артефактов.

Это обеспечивает высокую точность измерения R-R интервалов и достоверность определения параметров **ВСР**. Обычно это II стандартное отведение, но можно выбрать и другое, с большей амплитудой R - пиков. Выбранное для анализа **ЭКГ**-отведение

мониторной **ЭКГ** производится только в одном выбранном отведении. Принято выбирать отведение с максимальной амплитудой R-пика и минимальным уровнем артефактов. Это обеспечивает высокую точность измерения R-R интервалов и достоверность определения параметров **ВСР**. Обычно это II стандартное отведение, но можно выбрать и другое, с большей амплитудой R - пиков. Выбранное для анализа **ЭКГ**-отведение



В окне просмотра **ЭКГ** выбирают нужное для мониторингирования отведение. В нашем

примере это **II** стандартное отведение.

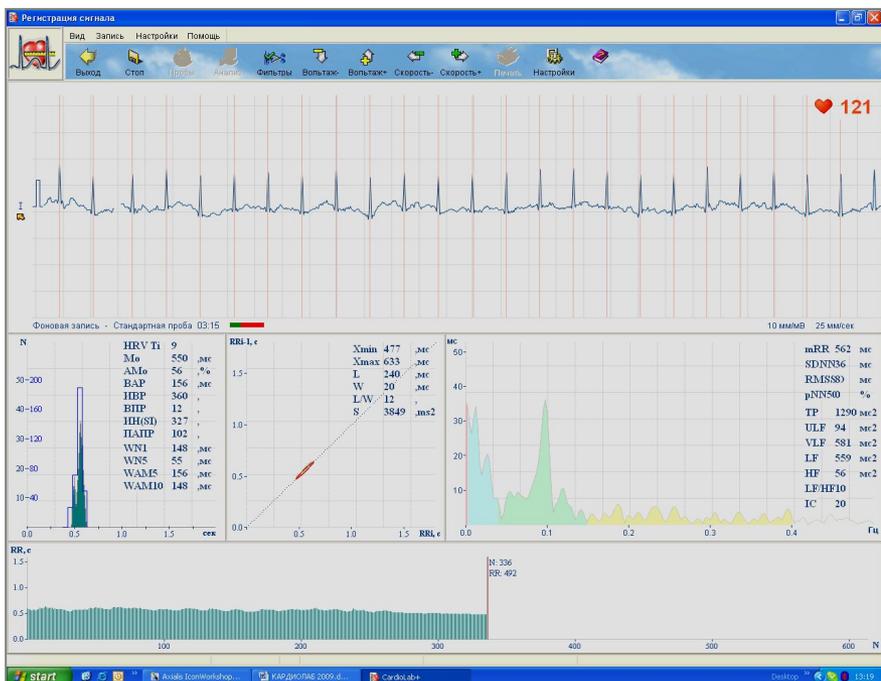
В верхней части окна записи отображается регистрируемая **ЭКГ** и текущая **ЧСС**. С помо-

щью кнопок управления можно выбрать удобные масштабы отображения **ЭКГ**-сиг-

нала (по амплитуде и скорости развертки).

В этом же окне отображается текущее время записи.

В нижней части окна записи в реальном масштабе времени рассчитываются статистические и спектральные характеристики регистрируемой записи, а также



## Оценка качества записи

### электрокардиограммы:

Обратите внимание на наличие помех, обусловленных мышечным тремором, плохим контактом электродов с кожей, беспокойным поведением обследуемого и другими причинами. При выявлении артефактов и эктопических сокращений более 5-10% целесообразно ограничиться анализом гистограммы и скаттерграммы.

После сохранения мониторной **ЭКГ** необходимо внимательно просмотреть запись, установить водитель ритма (определить источник возбуждения и ход возбуждения, т.е. установить отношение зубцов **P** к желудочковым комплексам **QRS**). Синусовый ритм характеризуется наличием положительных зубцов **P**. За зубцом **P** должен следовать комплекс **QRS** с постоянным интервалом **P-R (Q)**, равным или

превышающим 0.12 с (у взрослых), за исключением случаев преждевременного возбуждения

Отметим, что большое количество эктопических сокращений, как правило, желудочков, когда он короче. Форма зубца **P** должна быть одинакова во всех свидетел-  
сердечных  
ствует о наличии у пациента синдрома слабости синусового узла. При этом циклах при нормальной ширине (до 0.12 с) всех зубцов **P**.  
результаты ста-

тистического и спектрального анализа **ВСР** нужно воспринимать с большой осторожностью. В этих ситуациях зачастую результаты анализа **ВСР** считаются некорректными.

## Основные методики анализа ВРС

В настоящее время существует довольно большое количество визуальных и количествен-

ных методик анализа ВРС. Их можно сгруппировать следующим образом:

### Методы временного анализа (Time domain methods).

- А. Статистические методы;
- Б. Геометрические методы.

### Анализ волновой структуры ритма сердца (частотный анализ, frequency domain methods):

А. Оценка ритмограммы:

- визуально-логический анализ с выделением 6 классов ритмограмм по Д.И. Жемайтите (модификация методики - 4 класса РГ по Е.А. Березному);
- анализ структуры мощности волн (HF%, LF%, VLF%).

Б. Спектральный анализ.

### Нелинейные методы анализа ВРС:

А. Показатели скаттерграммы (корреляционной ритмограммы);

Б. Методы анализа нелинейных хаотических колебаний кардиоритма (детерминированный хаос, энтропия сердечного ритма и другие).

### Вариационная пульсометрия по Р.М. Баевскому, включающая:

- оценку показателей одномерного распределения;
- оценку показателей двумерного распределения;

## I. Методы временного анализа

Временные методы заключаются в измерении продолжительности последовательных

интервалов R-R между нормальными сокращениями и используют классические

### A. Статистические

статис-

методы основываются на статистическом анализе изменений длительности

последова-

тельных интервалов R-R между нормальными синусовыми кардиоциклами с вычислением различных коэффициентов. Интервалы R-R между комплексами QRS нормальных кардиоциклов принято называть интервалами NN (normal-normal). При временном анализе

ритмограммы обычно оцениваются два типа величин: длительность интервалов NN и

разность длительности соседних интервалов NN.

При анализе ВРС на коротком (5-10 мин.) участке записи ритмограммы используются

следующие характеристики:

**RRNN** - средняя длительность интервалов R-R и обратная величина этого показателя -

средняя **ЧСС**. Показатель **RRNN** отражает конечный результат многочисленных регулятор-

ных влияний на синусовый ритм сложившегося баланса между парасимпатическим и

**SDNN** является интегральным показателем, характеризующим **ВРС** в целом и зависит от влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отдела вегетативной системы. Увеличение или уменьшение этого показателя свидетельствует о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания одного из отделов вегетативной системы, что, однако, не позволяет достоверно судить о влиянии на **ВРС** каждого из них в отдельности. Кроме того, необходимо принимать во внимание, что величина **SDNN** зависит от длительности анализируемого сегмента **ЭКГ** (имеет тенденцию возрастать при увеличении времени записи);

**SDNN/RRNNx100%** - «коэффициент вариации» (**CV**). По физиологическому смыслу этот показатель не отличается от **SDNN**, но при анализе **ВРС** позволяет учитывать влияние **ЧСС**;

**RMSSD** (the square root of the mean squared differences of successive **NN** interval) – квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов **NN**;

**NN50** (мс) - количество пар соседних интервалов **NN**, различающихся более чем на 50 мс

мер, при проведении функциональных проб, регистрируется существенное увеличение

**RMSSD** и **pNN50%** без значительного роста **SDNN**. Причина в том, что первые два показателя

отражают преимущественно кратковременную смену частоты ритма, зависящую от

напряжения парасимпатического отдела нервной системы, а на значение **SDNN** влияет разница между максимальной и минимальной частотой сердечных сокращений.

#### **Б. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ:**

Под геометрическими методами анализа **ВРС** подразумевается построение и анализ гис-

тограмм. В гистограмме распределения **R-R** интервалов высота каждого столбика соответствует

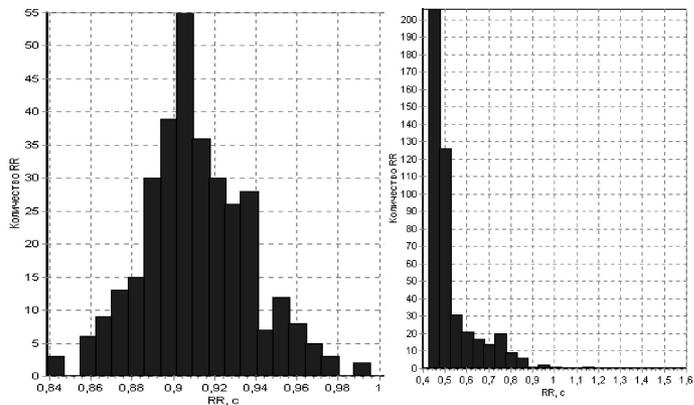
количеству **R-R** интервалов, попавших во временной диапазон, соответствующий

положению рассматриваемого столбика на временной шкале. Иногда изображение

ступенчатой гистограммы заменяется изображением сглаживающей ее плавной линии.

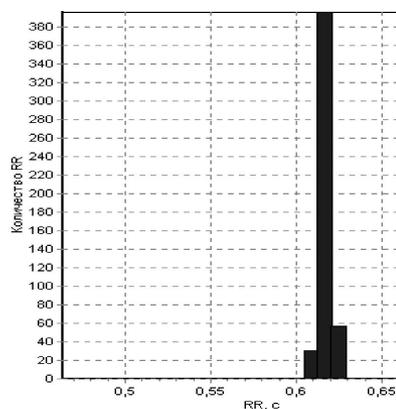
Форма гистограммы (количество столбцов) зависит от ширины разряда, иначе говоря от

того временного диапазона, на которое разбивается основание гистограммы. Ширина разряда выбирается либо фиксированно (0.05 с при объеме выборки около 100

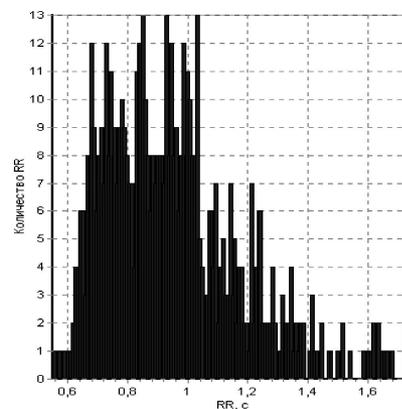


1

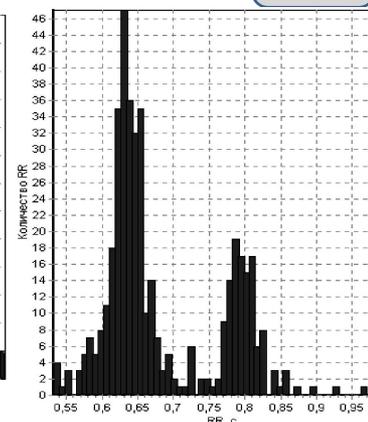
2



3



4



5

1. **Нормальная гистограмма.** В состоянии покоя у здорового человека распределение величин интервалов R-R близко к нормальному распределению.
2. **Асимметричная гистограмма.** Асимметрия обычно наблюдается при переходных состояниях ритма и указывает на нарушение стационарности процесса.
3. **Экссессивная гистограмма.** Характеризуется очень узким основанием и заостренной вершиной и регистрируется при стрессе и патологических состояниях.
4. **Амодальная гистограмма.** При амодальном распределении все настолько хаотично, что невозможно выделить моду, т.е. наиболее вероятное или доминирующее значение длительности интервала R-R. Подобная гистограмма характерна для фибрилляции

## II. Анализ волновой структуры ритма сердца

### A. Оценка ритмокардиограммы:

#### Визуально-логический анализ с выделением 6 классов ритмограмм по Д.И.

#### Жемайтите

#### или 4 классов по Е.А. Березному (1997):

Ритмокардиограмма - это графическое изображение последовательного

временного ря-

да кардиоинтервалов в виде отрезков прямой линии, эквивалентных по длине продолжи-

тельности пауз между сокращениями сердца. Каждый из отрезков начинается на оси абс-

цисс, на которой откладывается число интервалов ( $n$ ), и продолжается вверх параллельно

оси ординат со шкалой времени в секундах.

В норме верхний край **КРГ** - неровный, соответственно постоянно меняющейся длине ин-

тервалов R-R. Рисунок этой неровности формируется тремя видами волн различной час-

тотной характеристики: высокочастотными колебаниями (**HF**), низкочастотными колеба-

ниями (**LF**) и колебаниями очень низкой частоты (**VLF**). Все три вида колебаний различ-

ны визуально, а потому основу метода ритмограммы составляет визуально-

Приведя указанную классификацию в соответствии с принятой градацией диапазонов

частот, предлагаем следующую градацию ритмограмм:

**1 класс: РГ-1** - наличие существенных периодических изменений ритма с частотой 0.15-

0.40 Гц (период 2.5-6.7 с) - так называемые дыхательные (высокочастотные или быст-

рые) волны (HF), соответствующие синусовой дыхательной аритмии с относительными

регулярными периодическими волнами;

**2 класс: РГ-2** - то же, но при выраженной нерегулярности периодических волн;

**3 класс: РГ-3** - слабо выраженные быстрые волны и наличие волн с частотой от 0.04 до

0.15 Гц (период 6.6-25 с) - низкочастотные колебания (LF) с относительным постоянством

волн;

**4 класс: РГ-4** - то же, но с выраженной нерегулярностью волн;

**5 класс: РГ-5** -отсутствие вышеописанной периодики и наличие волн большого периода

(более 25 с), т.е. очень низкочастотные колебания (VLF);

**6 класс: РГ-6** - стабильный или ригидный ритм - отсутствие волновой структуры.

на такой ритмограмме нет; средние значения межсистолических интервалов - от 1.4 до

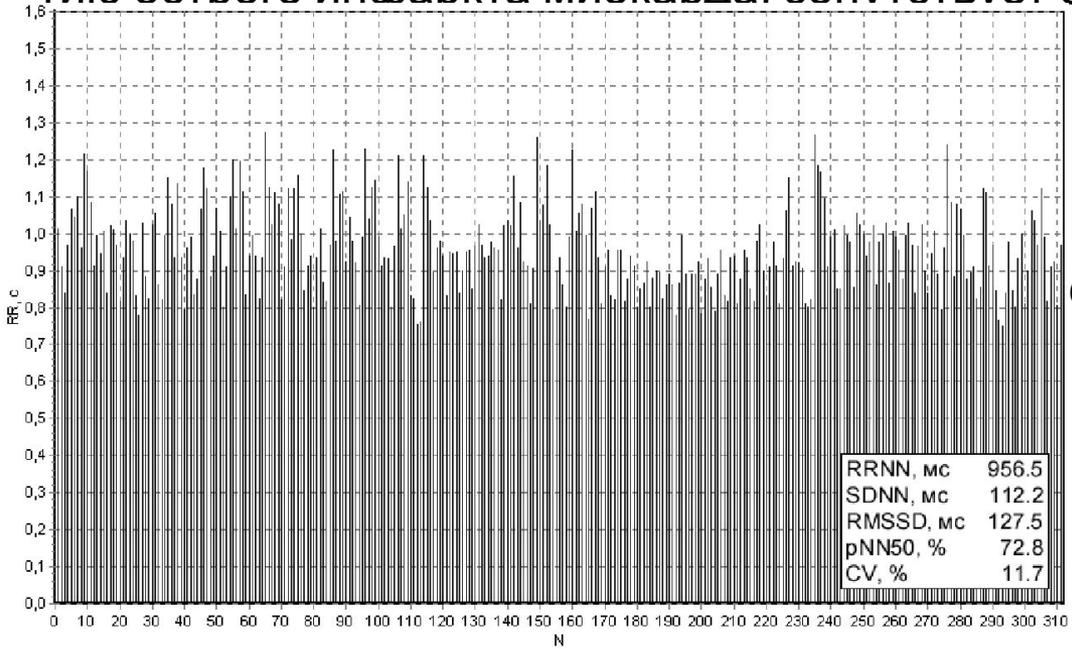
1.5 с, что соответствует брадикардии в 40-50 ударов в 1 минуту.

**2-й класс** - наиболее часто встречающийся вариант нормы у практически здоровых молодых лиц. На ритмограмме заметны хорошо выраженные волны **СР**, среди которых можно выделить 3 вида - высокочастотные парасимпатические волны (**HF**), среднечастотные симпатические волны (**LF**) и волны очень низкой частоты (**VLF**), обусловленные гуморально-метаболическими и центральными эрготропными влияниями. Рефлекторное симпатическое-парасимпатическое воздействие на **СР** преобладает над гуморально-метаболическими влияниями.

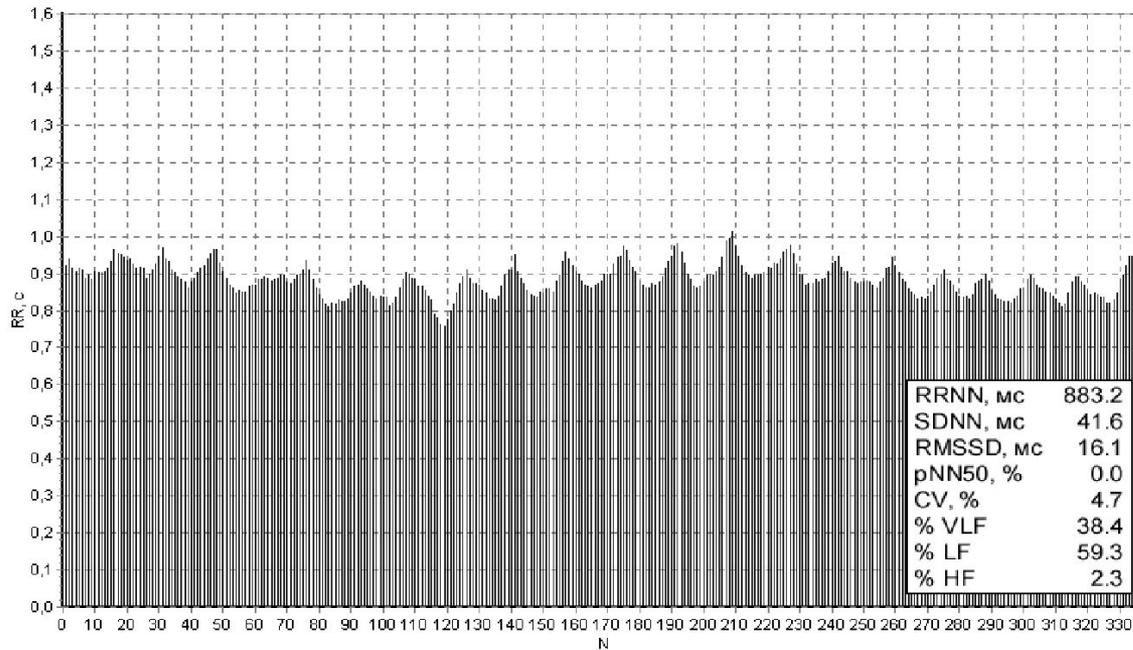
**3-й класс** - это вариант патологических изменений регуляции **СР**, так как преобладают волны **LF**, отражая увеличившееся симпатическое воздействие. Обычно такой ритмограмме в покое сопутствуют изменения сосудистого тонуса.

**4-й класс** - также показывает выраженное преобладание симпатического влияния на

**6-й класс** - демонстрирует крайний вариант срыва вегетативной регуляции **СР**, резко стабильный синусовый ритм на фоне тахикардии («ригидный» ритм). Функциональные возможности сердца резко снижены, у пациента одышка при небольшой физической нагрузке. Высокий риск летального исхода. У больных **ИБС** 6-й класс предшествует развитию острого инфаркта миокарда. сопутствует ему в остром периоде, но может



**РБ 1-го класса** и **двигательности** существенных **стар (Б.А. Березной, Б.А. Губина 1997):** час-тотой 0.15-0.40 Гц (периодом 2.5-6.7 с) **высококачественные волны (HF);**



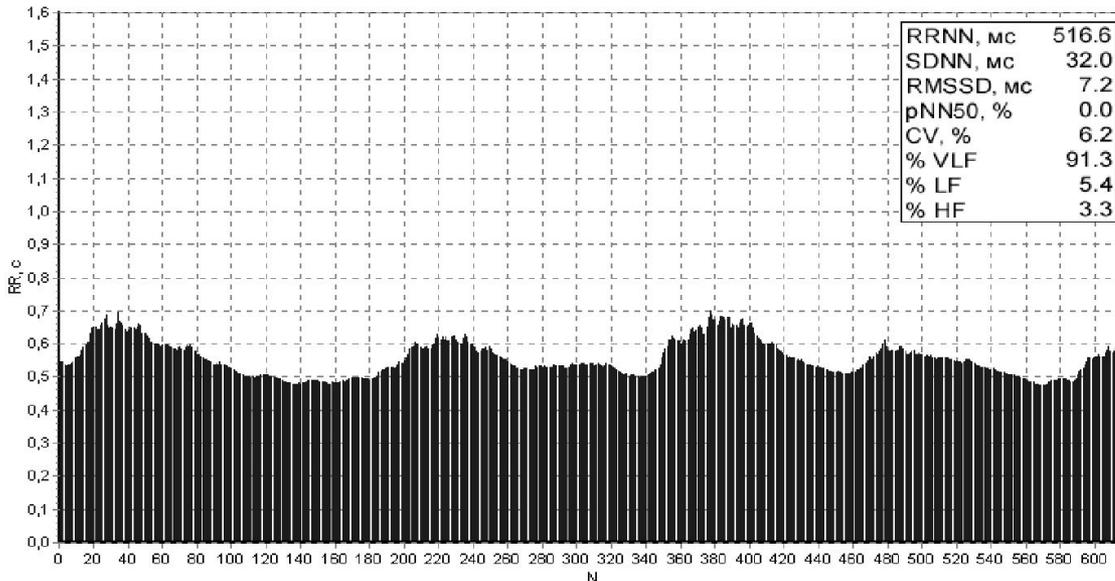
**РГ 2-го класса** - слабо

выраженные

дыхательные волны и наличие волн

с частотой от 0.04 до 0.15 Гц (с периодом 6.6-25 с) –

низкочастотные колебания (LF);

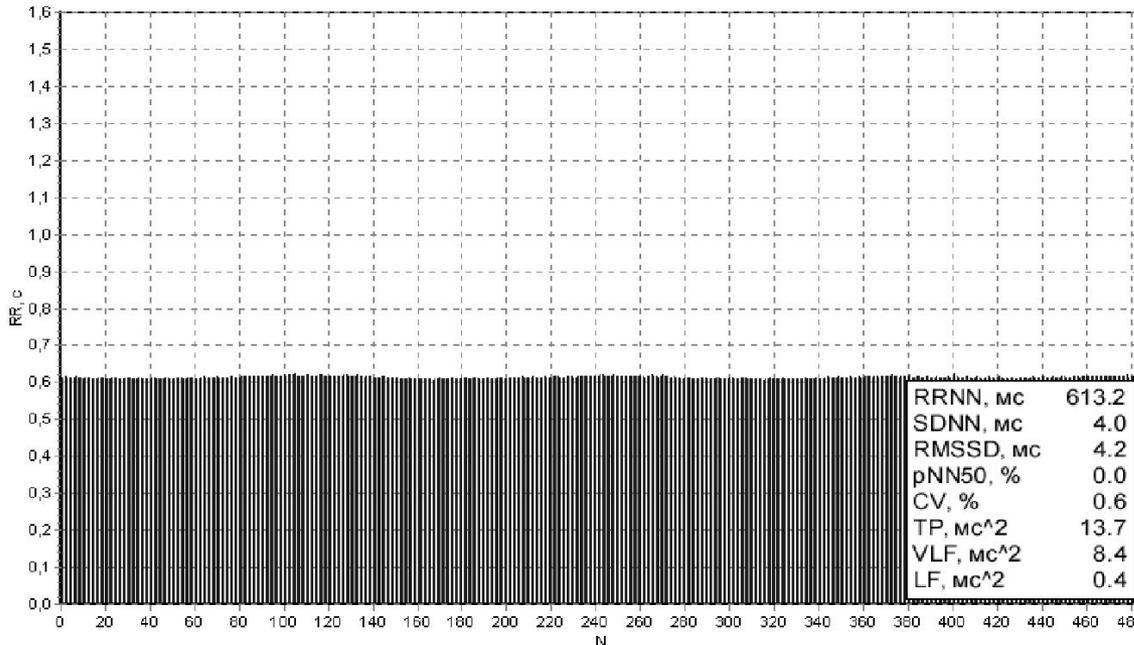


**РГ 3-го класса** - отсутствие

выше-

описанной периодики и наличие волн большого периода (более 25 с) - колебания очень низкой

частоты (VLF);



**РГ 4-го класса** - стабильный или ригидный ритм, отсутствие волновой структуры.

## Б. Спектральный (частотный) анализ (Frequency domain measurements, power spectral analysis)

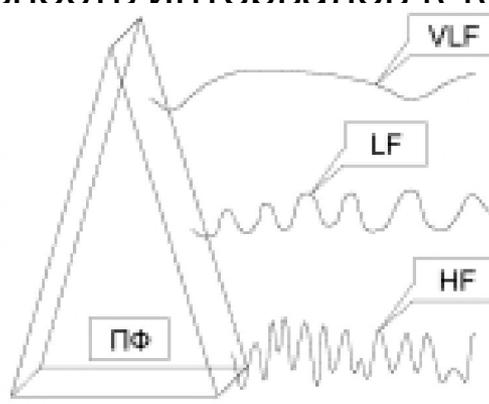
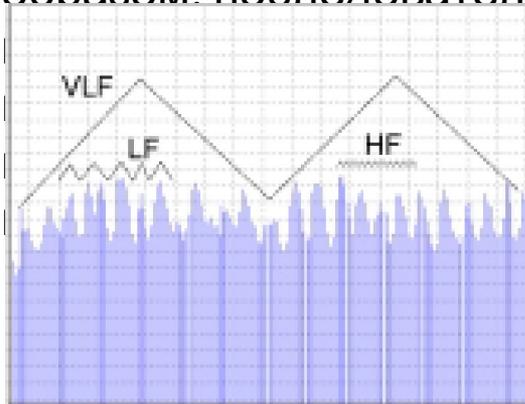
Спектральный анализ подразумевает способ разбиения какой-либо исходной кривой на набор кривых, каждая из которых находится в своем частотном диапазоне. Иначе говоря, спектральный анализ **ВРС** позволяет обнаружить периодические составляющие в колебаниях сердечного ритма и оценить количественно их вклад в динамику ритма. Схематично процесс формирования спектрограммы можно представить следующим образом: изме-

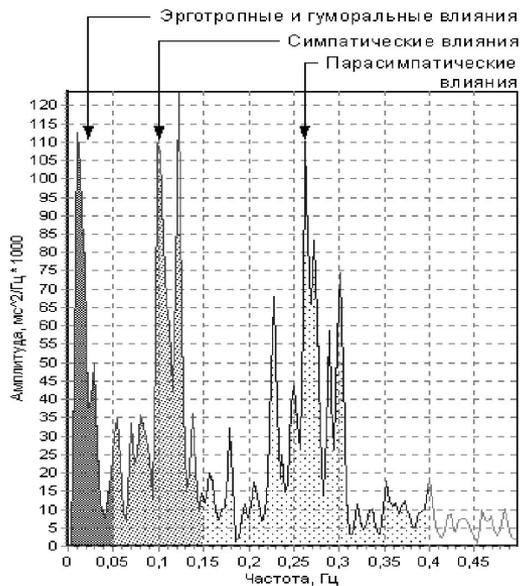
Полученная кривая называется функцией вариации ритма. Данная кривая раскладывается на составляющие подобно тому, как солнечный свет, проходя через призму, расщепляется на разнородные спектры. Таким математическим методом является преобразование Фурье, которое дает возможность получить спектры изменчивости интервалов R-R. Таким образом, последовательность интервалов R-R преобразуется в спектр мощности.

Наиболее часто оценивается

площадь последовательности частот (Гц), под кривой спектра, соответствующая некоторому диапазону частот - мощность (в  $\text{мс}^2$ ) в пределах

определенного частотного диапазона. В норме у человека в спектре ритма сердца присутствуют три основных спектральных составляющих, или пика см. рисунок на





При спектральном анализе парасимпатическая и симпатическая активность может быть оценена за короткие промежутки времени (2-5 минут). С одной стороны, это позволяет изучить влияние на вариабельность ритма сердца различных короткодействующих факторов или

Как и любой другой метод, он имеет следующие ограничения:

- из анализируемого ритма должны быть исключены все патологические ритмы, эктопические ритмы, иначе говоря, анализу подлежат только нормальные интервалы условий
- не следует анализировать кардиограммы, содержащие более 5-10% эктопических сокращений;
- нецелесообразно анализировать кривые при смещении водителя ритма (нижнепредсердный ритм, узловой ритм);
- анализу подлежат только стационарные процессы, следует исключить из анализа «переходные» периоды (например, первые одну-две минуты после перехода в положение «стоя» при ортостатической пробе, первые пять-семь минут после проведения проб

При спектральном анализе принято определять следующие параметры:

1. **Высокочастотные колебания (ВЧ или HF - high frequency)** - это колебания **ЧСС** при частоте 0.15-0.40 Гц. Мощность в этом диапазоне, в основном, связана с дыхательными движениями и отражает вагусный контроль сердечного ритма (колебания парасимпатического отдела вегетативной нервной системы).
2. **Низкочастотные колебания (НЧ или LF - low frequency)** - это часть спектра в диапазоне частот 0.04-0.15 Гц. Она имеет смешанное происхождение. На мощность в этом диапазоне оказывают влияние изменения тонуса как симпатического (преимущественно), так и парасимпатического отдела **ВНС**.
3. **Очень низкочастотные колебания (VLF - very low frequency)** - диапазон частот - 0.003-0.04 Гц, а при 24-часовой записи и **сверхнизкочастотные колебания (ULF)**. Физиологические факторы, влияющие на них, неясны (предположительно, ренин-ангиотензин-альдостероновая система, концентрация катехоламинов в плазме, системы терморегуляции и др.).

4. Мощность в диапазоне высоких частот, выраженная в нормализованных единицах **HF<sub>nu</sub>**, вычисляется по формуле:

$$HF_{nu} = \frac{HF}{Total - VLF} \times 100$$

5. Мощность в диапазоне низких частот, выраженная в нормализованных единицах **LF<sub>nu</sub>**, вычисляется по формуле:

$$LF_{nu} = \frac{LF}{Total - VLF} \times 100$$

6. **LF/HF** - этим значением стремятся охарактеризовать соотношение или баланс симпатических и парасимпатических влияний. Измерение **LF** и **HF** проводится в относительных единицах, которые представляют процентный вклад каждой колебательной составляющей в общую мощность спектра, из которой вычитается мощность **VLF**-компоненты, т.е.  $HF_{nu}/LF_{nu}$ . Характер симпатико-парасимпатического воздействия оценивается по соотношению процентных вкладов (**LF/HF**).

7. Общая мощность спектра (**OMC**) или полный спектр частот, характеризующих **ВРС**

(**TP** - Total power) - это мощность в диапазоне от 0.003 до 0.40 Гц. Она отражает сумму

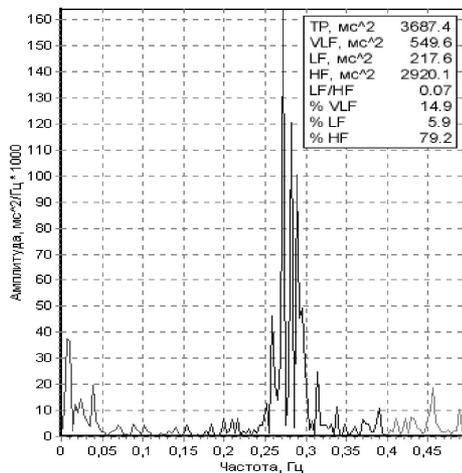
на следующем уровне вегетативной нервной системы, а именно в виде воздействия на организм в виде вегетативной реакции.

кризиса вегетативной нервной системы, что и **SDNN**. При этом увеличение симпатических влияний электрограмма при преобладании парасимпатических влияний;

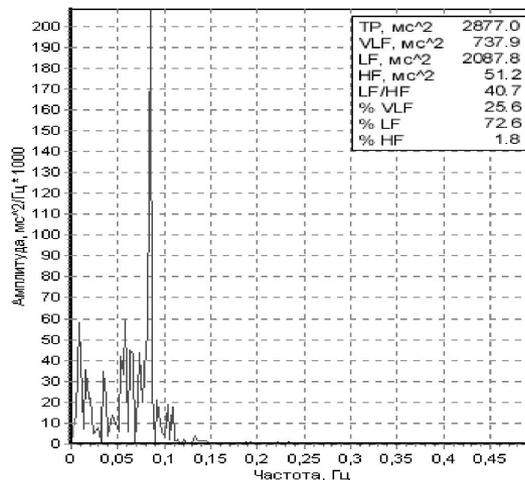
2. при проведении теста на **OMC** (активация вегетативной нервной системы) и/или

3. Спектрограмма при преобладании церебральных эрготропных и/или гуморально-метаболических влияний.

Результаты спектрального анализа обычно представляются в виде графика

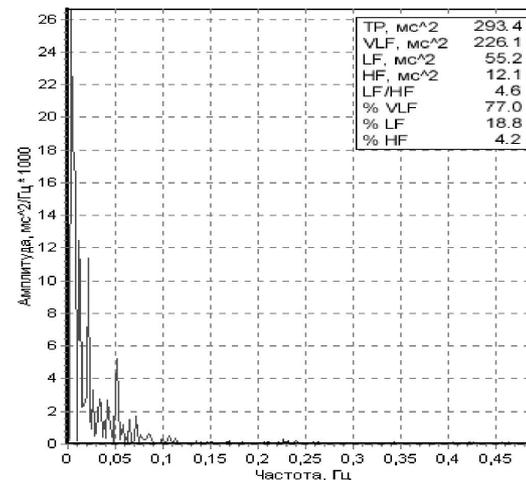


1



2

3



### III. Нелинейные методы анализа variability ритма сердца

#### Показатели скаттерграммы (корреляционной ритмограммы):

Скаттерграмма (scatter - рассеивание) - это графическое изображение пар интервалов

R-R (предыдущего и последующего) в двумерной координатной плоскости. При этом по

оси абсцисс откладывается величина  $R-R_n$ , а по оси ординат - величина  $R-R_{n+1}$ .

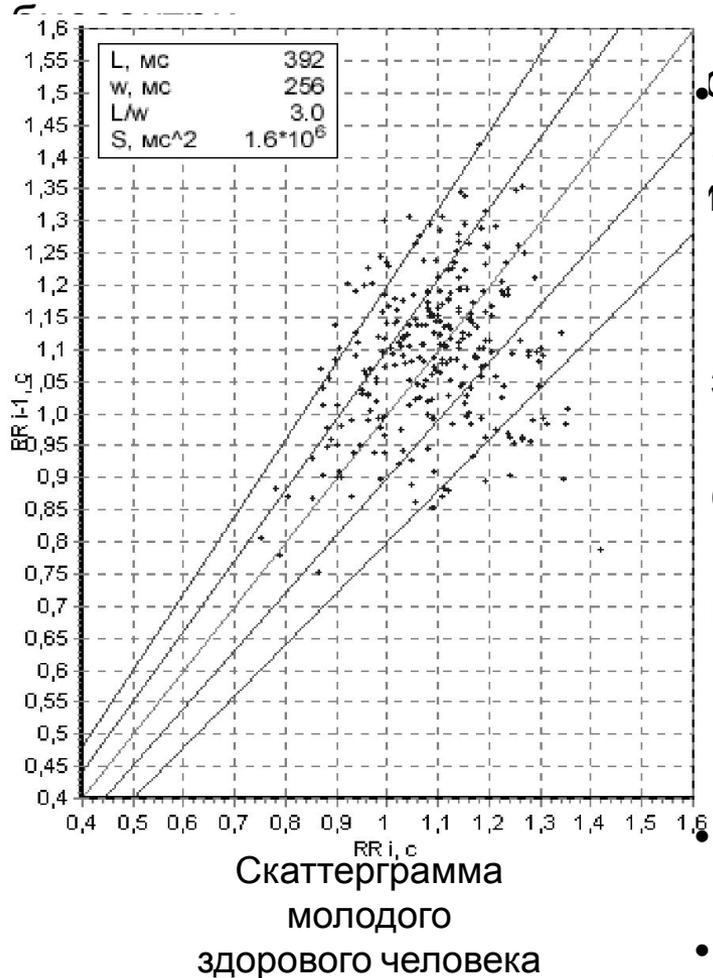
График и

область точек, полученных таким образом, называется скаттерграммой (пятна

Пуанкаре

или Лоренца). Этот способ оценки **ВРС** относится к методам нелинейного анализа и явля-

При построении скаттерграммы образуется совокупность точек, центр которых располагается на биссектрисе. Расстояние от центра до начала осей координат соответствует наиболее ожидаемой длительности сердечного цикла. Величина отклонения точки от



Изучены следующие показатели скаттерграммы:

- данный сердечный цикл короче предыдущего
- длина основного (без экстрасистол и артефактов) «облака» (длинная ось эллипса - L) соответствует вариационному размаху. По физиологическому смыслу этот показатель не отличается от SDNN, т.е. отражает суммарный эффект регуляции ВНС, но указывает на максимальную амплитуду колебаний длительности интервалов R-R;
- ширина скаттерграммы (ширина короткой оси эллипса - w);
- площадь скаттерграммы вычисляется по формуле площади эллипса:

$$S = \frac{\pi \times L \times w}{4}$$

Нормальная форма скаттерграммы представляет собой эллипс, вытянутый вдоль биссектрисы. Именно такое расположение эллипса означает, что к дыхательной прибавлена некоторая величина недыхательной аритмии.

При аритмиях, когда методы статистического и спектрального анализа вариабельности ритма сердца малоинформативны или неприемлемы, целесообразно использовать «Классическая» методика оценки показателей вариабельности ритма сердца изложена в работе Р. М. Баевского. Представления о математико-статистических показателях сердечного ритма как об индикаторах состояния различных уровней управления функциями оказались весьма продуктивными для клинической физиологии и профилактической медицины. Приведем кратко основные положения взглядов РМ. Баевского на математический анализ сердечного ритма. Предложено упрощенно рассматривать систему управления ритмом сердца, состоящей из двух контуров: центрального и автономного. Автономный контур (**АК**) регуляции ритма сердца - это, в определенной степени обособ-

соответствующих процессам управления:

**А** - взаимодействие организма с внешней средой;

**Б** - межсистемный уровень, обеспечивающий регулирование взаимодействия различных систем внутри организма;

**В** - внутрисистемный уровень, обеспечивающий взаимодействие различных параметров внутри одной системы.

Выделение указанных уровней является условным и сделано с целью разработки опре-

деленного методологического подхода к проблеме математического анализа структуры

**СР**, который заключается в том, что по соотношению активности различных контуров ре-

гуляции **СР** можно судить о степени напряжения регуляторных механизмов. При этом

необходимо иметь в виду следующее:

- при оптимальном регулировании управление происходит с минимальным участием

высших (центральных) уровней. Оптимальная деятельность низших уровней «освобож-

дает» высшие от необходимости постоянного участия в локальных регуляторных про-

цессах. В случае, когда низшие не справляются со своими функциями, когда

ных волн со все более длинными периодами, усилением мощности медленных волн, ослаблением дыхательных волн.

### **Оценка степени напряжения регуляторных систем:**

Адаптация, или приспособление к условиям окружающей среды, к социальным, производственным, бытовым или климатическим факторам, - одно из фундаментальных свойств организма человека. Любое заболевание может рассматриваться как результат истощения адаптационных механизмов. Переход из состояния здоровья в состояние болезни проходит через последовательные стадии адаптационного процесса. Следовательно, можно выделить среди здоровых и практически здоровых людей разнородные группы лиц с различной степенью адаптированности к окружающей среде. РМ. Баевским предложена следующая рабочая классификация состояний по степени напряжения регуляторных систем, обусловленного адаптивными реакциями организма (РМ. Баевский, 1999):

1. Состояние нормы или состояние удовлетворительной адаптации к условиям

ному расходованию функциональных резервов организма.

3. Состояние перенапряжения, или состояние неудовлетворительной адаптации, - ха-

рактеризуется снижением функциональных возможностей организма с преобладани-

ем неспецифических или специфических изменений со стороны определенных орга-

нов и систем.

4. Состояние истощения регуляторных систем, или срыв адаптации состояние с резким

снижением функциональных возможностей организма в связи с нарушением меха-

низмов компенсации. В данном состоянии, как правило, наблюдаются различные за-

болевания в стадии субкомпенсации или декомпенсации.

Названные четыре состояния можно рассматривать как четыре «диагноза» здоровья,

четыре его качества. Каждый из последующих уровней адаптации содержит все более

значительную вероятность развития или наличия болезни. Наиболее высока эта вероят-

ность в группе лиц со срывом адаптации. В нее входят лица с латентными формами забо-

## Физиологическая интерпретация некоторых показателей математического анализа ритма по РМ. Баевскому:

**Математическое ожидание (M)** - этот показатель отражает конечный результат всех регуляторных влияний на сердце и систему кровообращения в целом. Он эквивалентен средней **ЧСС**, обладает наименьшей изменчивостью среди всех медико-статистических показателей, и его отклонение от индивидуальной нормы обычно сигнализирует об увеличении нагрузки на аппарат кровообращения или о наличии патологических отклонений.

**Сигма ( $\delta$ )** - среднее квадратичное отклонение динамического ряда. Это один из основных показателей variability ритма сердца, характеризующий состояние механизмов регуляции. Он указывает на суммарный эффект влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов вегетативной системы (см. также **SDNN**).

**Мода ( $M_o$ )** - наиболее часто встречающееся значение R-R, указывающее на доминирующий уровень функционирования синусового узла. При симпатикотонии  **$M_o$**  меньше, при ваготонии - больше.

## Вторичные показатели вариационной пульсометрии:

**Индекс вегетативного равновесия** ( $ИВР = A_{Mo} / BР$ ) указывает на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов. При парасимпатической активности знаменатель будет увеличиваться, а числитель уменьшаться, в результате чего **ИВР** резко уменьшится. При увеличении симпатических влияний наблюдаются противоположные сдвиги.

**Вегетативный показатель ритма** ( $ВПР = 1 / Mo \times BР$ ) позволяет судить о парасимпатических сдвигах вегетативного баланса. Чем меньше **ВПР**, тем больше вегетативный баланс смещен в парасимпатическую сторону.

**Индекс напряжения регуляторных систем** ( $ИН = A_{Mo} / (2BР \times Mo)$ ) отражает степень централизации управления сердечным ритмом.

**Показатель адекватности процессов регуляции** ( $ПАПР = A_{Mo} / Mo$ ) отражает соответствие между активностью симпатического отдела вегетативной системы и ведущим уровнем функционирования СА узла

Вычисление **ПАРС** осуществляется по алгоритму, учитывающему следующие пять критериев:

1. Суммарный эффект регуляции по показателям частоты пульса (**ЧП**).
2. Суммарная активность регуляторных механизмов по среднему квадратичному отклонению - **SD** (или по суммарной мощности спектра - **TP**).
3. Вегетативный баланс по комплексу показателей: **ИН, RMSSD, HF, IC**.
4. Активность вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус, по мощности спектра медленных волн 1-го порядка (**LF**).
5. Активность сердечно-сосудистого подкоркового нервного центра или надсегментарных уровней регуляции по мощности спектра медленных волн 2-го порядка (**VLF**).

Значения **ПАРС** выражаются в баллах от 1 до 10. На основании анализа значений **ПАРС**

могут быть диагностированы следующие функциональные состояния:

1. Состояние оптимального напряжения регуляторных систем, необходимое для поддержания активного равновесия организма со средой (норма, **ПАРС**=1-2).
2. Состояние умеренного напряжения регуляторных систем, когда для адаптации к усло-

адреналовой системы и системы гипофиз - надпочечники (**ПАРС**=4-6).

4. Состояние перенапряжения регуляторных систем, для которого характерна недоста-

точность защитно-приспособительных механизмов, их неспособность обеспечить

адекватную реакцию организма на воздействие факторов окружающей среды.

Здесь

избыточная активация регуляторных систем уже не подкрепляется соответствующими

функциональными резервами (**ПАРС**=6-8).

5. Состояние истощения (астенизации) регуляторных систем, при котором активность уп-

равляющих механизмов снижается (недостаточность механизмов регуляции) и появ-

ляются характерные признаки патологии. Здесь специфические изменения отчетливо

преобладают над неспецифическими (**ПАРС**=8-10). (Баевский, 1979, Берсенева, 1991,

Баевский, Берсенева, 1997).

При этом выделяются три зоны функциональных состояний для наглядности представляемых в виде “светофора”:

**Зеленый** - означает, что все в порядке. Не требуется никаких специальных

## Расчетные показатели для статистических методов анализа ВСР

№/№	Показатель	Значение показателя
1	mRR	Среднее значение кардиоинтервалов, величина, обратная ЧСС
2	SDNN (СКО)	Суммарный показатель вариабельности величин интервалов R-R за весь рассматриваемый период (N-N - означает ряд нормальных интервалов за исключением экстрасистол)
3	СКО	Среднее квадратическое отклонение (выражается в мс)
4	SDNN	Стандартное отклонение N-N интервалов (аналог СКО)
5	SDANN	Стандартное отклонение средних значений SDNN из 5 минутных сегментов для записей средней длительности, многочасовых или 24-х часовых записей
6	RMSSD	Квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов N-N (нормальных интервалов R-R)
7	NN50	Количество пар последовательных интервалов N-N, различающихся более чем на 50 миллисекунд
8	PNN50 (%)	Процент NN50 от общего количества последовательных пар интервалов, различающихся более чем на 50 миллисекунд
9	CV	Коэффициент вариации. Он удобен для практического использования, так как представляет собой нормированную оценку СКО

# Расчетные показатели для геометрических методов анализа ВСР (Вариационная пульсометрия)

№/№	Показатель	Значение показателя
1	<b>Mo</b> (Мода)	Наиболее часто встречающееся в данном динамическом ряде значение кардиоинтервала. При нормальном распределении и высокой стационарности исследуемого процесса <b>Mo</b> мало отличается от математического ожидания ( <b>M</b> ).
2	<b>Амо</b>	Амплитуда моды – число кардиоинтервалов, соответствующих значению моды, в % к объему выборки. Отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен степенью активации симпатического отдела вегетативной нервной системы.
3	<b>MxDMn, ВАР</b>	Вариационный размах отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряду. Обычно связан с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Вычисляется по разности максимального ( <b>Mx</b> ) и минимального ( <b>Mn</b> ) значений кардиоинтервалов.
4	<b>ИВР</b>	Индекс вегетативного равновесия
5	<b>ВПР</b>	Вегетативный показатель ритма
6	<b>ПАПР</b>	Показатель адекватности процессов регулирования
7	<b>ИН</b>	Индекс напряженности регуляторных систем

## Расчетные показатели для корреляционной ритмограммы (скаттерграммы)

№/№	Показатель	Значение показателя
1	<b>Скаттер-грамма</b>	По оси абсцисс откладывается величина $R-R_n$ , а по оси ординат - величина $R-R_{n+1}$ . График и область точек, полученных таким образом (пятна Пуанкаре или Лоренца), называется корреляционной ритмограммой или скаттерграммой ( <b>scatter-рассеивание</b> )
2	<b>Mo</b>	Расстояние от центра облака до начала осей координат соответствует наиболее ожидаемой длительности сердечного цикла
3	<b>L</b>	Длина основного (без экстрасистол и артефактов) «облака» рассеяния соответствует вариационному размаху. Показатель не отличается от <b>SDNN</b> . Отражает суммарный эффект регуляции <b>BСР</b> , но указывает на максимальную амплитуду колебаний длительности интервалов <b>R-R</b>
4	<b>w</b>	Ширина скаттерграммы (перпендикуляр к длинной оси, проведенный через ее середину)
5	<b>S</b>	Площадь скаттерграммы, рассчитывается по формуле площади эллипса: $S = (\pi \cdot L \cdot w)/4$ .

Наименования компонентов спектра	Частотный диапазон, в герцах	Период в секундах
HF - (High Frequency)	0,4 – 0,15	2,0 – 6,6
LF - (Low Frequency)	0,15 – 0,04	6,6 – 20,0
VLF - (Very Low Frequency)	0,04 – 0,015	25,0 – 66,0
ULF - (Ultra Low Frequency)	Меньше 0,015	Больше 66,0

№/№	Показатель	Значение показателя
1	<b>TP</b>	Общая мощность спектра или полный спектр частот, характеризующих <b>ВРС</b> ( <b>TP</b> - Total power) - это мощность в диапазоне от 0,003 до 0,40 Гц. Отражает суммарную активность вегетативного воздействия на сердечный ритм и имеет тот же физиологический смысл, что и <b>SDNN</b> .
2	<b>HF</b>	Мощность высокочастотных колебаний <b>ВРС</b> . это мощность колебаний ритма сердца в диапазоне частот 0,15-0,40 Гц. Мощность в этом диапа-зоне, в основном, связана с дыхательными движениями и отражает вагусный контроль сердечного ритма (парасимпатическая активность).
3	<b>HF %</b>	Относительная мощность <b>ВЧ</b> составляющей спектра в %.
4	<b>LF</b>	Мощность низкочастотных колебаний. Это часть спектра в диапазоне частот 0,04 - 0,15 Гц. Они имеют смешанное происхождение. На мощ-ность в этом диапазоне оказывают влияние изменения как симпатичес-кой, так и парасимпатической активности. Механизм этих колебаний имеет барорефлекторную природу.
5	<b>LF %</b>	Относительная мощность <b>НЧ</b> составляющей спектра в %
6	<b>VLF</b>	Мощность очень низкочастотных колебаний в диапазоне частот - 0,003-0,04 Гц. Физиологические факторы, влияющие на них - ренин-

# Основные показатели, вычисляемые при спектральном анализе ВСР 41

## (продолжение)

№/№	Показатель	Значение показателя
7	VLF %	Относительная мощность <b>ОНЧ</b> составляющей спектра в %
8	HFnorm	Мощность в диапазоне высоких частот, выраженная в нормализованных единицах
9	LFnorm	Мощность в диапазоне низких частот, выраженная в нормализованных единицах
10	LF/HF	Симпато-вагальный индекс, характеризующий соотношение или баланс симпатических и парасимпатических влияний на ритм сердца
11	ИЦ (IC)	Индекс централизации – (Index of centralization)

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ

Наиболее интересной частью работы с кардиоритмограммой (**КРГ**), представляющей существенную дополнительную информацию при оценке функционального состояния

сердца и позволяющей оценить реактивность вегетативной системы и вегетативное обеспечение деятельности, является проведение функциональных проб на внешние раздражители. Одна из главных целей проведения проб - это выяснение реакции вегетативной системы

## Протоколы проведения функциональных проб

### Рекомендуемый перечень функциональных проб:

- Активная ортостатическая проба;
- Проба с управляемым дыханием;
- Проба Вальсальвы;
- Изометрическая нагрузочная проба;
- Кардиоваскулярные пробы;
- Нагрузочная проба (велоэргометрия);
- Фармакологические пробы (с  $\beta$ -блокаторами, атропином и др.);
- Проба Ашнера;
- Синокаротидная проба;
- Психофизиологические пробы.

### Стандартные функциональные пробы

Тип пробы	Методика проведения пробы	Нормальная реакция на пробу
Активная ортостатическая проба	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Записать фоновую пробу в положении лежа - 5-7 минут.</li> <li>2. Быстро принять вертикальное положение, записать <b>ЭКГ</b> в течении 5-7 минут</li> </ol>	Быстрое учащение ритма более чем на 30% с последующим установлением <b>ЧСС</b> после переходного процесса на уровне исходного. <b>K30-15 &gt;1.35</b>

Тип пробы	Методика проведения пробы	Нормальная реакция на пробу
Дыхательная проба	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Записать фоновую пробу в положении лежа - 5-7 минут</li> <li>2. Не изменяя положения записать <b>ЭКГ</b> при глубоком ритмическом дыхании (6/мин, 50:50) в течении 3..5 минут</li> <li>3. Запись <b>ЭКГ</b> в спокойном положении, лежа - 5 мин.</li> </ol>	<p>Переход от преобладания симпатической к преобладанию парасимпатической активности</p>
Проба Вальсальвы	<p>Запись <b>ЭКГ</b> проводится в положении лежа в течении 2 мин.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сделать глубокий вдох</li> <li>- в течении 15..20 секунд выдыхать воздух через мундштук или сжатые губы</li> <li>- в течении 30..40 секунд после выдоха спокойно дышать</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышение <b>ЧСС</b> на 40..60% во время выдоха.</li> <li>2. Восстановление <b>ЧСС</b> до исходного уровня за 20..40 секунд</li> <li>3. <b>КВальс</b> &gt; 1.29.</li> </ol>
Проба с физической нагрузкой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Записать фоновую пробу в положении лежа в течении 5 мин.</li> <li>2. Быстро принять вертикальное положение (активная ортостатическая проба). Выполнить запись в течении 3..5 минут.</li> <li>3. Выполнить нагрузочную пробу на уровне 0.1*ДОО Вт (до достижения <b>ЧСС</b> = 80% max).</li> <li>4. Записать <b>ЭКГ</b> начиная с 5..7-й минуты этапа восстановления в течении 5 минут.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Восстановление <b>ЧСС</b> до исходного уровня к 7-й минуте.</li> <li>2. Происходит незначительный сдвиг в сторону преобладания симпатической и гуморальной регуляции.</li> <li>3. Волновая структура ритмо-граммы не изменяется</li> </ol>

## Протоколы проведения функциональных проб (продолжение)

Тип пробы	Методика проведения пробы	Нормальная реакция на пробу
Кардиоваскулярная проба (КВП)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выполнить фоновую запись в течении 5 минут.</li> <li>2. Выполнить пробу с глубоким управляемым дыханием (6 в 1 мин), в течении 5 минут.</li> <li>3. Выполнить пробу Вальсальвы.</li> <li>4. Измерить АД в положении лежа.</li> <li>5. Выполнить ортостатическую пробу в течении 5 минут.</li> <li>6. Измерить АД в положении стоя.</li> <li>7. Выполнить изометрическую пробу в течении 3-х минут. Измерить АД.</li> </ol>	<p>Разброс интервалов <b>R-Rmax/R-Rmin</b> при глубоком дыхании <b>KRR&gt;1.21</b>.</p> <p>Изменение ЧСС при вставании <b>K30-15&gt;1.35</b>.</p> <p>Изменение ЧСС при выполнении пробы Вальсальвы <b>Квальс&gt;1.29</b>.</p> <p>Изменение АД при вставании &lt;10 мм рт. ст. Норма - результаты всех четырех тестов отрицательные.</p>
Проба Даньини -Ашнера	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выполнить фоновую запись в течении 5 минут.</li> <li>2. Надавливать подушечками пальцев на оба глазных яблока до появления легкого болевого ощущения в течении 15-20 секунд.</li> <li>3. Записать ЭКГ в течение 2 минут после надавливания.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Замедление пульса на 6..12 ударов через несколько секунд после начала надавливания.</li> </ol>
Синокаротидный рефлекс	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выполнить фоновую запись в течении 5 минут.</li> <li>2. Поочередно (через 1,5..2 секунды), в течении 20 секунд, указательным и большим пальцем надавливать на область верхней musculus sternocleidomastoideus ниже угла нижней челюсти до</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижение ЧСС на 5..12 ударов в минуту.</li> <li>2. Снижение АД на 10 мм рт. ст.</li> </ol>

## Основные показатели и нормативы ВСР

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели рабочей группы</b>			
HR	Частота сердечных сокращений, 1/мин.	6-8	90 $\pm$ 8
		9-12	79 $\pm$ 8
	Текущий уровень функционирования сердечно-сосудистой системы.	13-17	77 $\pm$ 10
		18-35	73 $\pm$ 9
		36-50	68 $\pm$ 8
		Более 50	68 $\pm$ 8
mRR	Средняя длина R-R- интервалов, мсек.	6-8	667 $\pm$ 70
		9-12	753 $\pm$ 60
	Текущий уровень функционирования сердечно-сосудистой системы. Величина, обратная частоте сердечных сокращений	13-17	780 $\pm$ 80
		18-35	817 $\pm$ 103
		36-50	880 $\pm$ 100
		Более 50	880 $\pm$ 100

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели рабочей группы (продолжение)</b>			
<b>SDNN</b>	Стандартное отклонение массива нормальных кардиоинтервалов, мсек.	6-8	51 $\pm$ 14
		9-12	57 $\pm$ 18
	Суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения (общая <b>BCP</b> ). Уменьшение величины <b>SDNN</b> свидетельствует об усилении активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.	13-17	61 $\pm$ 21
		18-35	61 $\pm$ 29
		36-50	60 $\pm$ 29
		Более 50	51 $\pm$ 30
<b>RMSSD</b>	Квадратный корень суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов, мсек.	6-8	50 $\pm$ 20
		9-12	53 $\pm$ 20
	Активность парасимпатического звена вегетативной регуляции (выраженность дыхательной синусовой аритмии).	13-17	55 $\pm$ 25
		18-35	40 $\pm$ 20
		36-50	37 $\pm$ 17
		Более 50	20 $\pm$ 10

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели рабочей группы (продолжение)</b>			
<b>pNN50%</b>	Число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс. в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве.	<b>6-8</b>	<b>16,5 <math>\pm</math> 10,7</b>
		<b>9-12</b>	<b>20,5 <math>\pm</math> 12,5</b>
		<b>13-17</b>	<b>22 <math>\pm</math> 13,6</b>
	Показатель степени преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим (относительное значение).	<b>18-35</b>	<b>18,3 <math>\pm</math> 13,7</b>
		<b>36-50</b>	<b>9 <math>\pm</math> 7,7</b>
		<b>Более 50</b>	<b>7 <math>\pm</math> 6</b>
<b>TP</b>	Суммарная мощность спектра <b>BCP</b> , мс <sup>2</sup> .	<b>6-8</b>	<b>3282 <math>\pm</math> 1635</b>
		<b>9-12</b>	<b>3848 <math>\pm</math> 1942</b>
		<b>13-17</b>	<b>4554 <math>\pm</math> 2253</b>
	Суммарный абсолютный уровень активности регуляторных систем	<b>18-35</b>	<b>3466 <math>\pm</math> 1443</b>
		<b>36-50</b>	<b>2720 <math>\pm</math> 913</b>
		<b>Более 50</b>	<b>1665 <math>\pm</math> 872</b>
<b>CV</b>	Коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов. Нормированный показатель суммарного эффекта регуляции		<b>7 <math>\pm</math> 4</b>

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели рабочей группы (продолжение)</b>			
<b>VLF (MB-2)</b>	Мощность спектра очень низкочастотного компонента variability, абсолютное значение $ms^2$ .	<b>6-8</b>	<b>1149 <math>\pm</math> 705</b>
		<b>9-12</b>	<b>1460 <math>\pm</math> 765</b>
		<b>13-17</b>	<b>1808 <math>\pm</math> 1025</b>
	Уровень активности симпатического звена регуляции. Повышение является вегетативным признаком тревоги, наблюдается при стрессе, физической нагрузке, патологии сердца.	<b>18-35</b>	<b>1951 <math>\pm</math> 1110</b>
		<b>36-50</b>	<b>1463 <math>\pm</math> 683</b>
		<b>Более 50</b>	<b>1189 <math>\pm</math> 639</b>
<b>LF (MB-1)</b>	Мощность спектра низкочастотного компонента variability, абсолютное значение $ms^2$ .	<b>6-8</b>	<b>1113 <math>\pm</math> 615</b>
		<b>9-12</b>	<b>1287 <math>\pm</math> 655</b>
		<b>13-17</b>	<b>1369 <math>\pm</math> 732</b>
	Уровень активности вазомоторного центра	<b>18-35</b>	<b>1170 <math>\pm</math> 616</b>
		<b>36-50</b>	<b>732 <math>\pm</math> 292</b>
		<b>Более 50</b>	<b>431 <math>\pm</math> 224</b>

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели рабочей группы (продолжение)</b>			
<b>LF norm %</b>	Мощность спектра низкочастотного компонента variability в % от суммарной мощности <b>ВСР</b> .		<b>40 <math>\pm</math> 15</b>
	Относительный уровень активности вазомоторного центра.		
<b>HF</b>	Мощность спектра высокочастотного компонента variability, абсолютное значение.  Уровень активности парасимпатического звена регуляции	<b>6-8</b>	<b>586 <math>\pm</math> 300</b>
		<b>9-12</b>	<b>620 <math>\pm</math> 420</b>
		<b>13-17</b>	<b>630 <math>\pm</math> 450</b>
		<b>18-35</b>	<b>615 <math>\pm</math> 375</b>
		<b>36-50</b>	<b>452 <math>\pm</math> 347</b>
		<b>Более 50</b>	<b>219 <math>\pm</math> 167</b>
<b>HF norm %</b>	Мощность спектра высокочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний.  Относительный уровень активности парасимпатического звена регуляции		<b>25 <math>\pm</math> 10</b>

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели рабочей группы (продолжение)</b>			
<b>LF/HF</b>	Отношение средних значений низкочастотного и высоко-частотного компонента <b>ВСР</b> .	<b>6-8</b>	<b>2 <math>\pm</math> 1,2</b>
		<b>9-12</b>	<b>1,8 <math>\pm</math> 1,1</b>
	Отношение выраженности сосудистой к дыхательной синусовой аритмии сердца (отношение активности симпатического нерва к вагусу.)	<b>13-17</b>	<b>2 <math>\pm</math> 1,2</b>
		<b>18-35</b>	<b>2,5 <math>\pm</math> 1,7</b>
		<b>36-50</b>	<b>2,8 <math>\pm</math> 2</b>
		<b>Более 50</b>	<b>3 <math>\pm</math> 2,2</b>
<b>IC</b>	Индекс централизации.	<b>6-8</b>	<b>3.9 <math>\pm</math> 1,5</b>
		<b>9-12</b>	<b>4,5 <math>\pm</math> 2</b>
	Степень централизации управления ритмом сердца (преобладание активности центрального контура регуляции над автономным или преобладания недыхательных составляющих синусовой аритмии над дыхательными)	<b>13-17</b>	<b>5 <math>\pm</math> 3</b>
		<b>18-35</b>	<b>5 <math>\pm</math> 3</b>
		<b>36-50</b>	<b>6 <math>\pm</math> 3</b>
		<b>Более 50</b>	<b>8 <math>\pm</math> 4,5</b>

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели Баевского</b>			
<b>ЧСС</b>	Частота сердечных сокращений, 1/мин.	6-8	90 $\pm$ 8
		9-12	79 $\pm$ 8
	13-17	77 $\pm$ 10	
	18-35	73 $\pm$ 9	
	36-50	68 $\pm$ 8	
	Более 50	68 $\pm$ 8	
<b>rNN</b>	Средняя длина R-R-интервалов, мсек.	6-8	667 $\pm$ 70
		9-12	753 $\pm$ 60
	13-17	780 $\pm$ 80	
	18-35	817 $\pm$ 103	
	36-50	880 $\pm$ 100	
	Более 50	880 $\pm$ 100	
<b>R-Rmin (Xmin)</b>	Наиболее короткий нормальный кардиоинтервал, мсек		-
<b>R-Rmax (Xmax)</b>	Наиболее длинный нормальный кардиоинтервал, мсек		-

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели Баевского (продолжение)</b>			
<b>MxDMn (BP, Dx)</b>	Разность между максимальным и минимальным значениями нормальных кардиоинтервалов.	6-8	200 $\pm$ 50
		9-12	270 $\pm$ 70
		13-17	270 $\pm$ 50
	Максимальная амплитуда регуляторных влияний вегетативной нервной системы	18-35	230 $\pm$ 50
		36-50	180 $\pm$ 50
		Более 50	130 $\pm$ 50
<b>Mo</b>	Мода, сек  Наиболее часто встречающиеся значения R-R-интервала, соответствующие наиболее вероятному уровню функционирования систем регуляции	6-8	660 $\pm$ 60
		9-12	750 $\pm$ 60
		13-17	780 $\pm$ 80
		18-35	820 $\pm$ 100
		36-50	880 $\pm$ 100
		Более 50	880 $\pm$ 100
<b>AMo</b>	Амплитуда моды, доля кардиоинтервалов в %, соответствующая значению моды. Условный показатель активности симпатического звена регуляции.		40 $\pm$ 10

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели Баевского (продолжение)</b>			
<b>ИВР</b>	Индекс вегетативного равновесия.  Отражает соотношение симпатической и парасимпатической регуляции сердечной деятельности.	6-8	200 $\pm$ 50
		9-12	140 $\pm$ 40
		13-17	140 $\pm$ 30
		18-35	165 $\pm$ 35
		36-50	220 $\pm$ 65
		Более 50	300 $\pm$ 120
<b>ВПР</b>	Вегетативный показатель ритма  Мера вегетативного баланса: чем меньше величина <b>ВПР</b> , тем больше вегетативный баланс смещен в сторону преобладания парасимпатической регуляции		8 $\pm$ 5
<b>ИН (SI)</b>	Индекс напряжения регуляторных систем (Стресс-индекс).  Отражает степень централизации управления ритмом сердца и характеризует активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными)	6-8	140 $\pm$ 40
		9-12	110 $\pm$ 40
		13-17	100 $\pm$ 40
		18-35	100 $\pm$ 40
		36-50	130 $\pm$ 50
		Более 50	150 $\pm$ 70

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели Баевского (продолжение)</b>			
<b>ПАПР</b>	<p>Показатель адекватности процессов регуляции.</p> <p>Отражает соответствие между уровнем функционирования синусового узла и симпатической активностью</p>		<b>35 <math>\pm</math> 20</b>
<b>ПАРС</b>	<p>Комплексный показатель активности регуляторных систем.</p> <p>Является мерой функциональных резервов адаптации. Включает суммарный эффект регуляции, функцию автоматизма, вегетативный гомеостаз, устойчивость регуляции и активность подкорковых нервных центров.</p>		<b>0 .... 10</b>
<b>Геометрические показатели ВСР</b>			
<b>HRV Ti</b>	<p>Триангулярный индекс <b>ВСР</b>. Определяется, как отношение общего количества R-R интервалов к амплитуде моды.</p> <p>Отражает общую вариабельность ритма сердца и прямо пропорционален парасимпатической активности.</p>		<b>37 <math>\pm</math> 15</b>
<b>WN1</b>	<p>Ширина основного купола гистограммы распределения R-R-интервалов на уровне 1% от общего количества.</p>		

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели Баевского (продолжение)</b>			
<b>WN5</b>	<p>Ширина основного купола гистограммы распределения R-R-интервалов на уровне 5% от общего количества.</p> <p>Амплитуда регуляторных влияний вегетативной нервной системы</p>		
<b>WAM5</b>	<p>Ширина основного купола гистограммы распределения R-R-интервалов на уровне 5% амплитуды моды.</p> <p>Амплитуда регуляторных влияний вегетативной нервной системы</p>		
<b>WAM10</b>	<p>Ширина основного купола гистограммы распределения R-R-интервалов на уровне 10% амплитуды моды.</p> <p>Амплитуда регуляторных влияний вегетативной нервной системы</p>		
<b>L</b>	<p>Длина основного (без экстрасистол) облака скатерограммы, мс.</p> <p>По физиологическому смыслу аналогична вариационному размаху (<b>BP</b>) или <b>SDNN</b>. Отражает амплитуду регуляторных влияний вегетативной нервной системы (общая <b>BСР</b>).</p>		

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Показатели Баевского (продолжение)</b>			
<b>w</b>	<p>Ширина основного облака скатерграммы, мс.</p> <p>Является мерой активности парасимпатического звена вегетативной регуляции (выраженности дыхательной синусовой аритмии).</p>		
<b>L/w</b>	<p>Отношение длинной и короткой осей эллипса, аппроксимирующего основное облако скатерграммы.</p> <p>Является мерой соотношения симпатической и парасимпатической активности регуляции</p>		
<b>s</b>	<p>Площадь основного облака скатерограммы, мс<sup>2</sup>.</p> <p>Отражает суммарный абсолютный уровень активности регуляторных систем (симпатического и парасимпатического звена).</p>		

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Характеристики переходного процесса ВСР при проведении функциональных проб</b>			
<b>Кзо:15</b>	<p>Отношение минимального R-R-интервала, соответствующего «дну ямы» переходного процесса (15 удар от начала вставания) к самому длинному (30-му) R-R-интервалу.</p> <p>Характеризует функцию блуждающего нерва. Низкое значение <b>Кзо:15</b> указывает на недостаточность функции n.vagus</p>		<p>Норма ... &gt; 1,35 Граница ... 1,35...1,2 Патология... &lt; 1,2</p>
<b>Кр</b>	<p>Коэффициент реакции на ортостатическую пробу.</p> <p>Реакция регуляторных систем на ортопробу. Различают нормальную (с восстановлением характера ритма), сниженную или парадоксальную (с резкой стабилизацией ритма) реакцию</p>		<p>Норма..... &gt; 30% Сниженная..... &lt; 30% Парадокс ..... &gt; 30% <b>+СР</b></p>
<b>АДорто</b>	<p>Вегетативный индекс Кердо (изменение <b>АДсис</b>) на ортопробу</p>		<p>Норма ... &lt; 10 Граница ... 11 ... 25 Патология... &gt; 25</p>
<b>Квальс</b>	<p>Коэффициент Вальсальвы. Определяется как отношение самого длинного R-R- интервала после пробы Вальсальвы, к</p>		<p>Норма ... &gt; 1,29 Граница ... 1,29..1,11 Патология... &lt; 1,1</p>

Обозначение	Физический смысл показателя и его физиологическая интерпретация	Возраст, лет	Норма $\pm m$
<b>Характеристики переходного процесса ВСР при проведении функциональных проб</b>			
$K_{RR}$	<p>Экспираторно-инспираторное отношение или дыхательный коэффициент. Коэффициент разброса R-R-интервалов при глубоком дыхании.</p> <p>Характеризует реакцию регуляторных систем на стимуляцию парасимпатического отдела вегетативной системы.</p>		<p>Норма ... <b>&gt; 1,21</b>  Граница <b>1,2...1,11</b>  Патология <b>&lt; 1,1</b></p>
$AD_{\text{изо}}$	<p>Прирост уровня диастолического давления (АДДИА) при проведении пробы с изометрическим сокращением.</p> <p>Характеризует способность периферических сосудов к сокращению (симпатическую функцию)</p>		<p>Норма ... <b>&gt; 15</b>  Граница... <b>14... 10</b>  Патология ... <b>&lt; 10</b></p>