

---

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РФ**

---

**ИВАНОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ**

**МИХАЙЛОВ В.М.**

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА  
ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

**ИВАНОВО  
2000**

---

Михайлов В.М. “Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода”. - Иваново, 2000. - 200 с.

Компьютерная верстка и оригинал-макеты выполнены  
фирмой “НейроСофт”

153003 г. Иваново, ул. Парижской Коммуны, 16  
Лицензия №00637 от 15.01.2000

Отпечатано с диапозитивов в Ивановской областной типографии  
Государственного Комитета РФ по печати  
153628 г. Иваново, ул. Типографская, 6

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### **ВВЕДЕНИЕ 4**

### **ГЛАВА 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА (ВРС) 5**

### **ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВРС 10**

- 2.1. Методика записи кардиоритмограммы 10
- 2.2. Оценка качества записи электрокардиограммы 12
- 2.3. Основные методики анализа ВРС 13

### **ГЛАВА 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ 37**

- 3.1. Активная ортостатическая проба (активный тилт-тест) 38
- 3.2. Проба с глубоким управляемым дыханием (дыхательная проба) 49
- 3.3. Проба Вальсальвы 50
- 3.4. Проба с физической нагрузкой (велозергметрия) 51
- 3.5. Кардиоваскулярные пробы (КВП) в оценке вегетативных функций 56
- 3.6. Другие функциональные тесты 58
- 3.7. Диагностическое значение кросс-анализа вариабельности ритма сердца и вариабельности длительности дыхательного цикла (ВДДЦ) 61

### **ГЛАВА 4. ИЗБРАННЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВРС 67**

- 4.1. Показатели ВРС у здоровых людей 67
- 4.2. Оценка ВРС в спортивной медицине 87
- 4.3. ВРС при нарушениях ритма сердца 89
- 4.4. ВРС у больных ишемической болезнью сердца 120
- 4.5. Значение ВРС при артериальной гипертензии 137
- 4.6. ВРС при хронической сердечной недостаточности (ХСН) 144
- 4.7. Оценка ВРС при заболеваниях нервной системы 145
- 4.8. Диагностические возможности показателей ВРС в анестезиологии и хирургии 156
- 4.9. Влияние некоторых фармакологических средств на ВРС 158
- 4.10. Структура протокола по результатам исследования ВРС 159

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ 160**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 162**

### **ЛИТЕРАТУРА 177**

---

## ВВЕДЕНИЕ

Абсолютно все органы и системы нашего организма находятся под постоянным нервно-гуморальным контролем. Тесный симбиоз симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы и гуморальных влияний обеспечивает достижение оптимальных результатов в плане адаптации к изменяющимся условиям внутренней и внешней среды. Отклонения, возникающие в регулирующих системах, предшествуют гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям и, следовательно, являются наиболее ранними прогностическими признаками неблагополучия пациента. Сердечный ритм является индикатором этих отклонений, а потому исследование variability ритма сердца имеет важное прогностическое и диагностическое значение при самой разнообразной патологии: заболеваниях сердечно-сосудистой, нервной, дыхательной, эндокринной систем и психоэмоциональных (стрессовых) нарушениях. Качество “здоровья” здорового человека и уровень тренированности спортсмена также могут быть адекватно оценены с учетом параметров variability ритма сердца (BPC).

Подбор оптимальных доз препаратов с учетом фона вегетативной регуляции организма - еще одно интересное направление использования данной методики в клинической практике.

Можно с полной уверенностью утверждать, что предлагаемая книга будет полезна для практических врачей самых разных специальностей. Определенный “крен”, допущенный в сторону диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы, вовсе не значит, что данный метод представляет меньший интерес для терапевтов общего профиля, неврологов, эндокринологов, анестезиологов, педиатров, реабилитологов, пульмонологов или специалистов в области спортивной медицины.

Целью написания этой книги является помощь врачам, использующим в своей повседневной деятельности оценку показателей variability ритма сердца. Именно им адресована эта книга, задуманная и написанная как практическое руководство для пользователей аппаратно-программных комплексов фирмы “НейроСофт”.

Восполнить те неизбежные пробелы, которые имеют место в данной работе, Вы сможете, воспользовавшись приведенным списком литературы.

---

---

## ГЛАВА 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА

Ритм сердца определяется способностью специализированных клеток проводящей системы сердца спонтанно активироваться - это так называемое свойство сердечного автоматизма. Регуляция сердечного ритма в физиологических условиях является результатом ритмической активности пейсмекеров синусового узла (СА-узла) и модулирующего влияния вегетативной и центральной нервной систем, ряда гуморальных и рефлекторных воздействий.

В норме основное модулирующее действие на сердечный ритм оказывает вегетативная нервная система. При этом симпатический отдел стимулирует деятельность сердца, а парасимпатический - угнетает ее. Центральная нервная система контролирует относительные уровни активности симпатического и парасимпатического отделов обычно по механизму обратной связи. Однако при одновременной активации обоих отделов эффекты симпатической и парасимпатической нервных систем не складываются простым алгебраическим способом, и взаимодействие их эффектов нельзя выразить линейной зависимостью. Кроме того, вегетативная иннервация различных отделов сердца неоднородна и несимметрична. В частности, в узловой ткани преобладают эффекты парасимпатической системы, реализуемые через блуждающий нерв, а в миокарде желудочков влияние симпатического отдела выражено значительно сильнее, чем парасимпатического. Различаются влияния на сердце левого и правого блуждающего нерва. Волокна правого блуждающего нерва иннервируют, в основном, синусовый узел, а волокна левого блуждающего нерва подходят, главным образом, к атриовентрикулярному узлу. В результате, правый блуждающий нерв влияет преимущественно на ЧСС, а левый - на атриовентрикулярное проведение. Соответственно при раздражении правого блуждающего нерва более выражен отрицательный хронотропный эффект (замедление ЧСС), а при стимуляции левого - отрицательный дромотропный (замедление атриовентрикулярного проведения).

Асимметрия наблюдается и в симпатической иннервации сердца. Симпатические нервы правой стороны обычно иннервируют переднюю поверхность желудочков и в большей степени синусовый узел, а левой - заднюю поверхность желудочков и атриовентрикулярный узел.

Парасимпатическая система регуляции считается высокочастотной системой регуляции. Ее медиатором является ацетилхолин. Он быстро разрушается холинэстеразой. При непрерывной стимуляции блуждающего нерва латентный период реакции составляет около 200 мс. Колебания активности парасимпатической системы порождают изменения сердечного ритма с частотой 0.15-0.4 Гц и более, формируя так называемые быстрые (высокочастотные) волны (HF - high frequency).

---

Повышение симпатической активности вызывает увеличение ЧСС. Норадреналин (НА), освобождающийся из симпатических нервных окончаний, повышает частоту спонтанных возбуждений автоматических клеток СА-узла. При стимуляции сердечных симпатических нервов ЧСС начинает повышаться; латентный период составляет 1-3 секунды. Установившийся уровень ЧСС достигается лишь через 30-60 секунд после начала стимуляции симпатических волокон.

После прекращения стимуляции симпатических волокон хронотропный эффект постепенно исчезает, и ритм возвращается к контрольному уровню. Таким образом, симпатическая система регуляции кровообращения является медленной системой регуляции. Соответственно и волны, обусловленные колебанием симпатической системы, называются медленными (низкочастотными) волнами (LF - low frequency). Однако вопрос о происхождении медленных волн не так прост и является предметом дискуссий.

Одной из гипотез, доказывающих присутствие парасимпатических влияний в медленных волнах, является следующая. Выброс крови из сердца и пульсация сосудов зависят от дыхания. На вдохе снижается систолический объем выброса из левого желудочка и увеличивается приток крови к сердцу. Это сопровождается увеличением присасывающей волны крови из периферии. Таким образом, в пульсовом движении крови возникает дополнительная волна - дыхательная, когда в такт дыханию (с частотой меньшей, чем частота пульса) меняется высота пульсовой волны крови. Так парасимпатическая система оказывает модулирующее влияние на активность симпатической системы.

Кроме того, в последнее время обнаружены особые клетки, содержащие большие запасы катехоламинов. На этих клетках расположены синапсы, образованные терминальными окончаниями блуждающего нерва. Следовательно, возможно и прямое воздействие блуждающего нерва на адренергические рецепторы. Установлено также, что часть внутрисердечных нейроцитов имеет положительную реакцию на моноаминоксидазу. Это указывает на взаимосвязь и взаимозависимость обоих звеньев вегетативной системы (Г.В. Рябыкина, 1996, 1998).

Самой медленной системой регуляции кровообращения является гуморально-метаболическая система. Она связана с активностью как циркулирующих гормонов в крови, так и активных веществ в самой ткани (тканевых гормонов). Ее регулирующее влияние связано со следующей активностью тканей: одно колебание в минуту и реже, что соответствует диапазону частот менее 0.04 Гц - так называемые очень медленные (низкочастотные) волны (VLF - very low frequency).

Деятельность вегетативной нервной системы находится под влиянием центральной нервной системы. В продолговатом мозге расположен сердечно-сосудистый центр, объединяющий парасимпатический, симпатический и сосудодвигательный центры. Регуляция этих центров осуществ-

---

вляется подкорковыми узлами и корой головного мозга. Условно выделяют четыре уровня центральной регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы: спинной мозг, ствол мозга, область гипоталамуса, кора головного мозга.

Ствол мозга постоянно поддерживает вегетативный тонус. Гипоталамус и лимбическая система ответственны за координацию вегетативных, поведенческих, эмоциональных реакций и вегетативного обеспечения деятельности. Раздражение “эрготропных” отделов гипоталамуса вызывает симпатическую активацию, а раздражение “трофотропных” отделов оказывает тормозное воздействие на сердечно-сосудистую систему. Кора головного мозга является высшим регуляторным центром интегративной деятельности, активируя как моторные, так и вегетативные центры.

### ***РЕФЛЕКТОРНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ***

**Барорецепторный рефлекс.** Барорецепторы представляют собой рецепторы, воспринимающие механическое растяжение стенки артерий и расположенные в каротидных синусах и дуге аорты. Аfferентные импульсы от рецепторов каротидных синусов поступают в головной мозг по ветвям языкоглоточных нервов (IX пара). Импульсы от барорецепторов аорты поступают в мозг по ветвям блуждающего нерва (X пара). Эfferентное плечо барорецепторного рефлекса образуется симпатическими и парасимпатическими волокнами.

Частота импульсации барорецепторов стенки артерий увеличивается при повышении среднего артериального давления в области каротидных синусов и дуги аорт, что приводит к уменьшению активности в эfferентных симпатических волокнах и увеличению активности в эfferентных парасимпатических волокнах. Снижение симпатической активности, в свою очередь, уменьшает вазомоторный тонус в резистивных и емкостных сосудах, способствует понижению ЧСС, увеличивает время АВ-проводимости и уменьшает сократимость миокарда. Повышение активности блуждающего нерва вызывает те же эfferекты, что и снижение симпатической активности.

Противоположные изменения эfferентной симпатической и парасимпатической активности в ответ на изменение артериального давления наблюдается только тогда, когда артериальное давление находится вблизи нормального диапазона давлений. Если артериальное давление резко снижается, то тонус блуждающего нерва практически исчезает. В этом случае рефлексорная регуляция осуществляется исключительно за счет изменений эfferентной симпатической активности. И наоборот, если артериальное давление резко повышается, симпатический тонус полностью угнетается, а грация рефлексорной регуляции осуществляется только за счет изменений эfferентной регуляции вагуса.

---

**Рефлекс Бейнбриджа.** Суть этого рефлекса состоит в том, что при увеличении объема крови и повышении давления в крупных венах происходит увеличение ЧСС, несмотря на сопутствующее увеличение артериального давления. Рефлекс устраняется двусторонней ваготонией. Рефлекс Бейнбриджа преобладает над барорецепторным рефлексом при увеличении объема циркулирующей крови. И наоборот, снижение объема крови уменьшает минутный объем и артериальное давление. При этом ЧСС растет. Следовательно, при уменьшении объема циркулирующей крови барорецепторный рефлекс должен преобладать над рефлексом Бейнбриджа.

**Хеморецепторный рефлекс.** Периферические артериальные хеморецепторы реагируют на снижение  $pO_2$  и  $pH$  артериальной крови и на повышение  $pCO_2$ . Стимуляция артериальных рецепторов вызывает гипервентиляцию легких, брадикардию и сужение сосудов. Однако амплитуда этих сердечно-сосудистых реакций зависит от сопутствующих изменений легочной вентиляции. Например, если стимуляция хеморецепторов вызывает умеренную гипервентиляцию, то реакцией сердца, скорее всего, будет брадикардия, и, наоборот, при сильной гипервентиляции ЧСС обычно возрастает.

Несмотря на обилие и сложность механизмов, оказывающих влияние на ритм сердца, в последние годы очевиден прогресс доказательства той гипотезы, что реципрокное взаимодействие парасимпатической и симпатической системы может быть эффективно исследовано оценкой частотного спектра сердечного ритма. Это доказательство предполагает нижеперечисленные основные принципы.

1. Дыхательные волны, определенные как высокочастотные спектральные компоненты, являются маркером модуляции блуждающего нерва.

2. Ритм, относящийся к вазомоторным волнам с присутствием variability ритма сердца и АД, определенный как низкочастотные компоненты, является маркером симпатической модуляции.

3. Существует реципрокное соотношение между этими двумя ритмами, которые характеризуют баланс симпатических и парасимпатических влияний.

4. При короткой записи (200-500 интервалов R-R) можно адекватно оценить только LF и HF компоненты. Оценку баланса ВНС необходимо давать с учетом соотношения LF/HF в нормализованных единицах, из которого исключен показатель VLF.

Можно смело утверждать, что на сегодня не существует одного конкретного количественного показателя, достоверно характеризующего баланс симпатического и парасимпатического отделов - так называемый вегетативный гомеостаз. Уменьшение тонуса парасимпатического отдела может сопровождаться соответствующим уменьшением тонуса симпати-

---



ческого отдела нервной системы. Однако необходимо подчеркнуть, что мощность соответствующих высокочастотных (HF) и низкочастотных волн (LF) отражает не абсолютную интенсивность парасимпатического и симпатического “тонуса”, а колебания интенсивности потока импульсов, поступающих к сердцу по соответствующим нервам.

Общая схема влияний различных факторов на ритмическую деятельность сердца представлена на рисунке 1.

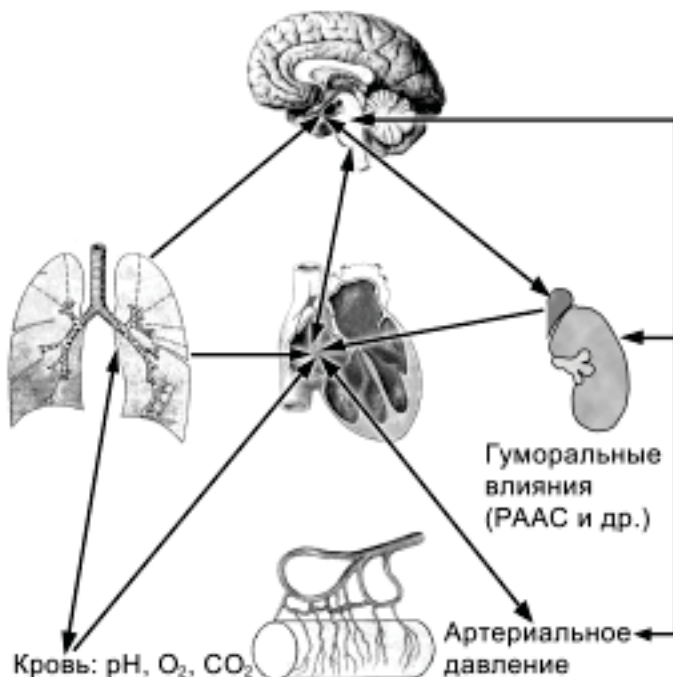


Рисунок 1. Механизмы экстракардиального регулирования сердечного ритма.

Как следует из вышеизложенного, ритм сердца является реакцией организма на различные раздражения внешней и внутренней среды. ЧСС определяется многочисленными регуляторными механизмами. Попытка выделить и количественно оценить влияние на ритм сердца каждого из звеньев (центрального, вегетативного, гуморального, рефлексорного) и дать на этой основе оценку адаптационных резервов организма, дифференциально-диагностических критериев сердечно-сосудистой патологии, оценить прогноз заболевания, выработать рекомендации по подбору оптимальной терапии с последующим контролем за проводимым лечением и является целью исследования variability ритма сердца.

## ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВРС

### 2.1. МЕТОДИКА ЗАПИСИ КАРДИОРИТМОГРАММЫ

Для записи кардиоритмограммы (КРГ), в принципе, может подойти запись любой пульсовой волны (реограмма, сфигмограмма, фотоплетизмограмма и др.). Однако если нас интересует ритм сердца, то необходимо оценить источник водителя ритма (зубец Р) и морфологию комплекса QRS, а также взаимосвязь между ними. Кроме того, существует понятие “дефицит пульса” (имеется в виду, что в отдельных случаях не каждое сердечное сокращение приводит к возникновению пульсовой волны). Именно поэтому для расчета показателей variability ритма сердца необходимо использовать запись электрокардиограммы.

Продолжительность записи, как правило, 5 минут (300 секунд). Однако если Вы обследуете 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 продолжительность записи не менее 10 минут (600 секунд). При повторных записях, при проведении функциональных проб следует записывать одинаковое количество кардиоциклов. Данное требование объясняется тем, что для анализа КРГ применяются методы, в основе которых лежит аппарат математической статистики, которая требует одинаковой длины сопоставляемых выборок.

Условия записи. К регистрации КРГ приступают не ранее чем через 1.5-2 часа после еды, в тихой затененной комнате, в которой поддерживается постоянная температура 20-22°C. Перед КРГ-исследованием обязательна отмена физиопроцедур и медикаментозного лечения с учетом срока выведения лекарств из организма. Непосредственно перед записью КРГ необходим период адаптации к условиям исследования в течение 5-10 минут, иногда больше, по решению врача. Если адаптация оказалась недостаточной, из анализа исключается искаженный участок, либо анализ не проводится вообще. На рисунке 2 приведена ритмограмма больной с сердечной недостаточностью, запись которой проведена без достаточной адаптации. Как видно на приведенной ритмограмме, стабилизации ритма не произошло на протяжении всей записи. Повторная запись, проведенная через пять минут, позволила получить вполне удовлетворительную ритмограмму (рисунок 3).

---

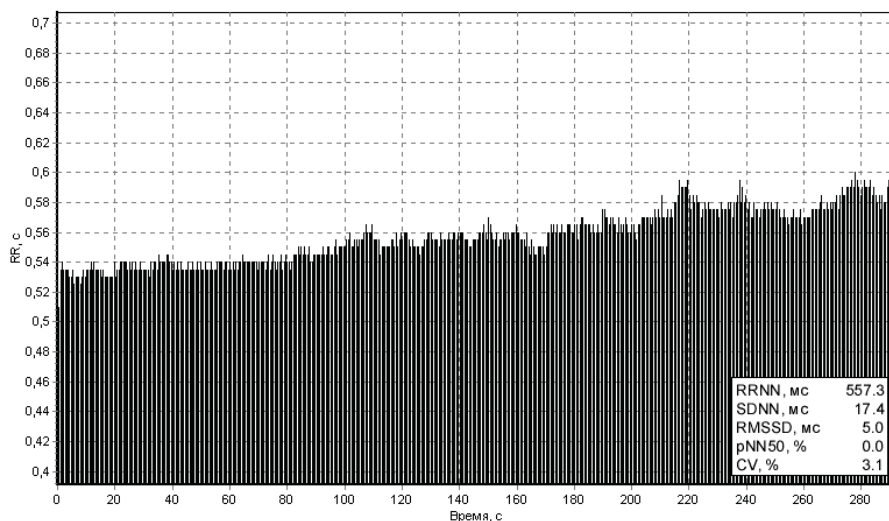


Рисунок 2. Ритмограмма больной с сердечной недостаточностью, проведенная без достаточного периода отдыха.

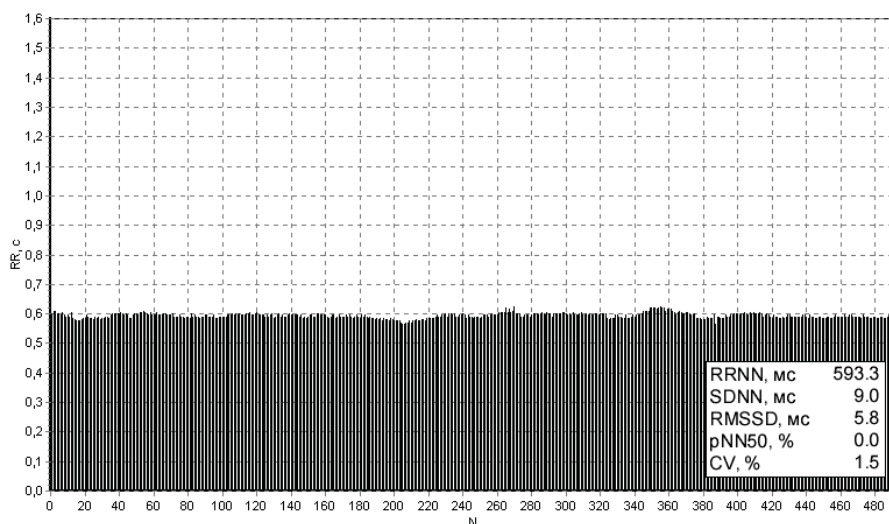


Рисунок 3. Ритмограмма той же больной после дополнительного отдыха.

Запись ЭКГ производится в положении лежа на спине, при спокойном дыхании. Обстановка во время исследования должна быть приближена к естественным условиям. При изучении динамики патологического процесса тестирование проводится в одно и то же время суток без предшествующих выраженных эмоциональных и физических нагрузок, натошак, после достаточного сна. Исследование у женщин проводится

в межменструальный период, так как гормональные изменения в организме отражаются на КРГ, нивелируя другие дисгормонозы, которые могут быть ошибочно расценены как следствие физиологических циклических изменений. 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 компенсировать возможную нехватку воздуха не глубокими вдохами, а учащением дыхания.

**Наложение электродов и запись ЭКГ.** Электроды на конечности накладывают по общепринятой методике: красный, желтый, зеленый и черный электроды накладываются соответственно на внутреннюю поверхность правого и левого предплечья и нижнюю треть левой и правой голени. При необходимости, например, при проведении ортостатической пробы, электроды могут укрепляться иначе: попарно на руках (на правом предплечье - красный и черный, на левом - желтый и зеленый) или все электроды на груди (отведения по Нэбу). Рекомендуется записывать как минимум два-три электрокардиографических отведения. Убедившись в устойчивой и качественной регистрации ЭКГ, приступайте к ее записи в память компьютера. После записи необходимого числа интервалов R-R приступайте к оценке качества записи и анализу кардиоритмограммы.

## **2.2. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗАПИСИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ**

Обратите внимание на наличие разнообразных помех, которые могут быть обусловлены наводными токами, мышечным тремором, плохим контактом электродов с кожей, беспокойным поведением обследуемого и другими причинами. Все выявленные артефакты необходимо устранить (отфильтровать) в соответствии с инструкцией по работе на аппарате. Фильтрацию целесообразно проводить в том случае, если число эктопических сокращений или артефактов невелико (менее 5-10%). При выявлении артефактов и эктопических сокращений более 5-10% целесообразно ограничиться анализом гистограммы и скаттерграммы.

Установите водитель ритма, или, иначе, определите источник возбуждения (водителя ритма) и ход возбуждения, т.е. установите отношение зубцов Р к желудочковым комплексам QRS.

Синусовый ритм характеризуется наличием в I, II, aVF стандартных отведениях положительных зубцов Р. В отведении aVR зубец Р отрицательный, в отведении III зубец Р может быть положительным или двухфазным (+/-), а в отведении aVL - отрицательным или двухфазным (-/+), но не наоборот. За зубцом Р должен следовать комплекс QRS с постоянным интервалом P-R (Q), равным или превышающим 0.12 с (у взрослых), за исключением случаев преждевременного возбуждения желудочков,

когда он короче. Форма зубца Р должна быть одинакова во всех сердечных циклах при нормальной ширине (до 0.12 с) всех зубцов Р в одном и том же отведении.

### **2.3. Основные методики анализа ВРС**

В настоящее время существует довольно большое количество визуальных и количественных методик анализа ВРС. Их можно сгруппировать следующим образом:

#### **I. Методы временного анализа (Time domain methods):**

А. Статистические методы;

Б. Геометрические методы:

- вычисление триангулярного индекса (HRV triangular index) и индекса триангулярной интерполяции гистограммы интервалов R-R (TINN);

- метод определения индекса "Святого Георга";

- метод оценки купола гистограммы по Л.Н. Лютиковой.

#### **II. 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.

#### **III. Нелинейные методы анализа ВРС:**

А. Показатели скаттерграммы (корреляционной ритмограммы);

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

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

- оценку показателей одномерного распределения;

- оценку показателей двумерного распределения;

- вычисление вторичных показателей одномерного распределения;

- методы корреляционно-спектрального анализа.

Учитывая большую популярность и разнообразие методов изучения variability интервалов R-R для оценки ВНС, а также неоднородность их физиологической интерпретации, в 1996 году на совместном заседании Европейского общества кардиологов и Северо-Американского общества электростимуляции и электрофизиологии были выработаны единые стандарты для анализа variability ритма сердца. Согласно этим стандартам ВРС рекомендуется измерять либо по коротким (5 минут),

либо длинным (24 часа) записям ЭКГ. Анализ variability ритма сердца рекомендуется проводить временными и частотными методами.

### **I. Методы временного анализа**

Временные методы заключаются в измерении продолжительности последовательных интервалов R-R между нормальными сокращениями и используют классические статистические характеристики.

Для клинических исследований при короткой записи ЭКГ рекомендуется пользоваться нижеперечисленными показателями.

#### **A. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**

Методы основываются на статистическом анализе изменений длительности последовательных 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.

В соответствии с вышеупомянутыми рекомендациями 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 регуляторных влияний на синусовый ритм сложившегося баланса между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы;

**SDNN** (standard deviation of the NN interval) - стандартное отклонение (SD) величин нормальных интервалов R-R (NN). Анормальные интервалы R-R из анализа исключаются. Стандартное отклонение (SDNN) - один из основных показателей variability сердечного ритма - характеризует состояние механизмов регуляции. 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/RRNN×100%** - "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 в течение всей записи;

**pNN50%** - процент (доля) последовательных интервалов NN, различие между которыми превышает 50 мс.

Полагают, что значения показателей RMSSD, NN50 (pNN50%) определяются преимущественно влиянием парасимпатического отдела вегетативной системы и являются отражением синусовой аритмии, связанной с дыханием. Как правило, показатели SDNN и RMSSD, pNN50% изменяются однонаправленно. Однако, при достаточно длинной записи, например, 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 (рисунок 2).

#### **Б. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ**

Под геометрическими методами анализа ВРС подразумевается построение и анализ гистограмм. 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 кардиоциклов), либо по формуле (Р.М. Баевский, 1986):

$$h = \frac{(X_{\max} - X_{\min})}{k},$$

где  $X_{\max}$  - максимальное значение интервала R-R;

$X_{\min}$  - минимальное значение интервала R-R;

k - число разрядов, определяемое по формуле:

$$k = 1 + 3.322 \times \lg n,$$

где n - число наблюдений случайной величины.

При вычислении триангулярного индекса шаг гистограммы принимает

ется равным  $1/128$  секунды.

При анализе гистограмм, построенных на коротких участках записи (250-500 интервалов R-R), выделяют несколько типов гистограмм:

1. *Нормальная гистограмма*. В состоянии покоя у здорового человека распределение величин интервалов R-R близко к нормальному распределению.

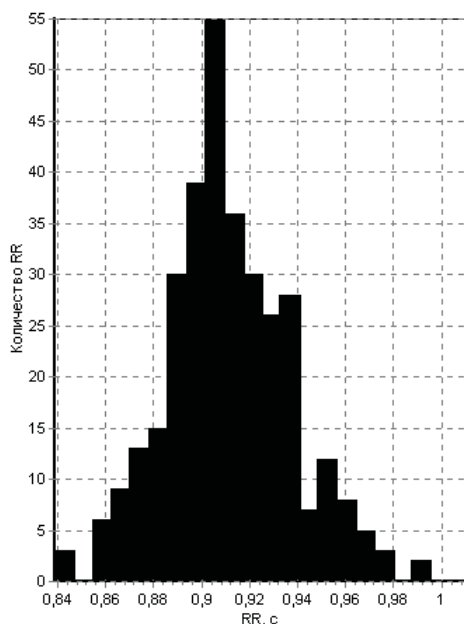


Рисунок 4. Гистограмма. Нормальное распределение.

2. *Асимметричная гистограмма*. Асимметрия обычно наблюдается при переходных состояниях ритма и указывает на нарушение стационарности процесса.



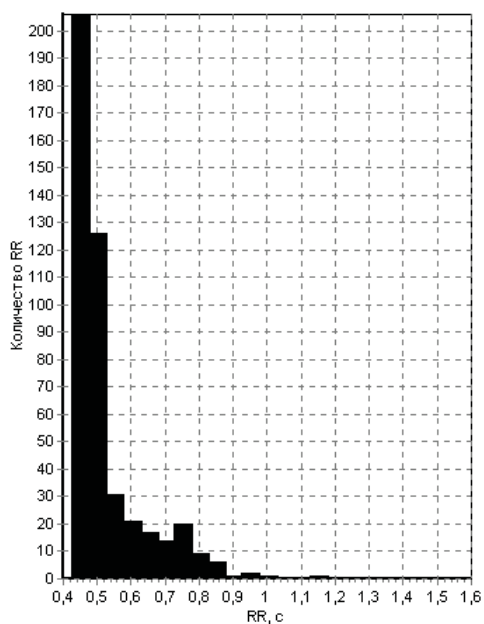


Рисунок 5. Гистограмма. Асимметричное распределение.

3. *Экссессивная гистограмма*. Характеризуется очень узким основанием и заостренной вершиной и регистрируется при стрессе и патологических состояниях.

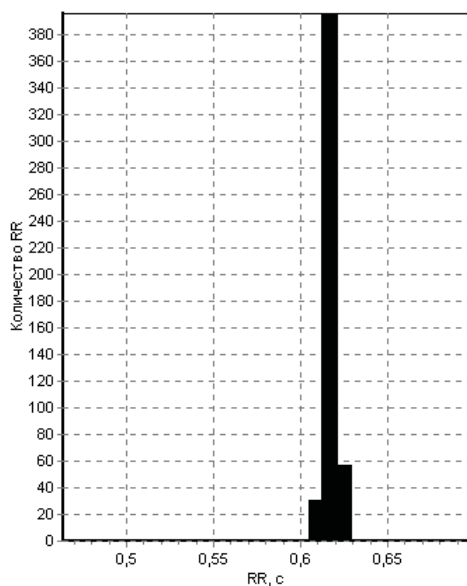


Рисунок 6. Гистограмма. Экссессивное распределение.

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 предсердий, частой политопной экстрасистолии, множественных артефактов.

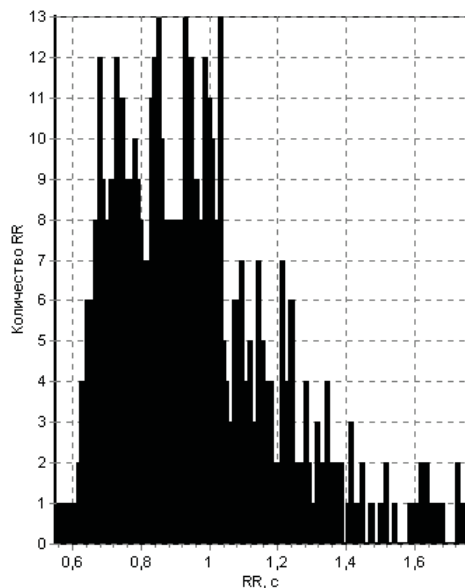


Рисунок 7. Гистограмма. Амодальное распределение.

5. *Полимодальная гистограмма*. При этом типе кардиоинтервалы распределяются так, что есть несколько выраженных, близких по высоте столбиков на гистограмме, каждый из которых мог бы считаться основным, т.е. претендовать на звание моды. В типичном виде такую гистограмму можно наблюдать при аллоритмии.

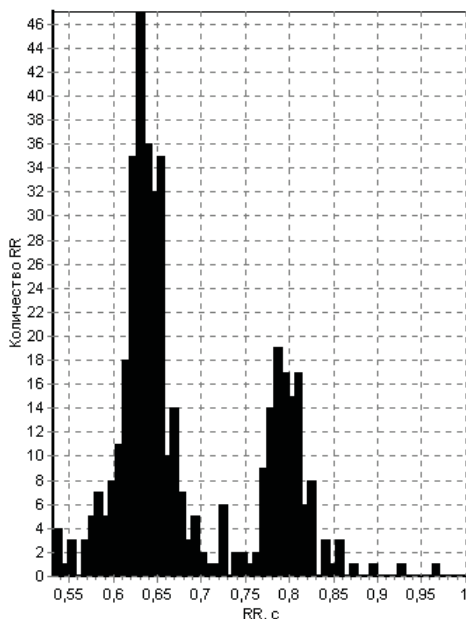


Рисунок 8. Гистограмма. Полимодальное распределение.

В связи с многообразием форм при описании гистограмм, используются различные математические модели: линейные, треугольные, базисные на анализе кривых второго порядка (показатели асимметрии, эксцесс) и др.

Наиболее распространенными в настоящее время методами анализа гистограмм являются методы их триангулярной интерполяции.

#### Метод определения индекса “Святого Георга”

Если во время записи КРГ встречаются артефакты, эктопические сокращения, выпадения отдельных сердечных комплексов, то для оценки гистограммы целесообразно использовать индекс “Святого Георга”. Суть методики состоит в том, что гистограмму условно представляют в виде треугольника, величина основания которого (b) вычисляется по формуле:

$$b = \frac{2 \times A}{h},$$

где h - количество интервалов с наиболее часто встречающейся длительностью;

A - площадь всей гистограммы, т.е. общее количество всех анализируемых интервалов R-R.

Величина основания косвенно отражает один из важнейших показателей ВРС - вариабельность ритма, а площадь треугольника - общее

количество всех анализируемых интервалов R-R. При этом артефакты, эктопические сокращения автоматически остаются за пределами треугольника и не учитываются при анализе.

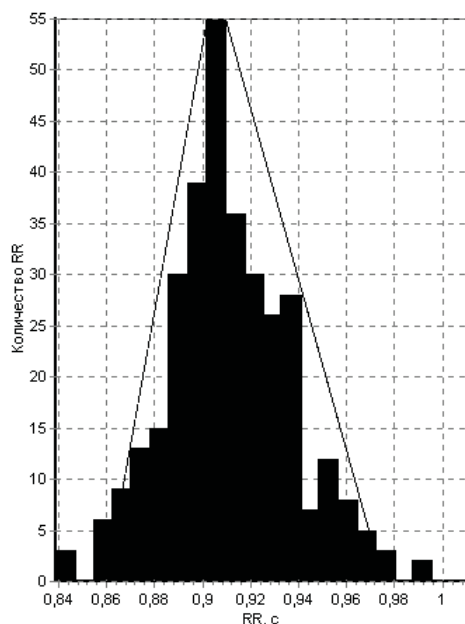


Рисунок 9. Определение индекса “Святого Георга”.

### Триангулярный индекс (HRV triangular index) и индекс триангулярной интерполяции гистограммы интервалов R-R (TINN)

Показатели рекомендованы Европейским обществом кардиологов и Северо-Американским обществом по электростимуляции и электрофизиологии. При этом гистограмму представляют в виде неравнобедренного треугольника. Используя математические построения, основанные на методе наименьших квадратов, склон гистограммы приближают отрезком прямой так, чтобы разница площадей смоделированного треугольника и исходной гистограммы была наименьшей. После построения указанного треугольника определяют его основание. Полученная таким образом характеристика называется триангулярным индексом.

#### Оценка купола гистограммы по Л.Н. Лютиковой (1995)

При данном варианте для оценки ширины (W) основного купола гистограммы предлагаются параметры WN1, WN5, которые отражают ширину основного купола гистограммы соответственно на уровне 1 и 5% от общего количества элементов, используемых для построения гистограммы, и параметры WAM 5 и WAM 10 - на уровне 5 и 10%

амплитуды моды. По пересечению указанных уровней с контуром гистограммы рассчитывается ширина основного ее купола. Преимуществом этих параметров является то, что они характеризуют основной купол гистограммы, представляющий распределение нормальных, т.е. наиболее распространенных интервалов R-R, а интервалы R-R, связанные с артефактами и экстрасистолами, образуют либо отдельные пики, либо малые купола, которые не сказываются на величине WN, WAM.

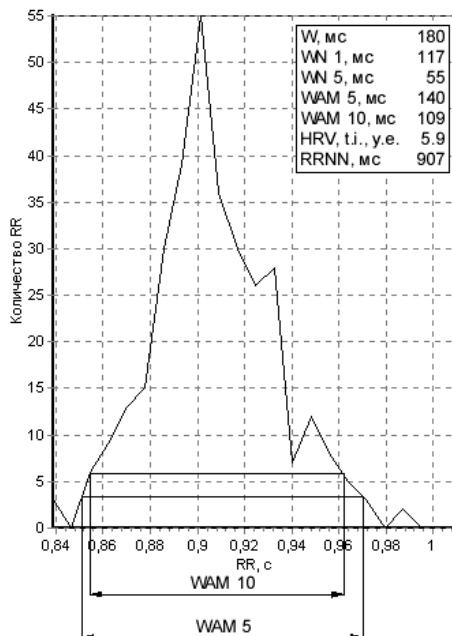


Рисунок 10. Схема определения основания купола гистограммы по Лютиковой.

Оценив показатели временного анализа, Вы сможете ответить на вопрос: “Как велика вариабельность?”. Ответ на второй вопрос: “Чем она определяется?” - дает анализ волновой структуры ритма.

## II. Анализ волновой структуры ритма сердца

### А. 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 ряда межсистолических интервалов в виде отрезков прямой линии, эквивалентных по длине продолжительности пауз между

сокращениями сердца. Каждый из отрезков начинается на оси абсцисс, 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 интервалов R-R. Рисунок этой неровности формируется тремя видами волн различной частотной характеристики: высокочастотными колебаниями (HF), низкочастотными колебаниями (LF) и колебаниями очень низкой частоты (VLF). Все три вида колебаний различимы визуально, а потому основу метода ритмограммы составляет визуально-логический и математический анализ волновой структуры сердечного ритма.

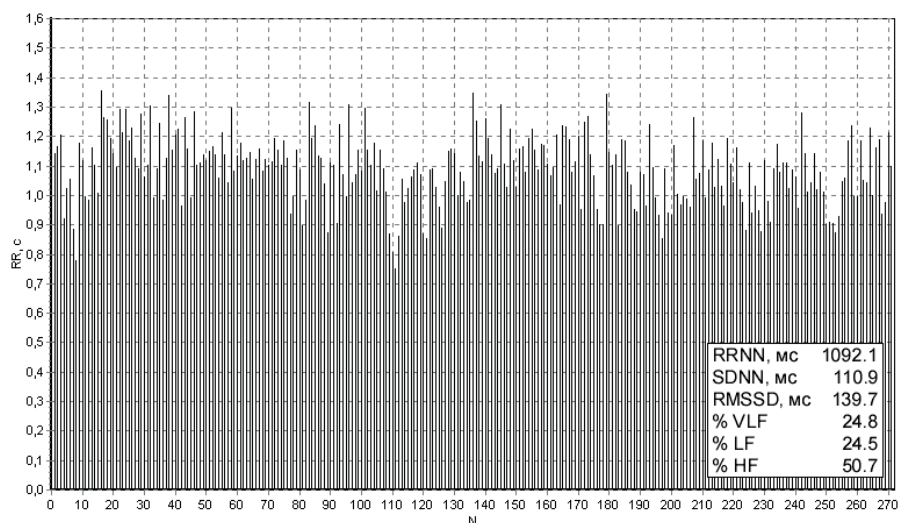


Рисунок 11. Ритмограмма с хорошо выраженными волнами различной частоты.

Клинико-физиологическую интерпретацию показателей ВРС целесообразно проводить по методике Д.И. Жемайтите (1981), в соответствии с которой выделяют 6 классов (типов) ритмограмм (РГ).

Приведя указанную классификацию в соответствии с принятой градацией диапазонов частот, мы предлагаем следующую градацию ритмограмм:

**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 быстрые) волны (HF), соответствующие синусовой дыхательной аритмии с относительно регулярными периодическими волнами;

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

**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;

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

**РГ-5** - отсутствие вышеописанной периодики и наличие волн большого периода (более 25 с), т.е. очень низкочастотные колебания (VLF);

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

1-й класс отражает вариант нормы - высоких функциональных возможностей сердца, встречается, как правило, у спортсменов в период напряженных тренировок и у лиц, занимающихся тяжелым физическим трудом. Обычно реакции на различные стимулы хорошо выражены, нагрузки переносятся хорошо. В основе этого класса - предельно высокое преобладание парасимпатического влияния на регуляцию ритма сердца, поэтому волн 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 симпато-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 СР над парасимпатическим, но волны LF имеют более постоянный период и амплитуду. У пациентов с такой РГ возможны повышения АД, нередко увеличена ЧСС.

5-й класс - на фоне увеличения ЧСС заметно отсутствие HF и LF. Происходит стабилизация СР с переходом его регуляции с рефлекторного уровня вегетативного руководства на гуморально-метаболический, более низкий и не способный быстро обеспечивать гомеостаз. Функциональные возможности сердца снижены. Подобная РГ обычно сопровождает органическую патологию сердца и является формализованным свидетельством автономной кардионейропатии.

6-й класс - демонстрирует крайний вариант срыва вегетативной регуляции СР, резко стабилизированный синусовый ритм на фоне тахикардии ("ригидный" ритм). Функциональные возможности сердца резко сниже-

ны, 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 встречаться и при других патологических состояниях.

При компьютерной оценке типа ритмограммы и в практической деятельности вполне допустимым является деление РГ на четыре класса (Е.А. Березный, А.М. Рубин, 1997):

**РГ 1-го класса** - наличие существенных периодических колебаний ритма с частотой 0.15-0.40 Гц (с периодом 2.5-6.7 с) высокочастотные волны (HF);

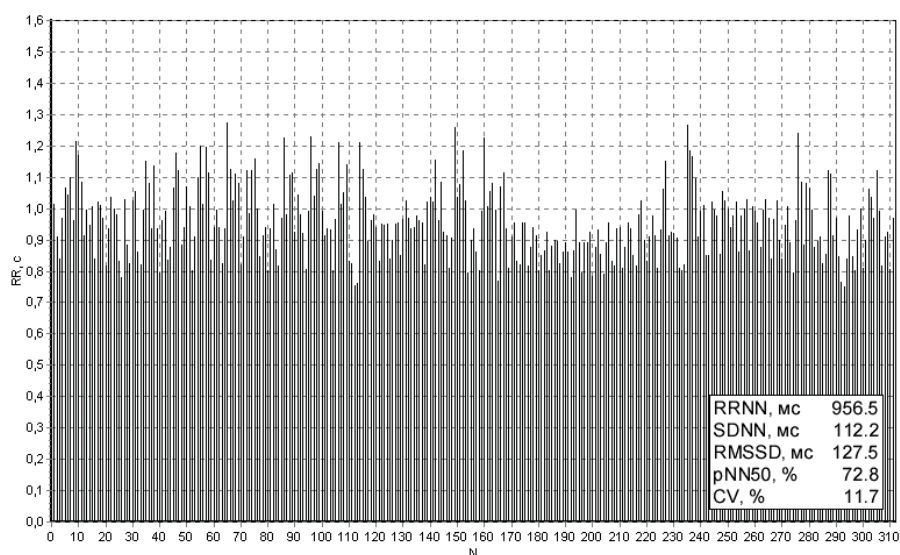


Рисунок 12. Ритмограмма 1-го класса.

**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);



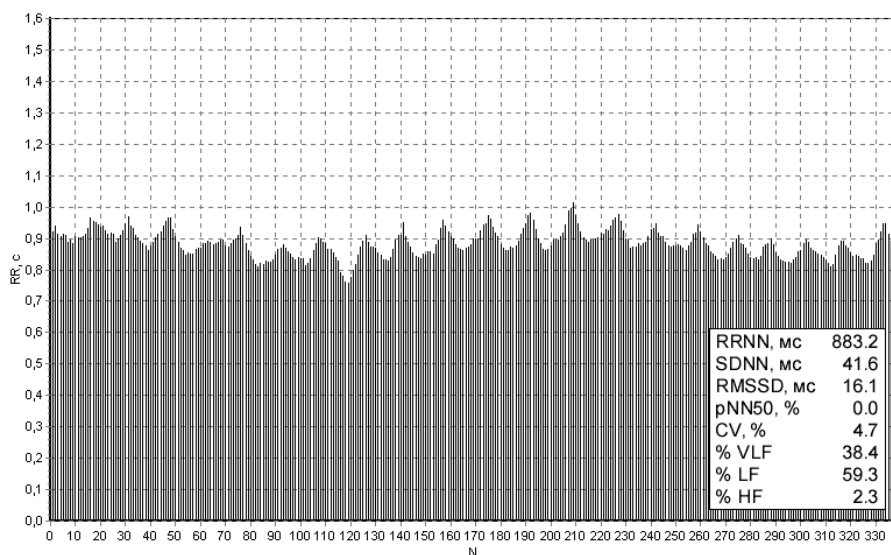


Рисунок 13. Ритмограмма 2-го класса.

**РГ 3-го класса** - отсутствие вышеописанной периодики и наличие волн большого периода (более 25 с) - колебания очень низкой частоты (VLF);

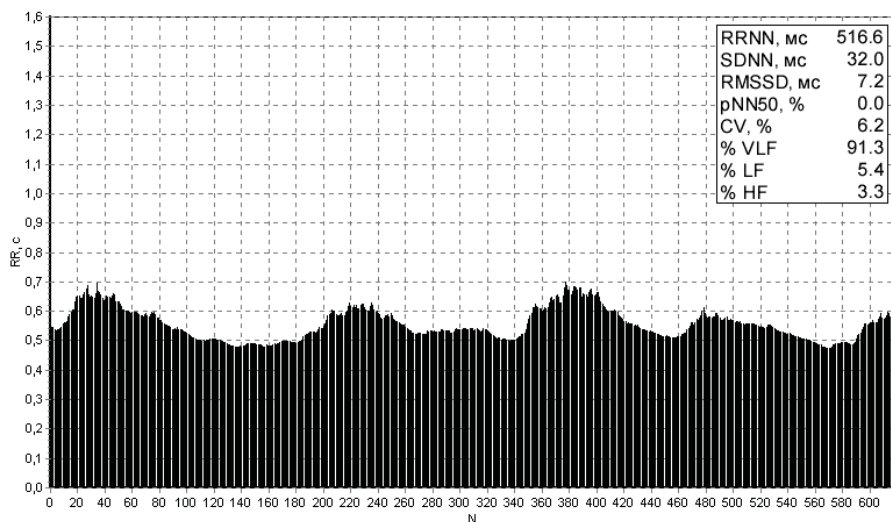


Рисунок 14. Ритмограмма 3-го класса.

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

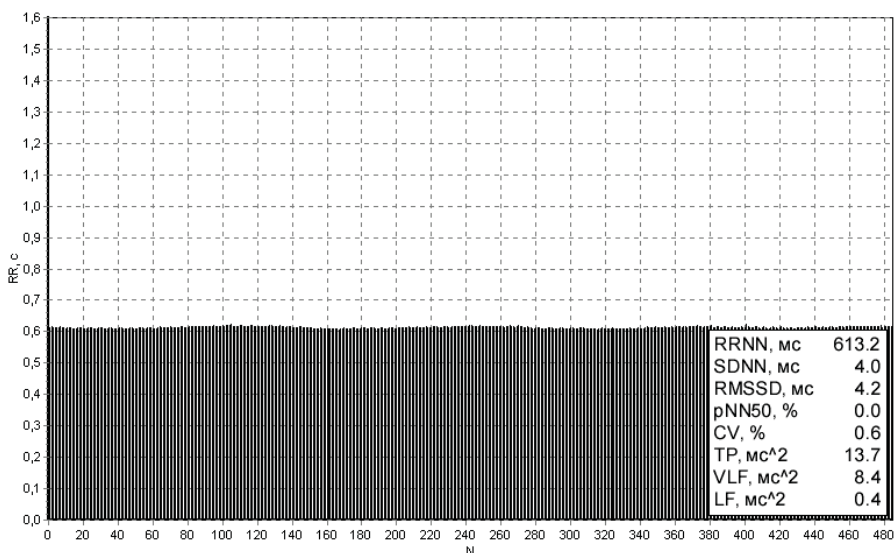


Рисунок 15. Ритмограмма 4-го класса.

#### **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: измеряется длительность интервалов R-R, откладывается величина этих интервалов в виде вертикальных столбиков (получается ритмограмма). По верхушке ритмограммы проводится огибающая кривая. Полученная кривая называется функцией вариации ритма. Данная кривая раскладывается на составляющие подобно тому, как солнечный свет, проходя через призму, расщепляется на разнородные спектры. Такой математической призмой является преобразование Фурье, которое дает возможность получить спектры изменчивости интервалов R-R (рисунок 16). Таким образом, последовательность интервалов R-R преобразуется в спектр мощности колебаний длительности R-R, представляющий собой последовательность частот (Гц), каждой из которых соответствует определенная амплитуда колебаний.

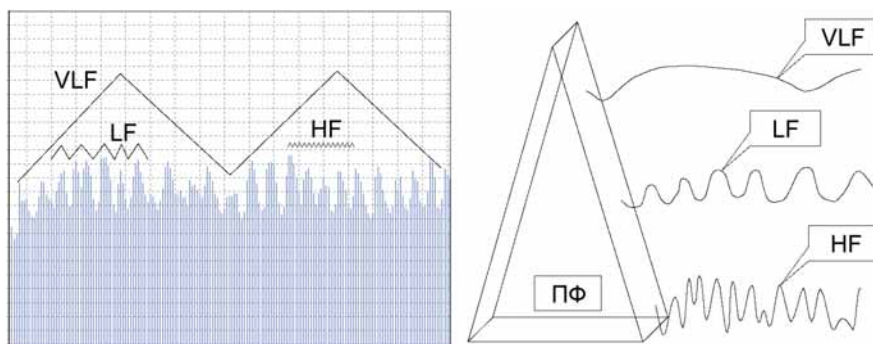


Рисунок 16. Схема волновой структуры ритмограммы и формирования спектрограммы.

Наиболее часто оценивается площадь 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 (рисунок 17).

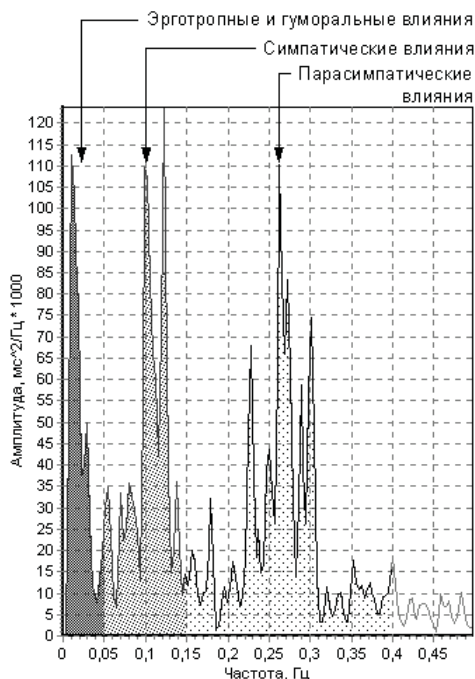


Рисунок 17. Схема спектрограммы.

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 вмешательств, а с другой - может помешать быстро воспроизвести результаты в случае отсутствия стандартных условий регистрации ЭКГ.

Как и любой другой метод, он имеет следующие ограничения:

- из анализируемого ритма должны быть исключены все артефакты и эктопические ритмы, иначе говоря, анализу подлежат только “нормальные” кардиоинтервалы;

- не следует анализировать кардиоритмограммы, содержащие более 5-10% эктопических сокращений;

- нецелесообразно анализировать кривые при смещении водителя ритма (нижнепредсердный ритм, узловый 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 с физической нагрузкой, в зависимости от уровня нагрузки; в ряде случаев, если не наступает “стабильное” состояние, то лучше вообще отказаться от проведения спектрального анализа после тяжелых физических нагрузок).

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 HFnu, вычисляется по формуле:

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

---

5. Мощность в диапазоне низких частот, выраженная в нормализованных единицах LFn<sub>u</sub>, вычисляется по формуле:

$$\text{LFn}_u = \frac{\text{LF}}{\text{Total} - \text{VLF}} \times 100$$

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<sub>u</sub>/LF<sub>u</sub>. Характер симпатико-парасимпатического воздействия оценивается по соотношению процентных вкладов (LF/HF).

7. Общая мощность спектра (ОМС) или полный спектр частот, характеризующих ВРС (TP - Total power) - это мощность в диапазоне от 0.003 до 0.40 Гц. Она отражает суммарную активность вегетативного воздействия на сердечный ритм и имеет тот же физиологический смысл, что и SDNN. При этом увеличение симпатических влияний приводит к уменьшению ОМС, а активация вагуса - к обратному действию.

Результаты спектрального анализа обычно представляются в виде графика распределения частот, по которому легко можно судить о балансе отделов вегетативной нервной системы.

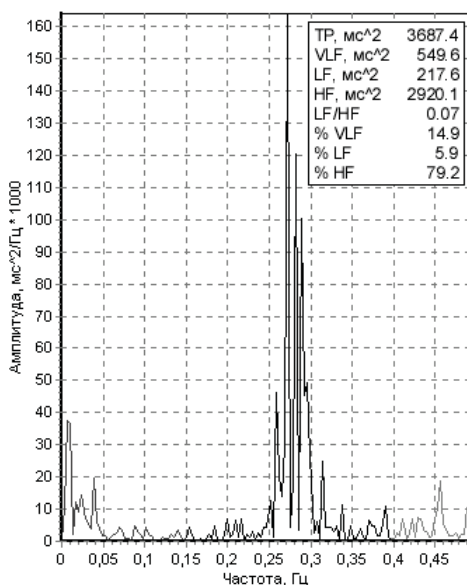


Рисунок 18. Спектрограмма при преобладании парасимпатических влияний.

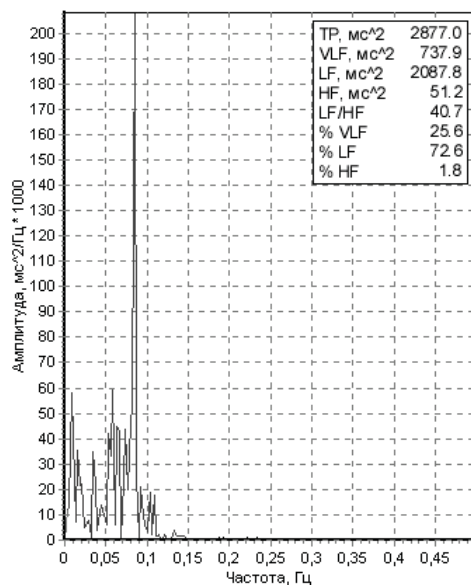


Рисунок 19. Спектрограмма при преобладании симпатической активности.

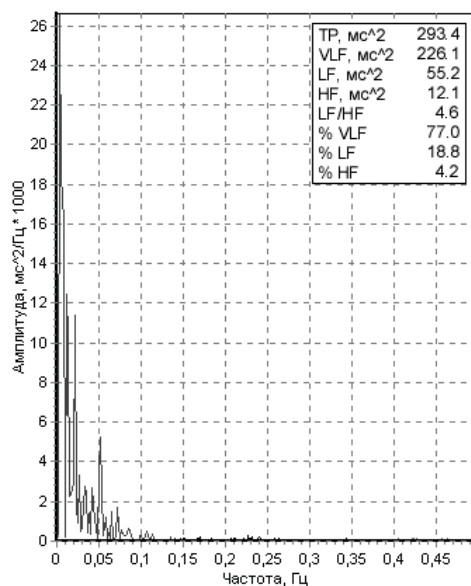


Рисунок 20. Спектрограмма при преобладании церебральных эрготропных и/или гуморально-метаболических влияний.

### III. Нелинейные методы анализа variability ритма сердца

#### А. ПОКАЗАТЕЛИ СКАТЕРГРАММЫ (КОРРЕЛЯЦИОННОЙ РИТМОГРАММЫ)

Методика разработана и обоснована, благодаря работам L. Schamroth и E. Dove (1966), а также M. Hooren и J. Bongaaris (1969). В нашей стране наиболее полно анализ корреляционной ритмограммы применительно к анализу аритмий разработал Е.А. Березный.

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 является особенно полезным для случаев, когда на фоне монотонности ритма встречаются редкие и внезапные нарушения (эктопические сокращения и (или) "выпадения" отдельных сердечных сокращений).

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 биссектрисы влево показывает, насколько данный сердечный цикл короче предыдущего, вправо от биссектрисы - насколько он длиннее предыдущего.

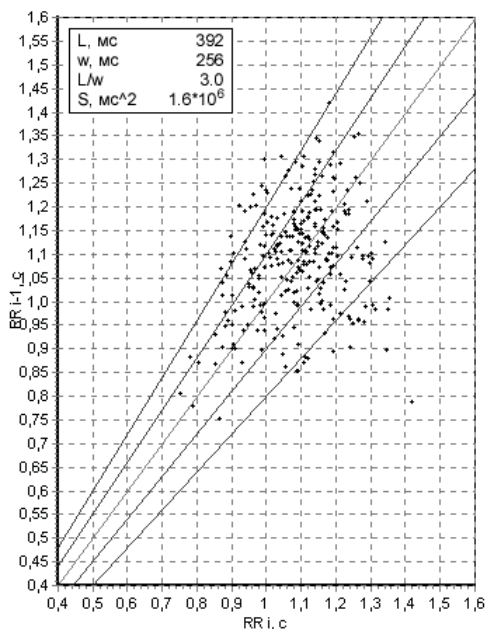


Рисунок 21. Скаттерграмма молодого здорового человека.

Изучены следующие показатели скаттерграммы:

- *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* (перпендикуляр к длинной оси, проведенный через ее середину - 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 variability ритма сердца малоинформативны или неприемлемы, целесообразно использовать оценку корреляционной ритмограммы (скаттерграммы).

#### **Б. МЕТОДЫ АНАЛИЗА НЕЛИНЕЙНЫХ ХАОТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ КАРДИОРИТМА - "ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ ХАОС" И "ЭНТРОПИЯ" СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

Теоретическое обоснование такого подхода основано на представлении о сложном, иррегулярном строении и комплексности механизмов регуляции живых организмов. Организм состоит из множества подсистем, которые, в свою очередь, имеют комплексный характер. Вопросы динамического поведения комплексных систем в настоящее время рассматриваются с позиций "детерминированного хаоса". Детерминированность хаотической системы заключается в высокой ее чувствительности по отношению к исходному состоянию и возможности описания ее поведения математическими методами нелинейной динамики. Среди последних используются методы фазового портрета, построения пространственных карт, вычисление размерности вложения или экспоненты Ляпунова, энтропии и другие. Это, несомненно, перспективное направление исследования ВРС на сегодняшний день не имеет достаточного теоретического и экспериментального обоснования, а потому не может использоваться в клинической практике.



#### IV. Вариационная пульсометрия по Р.М. Баевскому

“Классическая” методика оценки показателей variability ритма сердца изложена в работах 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 Р.М. 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 обособленная система, работающая в режиме компенсации отклонений в ответ на возмущения, вызванные дыханием. Активность автономного контура характеризуется выраженностью дыхательных волн сердечного ритма.

Центральный контур (ЦК) регуляции ритма сердца связан с недыхательной компонентой СР. Он участвует в управлении ритмом сердца через автономный контур, заставляя его работать в вынужденном режиме. Центральный контур состоит из трех уровней: А, Б, В, 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 определенного методологического подхода к проблеме математического анализа структуры СР, который заключается в том, что по соотношению активности различных контуров регуляции 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 “освобождает” высшие от необходимости постоянного участия в локальных регуляторных процессах. В случае, когда низшие не справляются со своими функциями, когда необходима координация деятельности нескольких подсистем, уравнивание организма со средой идет за счет напряжения механизмов регуляции. Чем выше централизация управления ритмом сердца, тем больше напряжение регуляторных механизмов, тем выше “физиологическая цена” адаптации;

- период волн сердечного ритма связан с уровнями управления: чем больше период, тем выше соответствующий уровень управления. Дыха-

тельные волны характеризуют активность АК, а медленные волны сердечного ритма характеризуют ЦК. Централизация управления проявляется усилением недыхательной компоненты СР, появлением медленных 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. Р.М. Баевским предложена следующая рабочая классификация состояний по степени напряжения регуляторных систем, обусловленного адаптивными реакциями организма (Р.М. Баевский, 1999):

1. Состояние нормы или состояние удовлетворительной адаптации к условиям среды. Класс функциональных состояний с достаточными функциональными (адаптационными) возможностями организма. Понятие нормы включает в себя способность организма адаптироваться к определенным воздействиям факторов окружающей среды. Адекватность ответа организма на воздействие тех или иных факторов - тоже один из важнейших компонентов нормы.

2. Состояние повышенного функционального напряжения механизмов адаптации, при которых оптимальные адаптационные возможности организма обеспечиваются более высоким, чем в норме, напряжением регуляторных систем, что приводит к повышенному расходованию функциональных резервов организма.

3. Состояние перенапряжения, или состояние неудовлетворительной адаптации, - характеризуется снижением функциональных возможностей организма с преобладанием неспецифических или специфических изменений со стороны определенных органов и систем

4. Состояние истощения регуляторных систем, или срыв адаптации - состояние с резким снижением функциональных возможностей организма в связи с нарушением механизмов компенсации. В данном состоянии, как правило, наблюдаются различные заболевания 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 вероятность в группе

лиц со срывом адаптации. В нее входят лица с латентными формами заболеваний, явлениями предболезни, хроническими или нераспознанными болезнями. Определение степени напряжения регуляторных систем связано, по существу, с диагностикой указанных состояний. Исходя из концепции о сердечно-сосудистой системе как об индикаторе адапционно-приспособительной деятельности целостного организма, для оценки состояния регуляторных механизмов обычно используют анализ изменений ритма сердечных сокращений. Изменение сердечного ритма - универсальная оперативная реакция целостного организма на любое воздействие внешней среды. Информация о том, какова "цена" этой адаптации, содержится в волновой структуре сердечного ритма и может быть выявлена с помощью математического анализа ряда кардиоинтервалов.

#### Физиологическая интерпретация некоторых показателей математического анализа ритма по Р.М. 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 (Mo) - наиболее часто встречающееся значение R-R, указывающее на доминирующий уровень функционирования синусового узла. При симпатикотонии Mo меньше, при ваготонии - больше.

Вариационный размах (BP) вычисляется как разница между максимальным и минимальным значениями R-R. Отражает степень variability или размах колебаний значений кардиоинтервалов. BP рассматривается как парасимпатический показатель.

Амплитуда моды (AMo) - это число кардиоинтервалов в %, соответствующих диапазону моды, отражает меру мобилизирующего влияния симпатического отдела.

Коэффициент вариации (CV) - по физиологическому смыслу не отличается от  $\delta$ , но является показателем, нормированным по частоте сердечных сокращений, а потому испытывает меньшее влияние при наличии артефактов, эктопических сокращений.

### Вторичные показатели вариационной пульсометрии

Индекс вегетативного равновесия ( $ИВР = АМо / ВР$ ) 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 ( $ВПР = 1 / Мо \times ВР$ ) позволяет судить о парасимпатических сдвигах вегетативного баланса. Чем меньше ВПР, тем больше вегетативный баланс смещен в парасимпатическую сторону.

Индекс напряжения регуляторных систем ( $ИН = АМо / (2ВР \times Мо)$ ) отражает степень централизации управления сердечным ритмом.

Показатель адекватности процессов регуляции ( $ПАПР = АМо / Мо$ ) отражает соответствие между активностью симпатического отдела вегетативной системы и ведущим уровнем функционирования СА-узла.

Комплексная оценка variability ритма сердца предусматривает диагностику функциональных состояний. Изменения вегетативного баланса в виде активации симпатического звена рассматриваются как неспецифический компонент адаптационной реакции в ответ на различные стрессорные воздействия. Одним из методов оценки таких реакций является вычисление показателя активности регуляторных систем (ПАРС). Он вычисляется в баллах и ориентируется на статистические показатели, показатели гистограммы и данные спектрального анализа.

Вычисление ПАРС осуществляется по алгоритму, учитывающему следующие пять критериев:

А. Суммарный эффект регуляции по показателям частоты пульса (ЧП).

Б. Суммарная активность регуляторных механизмов по среднему квадратичному отклонению - SD (или по суммарной мощности спектра - TP).

В. Вегетативный баланс по комплексу показателей: ИН, RMSSD, HF, IC.

Г. Активность вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус, по мощности спектра медленных волн 1-го порядка (LF).

Д. 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 сре-

дой (норма, ПАРС=1-2).

2. Состояние умеренного напряжения регуляторных систем, когда для адаптации к условиям окружающей среды организму требуются дополнительные функциональные резервы. Такие состояния возникают в процессе адаптации к трудовой деятельности, при эмоциональном стрессе или при воздействии неблагоприятных экологических факторов (ПАРС=3-4).

3. Состояние выраженного напряжения регуляторных систем, которое связано с активной мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышением активности симпатико-адреналовой системы и системы гипофиз-надпочечники (ПАРС=4-6).

4. Состояние перенапряжения регуляторных систем, для которого характерна недостаточность 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 управляющих механизмов снижается (недостаточность механизмов регуляции) и появляются 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 мероприятий по профилактике и лечению. **Желтый** - указывает на необходимость повышенного внимания к своему здоровью. Здесь речь уже идет о необходимости проведения оздоровительных и профилактических мероприятий. **Красный** - показывает, что необходимо провести серьезные мероприятия в отношении своего здоровья. Вначале требуется диагностика, а затем и лечение возможных заболеваний.

Выделение зеленой, желтой и красной зон здоровья позволяет характеризовать функциональное состояние человека с точки зрения риска развития болезни.

### ГЛАВА 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ

Наиболее интересной частью работы с кардиоритмограммой, представляющей существенную дополнительную информацию при оценке функционального состояния сердца и позволяющей оценить реактивность вегетативной системы и вегетативное обеспечение деятельности, является проведение функциональных проб.

Одна из главных целей проведения проб - это выяснение реакции вегетативной системы на внешние раздражители.

#### Рекомендуемый перечень функциональных проб

1. Активная ортостатическая проба (при необходимости клиноортостатическая проба).
2. Проба с управляемым дыханием.
3. Проба Вальсальвы.
4. Изометрическая нагрузочная проба.
5. Кардиоваскулярные пробы по D.Ewing.
6. Нагрузочная проба (велозергометрия).
7. Фармакологические пробы (с  $\beta$ -блокаторами, атропином и др.).
8. Проба Ашнера.
9. Синокаротидная проба.
10. Психофизиологические пробы.

### **3.1. АКТИВНАЯ ОРТОСТАТИЧЕСКАЯ ПРОБА (АКТИВНЫЙ ТИЛТ-ТЕСТ)**

Одним из простых, высокоинформативных и доступных методов исследования сердечно-сосудистой системы является ортостатическая проба.

#### Показания

Ортостатическую пробу применяют при необходимости:

- оценить реактивность парасимпатического и симпатического отделов ВНС;
- дифференциальной диагностики обморочных состояний;
- выявить толерантность к резким изменениям положения тела в связи с условиями профессиональной деятельности (работа в условиях пониженного барометрического давления, невесомости, гиподинамии и т.д.);
- назначения лекарственных средств, влияющих на перераспределение крови (гипотензивные препараты, ганглиоблокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента и др.);
- дифференциальной диагностики нейроциркуляторных расстройств кровообращения.

#### Методика проведения пробы

После предварительного инструктажа обследуемый проводит 10-15 минут в горизонтальном положении с приподнятой головой. В это время проводится регистрация ЭКГ. Затем по команде он быстро, без задержек, принимает вертикальное положение и стоит спокойно по стойке "смирно", но без напряжения в течение 5-7 минут.

Техническая особенность проведения пробы заключается в том, что во время вставания с кушетки регистрируемый ЭКГ-сигнал может

“зашкалить”, и на КРГ появятся множественные артефакты. Чтобы избежать этого, можно предпринять следующие действия. Во-первых, все четыре электрода можно закрепить попарно на руках пациента и регистрировать в этом случае I-е отведение ЭКГ. Второй вариант - разместить электроды на груди (отведения по Нэбу), а именно: электрод с правой руки поместить во второе межреберье справа от грудины, электрод с левой ноги - по средней ключичной линии в пятое межреберье (точка электрода V4), электрод с левой руки разместить по задней подмышечной линии на уровне пятого межреберья, а электрод с правой ноги (земля) укрепить на правой руке.

#### Физиологические изменения при проведении ортостатической пробы

При переходе из горизонтального положения в вертикальное уменьшается поступление крови к правым отделам сердца; при этом центральный объем крови снижается приблизительно на 20%, минутный объем - на 1-2.7 л/мин. Как следствие снижается артериальное давление, что является мощным раздражителем для механорецепторов различных барорефлекторных зон. Первым из всех механизмов поддержания АД реагирует механизм барорефлекторной регуляции. При этом в течение первых 15 сердечных сокращений происходит увеличение ЧСС, обусловленное понижением тонуса n.vagus, а около 30-го удара вагусный тонус восстанавливается и становится максимальным (регистрируется относительная брадикардия). Спустя 1-2 минуты после перехода в ортостатическое положение происходит выброс катехоламинов и повышается тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы, что обуславливает учащение ЧСС и увеличение периферического сопротивления, и лишь затем включается ренин-ангиотензин-альдостероновый механизм (рисунок 22).

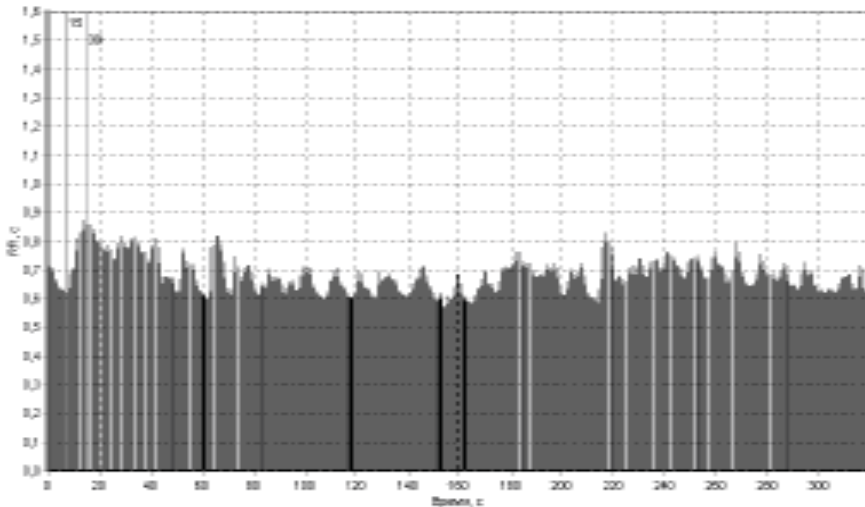


Рисунок 22 . Ритмограмма при активной ортостатической пробе.  
Последовательность включения барорефлекторных механизмов.

### Интерпретация активной ортостатической пробы (АОП) по КРГ

Анализ переходного периода имеет самостоятельное диагностическое значение и может использоваться как при ортостатической пробе, так и в комплексе с другими показателями при проведении кардиоваскулярных проб. Переходный период на кардиоритмограмме представляет собой характерного вида “яму” с последующим “пиком”, отражающим ускорение, а затем замедление ЧСС (рисунок 23).

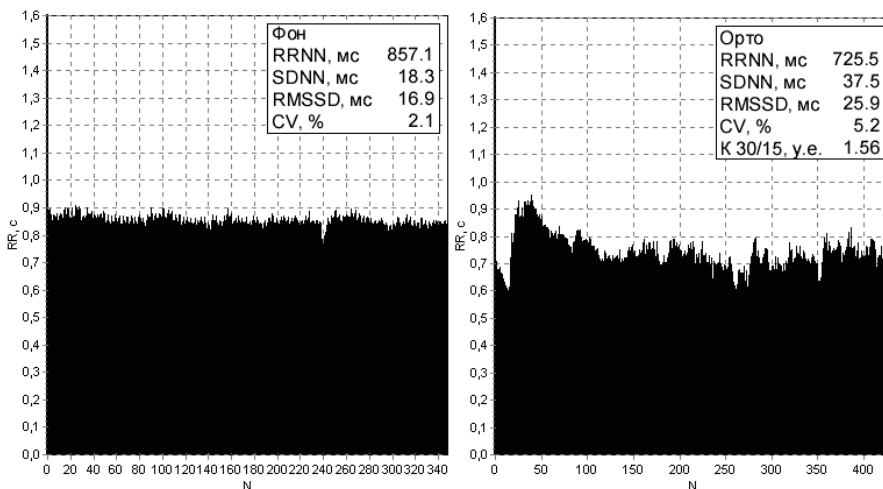


Рисунок 23. Ритмограмма при активной ортостатической пробе в норме:  
а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.



При анализе переходного периода важно отношение минимального, соответствующего “дну ямы”, значения R-R интервала (обычно в районе 15 удара от начала вставания), к самому длинному R-R интервалу, обычно около 30 R-R интервала (R-R 30) - так называемый коэффициент 30:15 (рисунок 24). Основой для вычисления K30:15 послужили работы Ивинга, показавшего, что в первые секунды вставания учащение пульса происходит за счет понижения тонуса *n.vagus*, который становится минимальным в районе 15-го удара от начала вставания, а около 30-го удара вагусный тонус восстанавливается и становится максимальным (регистрируется относительная брадикардия). Таким образом, отношение K30:15 характеризует функцию блуждающего нерва и не зависит от скорости вставания и возраста. Низкий коэффициент K30:15 указывает на недостаточность функции *n.vagus* и, следовательно, позволяет уточнить генез тахикардии при вегетативных кризах, которая не всегда имеет симпатическое происхождение, а может быть обусловлена проявлением вагусной недостаточности.

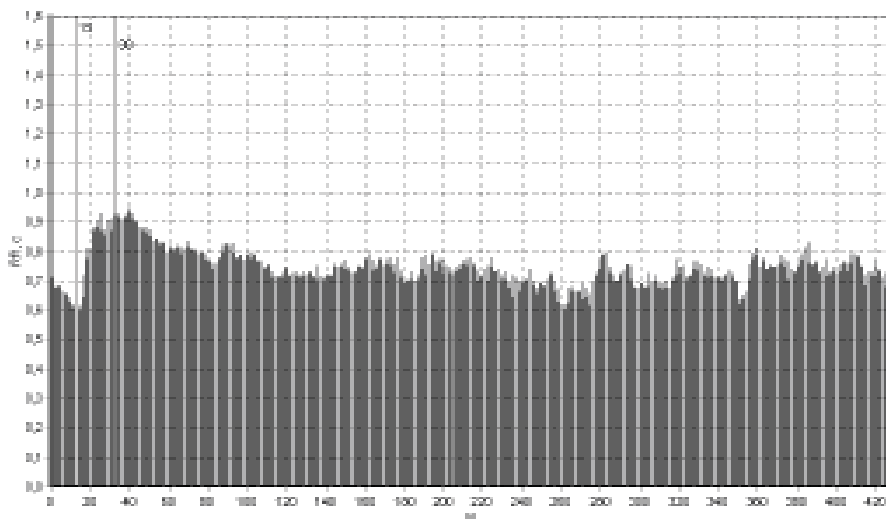


Рисунок 24. Измерение коэффициента 30:15.

При проведении спектрального анализа переходный период из анализа исключается. Существуют разные мнения по поводу длительности переходного периода, подлежащего исключению из анализа. Обычно предлагается исключать одну или две минуты. При работе на аппаратах фирмы “НейроСофт”, используя имеющиеся технические возможности, мы предпочитаем исключать из анализа визуально определяемый участок нестационарного процесса. При этом продолжительность записи, не подлежащей анализу, может составлять как менее одной минуты, так и более двух минут.

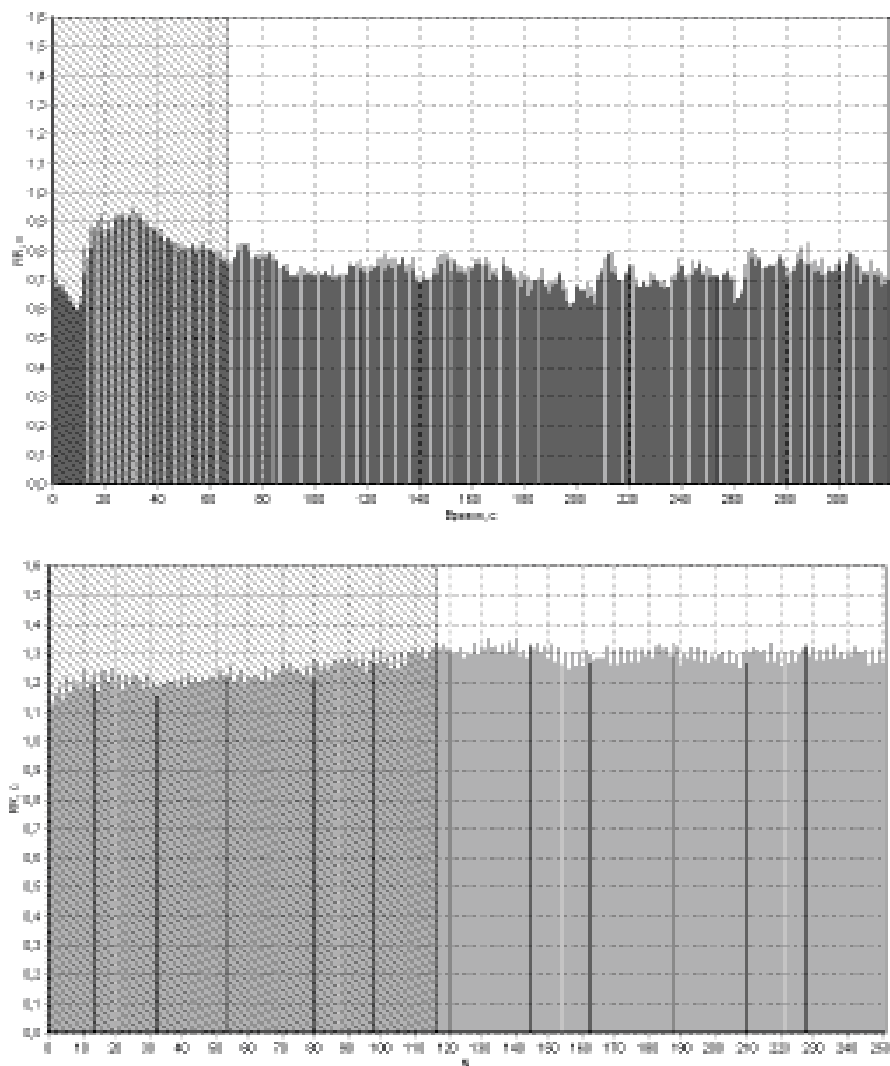


Рисунок 25. Ритмограмма. Примеры исключения переходного периода из анализа: а) менее 1 минуты, б) около 2-х минут.

Если стационарный период не наступает, то целесообразно вообще отказаться от спектрального анализа (рисунок 26).

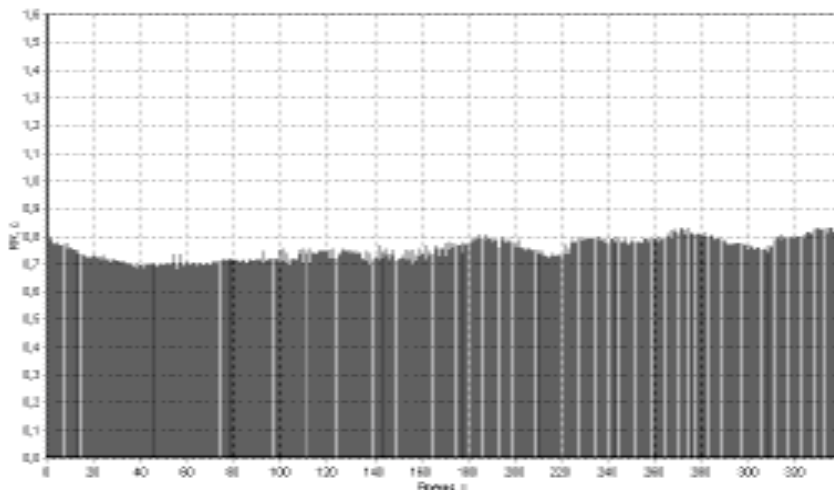
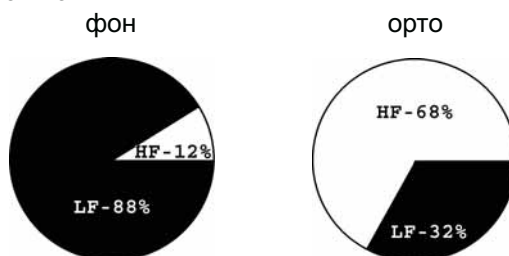


Рисунок 26. Ритмограмма при активной ортостатической пробе. Отсутствие стационарного периода.

В норме при переходе в вертикальное положение, как правило, снижается спектральная мощность всех компонентов (VLF, LF, HF) и, как следствие, снижается общая мощность спектра. При этом в большей степени снижается мощность высокочастотных компонентов и в меньшей - мощность низкочастотных волн. В итоге, относительная мощность низкочастотных компонентов в нормализованных единицах (LF п.у.) возрастает. Наиболее наглядно эти изменения можно наблюдать на круговых диаграммах.



Можно предложить вариант проведения ортостатической пробы с длительным стоянием. В этом случае проводится запись в положении лежа, в течение 5 мин, а затем - во время проведения ортостатической пробы на 4-8, 9-13, 14-18, 19-23 минутах исследования (З.А. Мусаева, Н.Б. Хаспекова, 1999). Данный вариант целесообразно проводить для выявления больных с нейрогенными обмороками. При проведении спектрального анализа в течение первых 10 минут стояния динамика LF и HF у больных и здоровых не различалась (возрастание LF и снижение HF). После десятой минуты VLF у здоровых снижается, а у больных -

возрастает. На пятнадцатой минуте у больных с нейрогенными обмороками снижается LF и HF при сохраняющейся высокой VLF, т.е. симпатикотония у больных в ортостазе поддерживается за счет церебральных эрготропных механизмов.

При ортостатической пробе важно учитывать динамику АД, ЧСС, клинические данные.

Проба считается положительной, если развивается обморочное или предобморочное состояние, сопровождающееся ощущением дурноты, головокружением, гипотензией, брадикардией, болью или дискомфортом в области головы и шеи, иногда судорогами. При наличии указанных симптомов и/или при условии, если в ответ на ортостатическую нагрузку ЧСС увеличивается более, чем на 30 ударов в 1 мин, а систолическое артериальное давление (АДсис) снижается на 30 мм. рт. ст. и более, выставляется диагноз ортостатической постуральной гипотензии, который свидетельствует о нарушении вегетативной регуляции, скорее всего, центрального генеза.

При исследованиях эпидемиологического характера допустимо не учитывать клиническую симптоматику. При таком подходе критерием ортостатической гипотонии считается снижение АД на 20/10 мм.рт.ст.

Для оценки ритмограммы при проведении ортостатической пробы можно использовать показатель - коэффициент реакции (Кр) (Д.И. Жемайте, 1982, Е.А. Березный и А.М. Рубин, 1997).

$$Kp = \frac{(R-R_{\max} - R-R_{\min})}{R-R_{\max}} \times 100$$

Реакции обследуемого на ортостатическую пробу с учетом данного коэффициента можно разделить на три категории: нормальная, сниженная и парадоксальная.

При *нормальной реакции* на ортопробу регистрируется Кр не меньше 30% с последующим установлением ЧСС после переходного процесса на уровне исходного с возможным изменением характера волн или без изменения их характера. В случае исходного стабильного ритма на фоне брадикардии ортостатическая проба приводит к быстрому учащению ритма ( $Kp > 40\%$ ) с появлением мощных дыхательных (быстрых) волн после окончания переходного процесса. Такая нормальная реакция характерна для здоровых тренированных людей (рисунок 27).

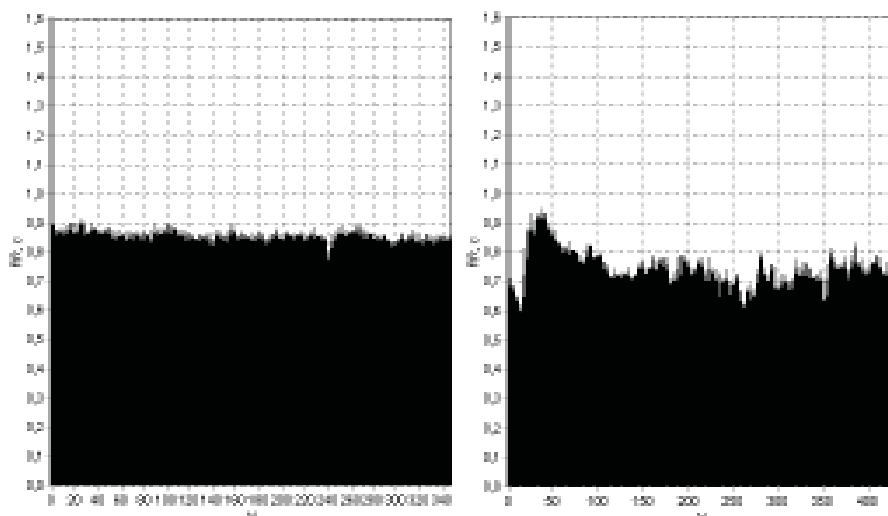


Рисунок 27. Адекватная реакция на ортостатическую пробу:  
а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.

*Сниженная реакция* ( $K_p$  меньше 30%). При этом, как правило, имеет место симпатическая направленность КРГ. В случае исходного маловариабельного ритма на фоне брадикардии наблюдается низкий  $K_p$  (нередко менее 10%), особенно у больных ИБС, что объясняется уменьшением влияния обоих отделов вегетативной регуляции при ортостатической пробе. Сниженная реакция характеризует ухудшение функционального состояния при развитии сердечно-сосудистой патологии (рисунок 28).

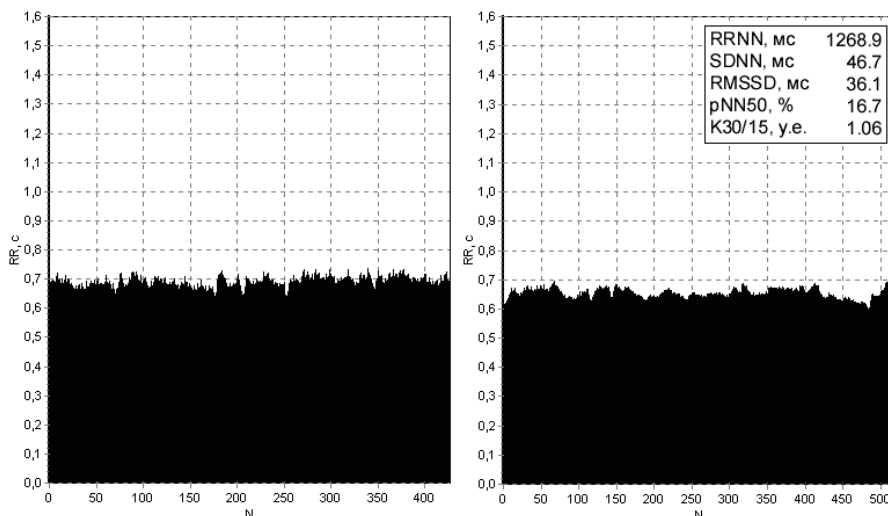


Рисунок 28. Сниженная реакция на ортостатическую пробу:  
а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.

*Парадоксальная реакция* характеризуется тем, что при значениях Кр больше 30% наблюдается резкая стабилизация ритма при наличии исходной ваготонии, либо переходный период представляет собой “бугорок” вместо “ямы”, т.е. Кр становится отрицательным (рисунок 29). Парадоксальная реакция отражает различные нарушения регуляции ритма и не может интерпретироваться однозначно.

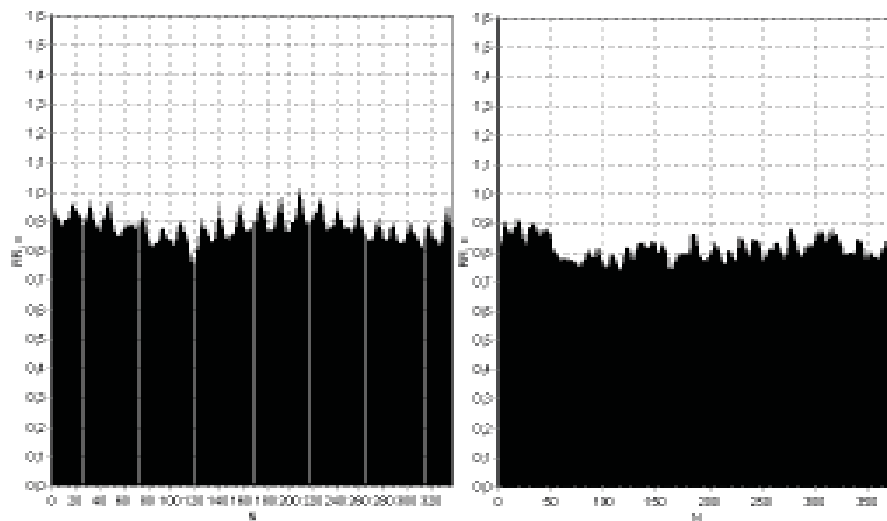


Рисунок 29. Парадоксальная реакция на ортостатическую пробу:  
а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.

Н.И. Сапова предлагает различать следующие виды переходного процесса (цит. по Е.А. Березный, А.М. Рубин, 1997):

- колебательный (затухающие периодические колебания);
- слабоколебательный (с одним отклонением от величины параметра в установившемся режиме);
- аperiodический (экспоненциальный).

При анализе переходного периода используется биокibernетический подход, суть которого заключается в определении отдельных динамических характеристик - амплитудных, временных и интегральных, каждая из которых имеет свою физиологическую интерпретацию.

Приведем предложенный Д.И. Жемайтите (1981) вариант оценки ортостатической пробы по ритмограмме.

#### Классификация ритмограмм по их реакции на ортостатическую пробу (ОП)

*Нормальная реакция ритма* (РГ 1, 2, 4 класса). Характерно быстрое учащение ритма на 30% и больше от исходного во время переходного процесса с последующим его установлением на исходном уровне

(РГ 1 класса), на большей частоте без изменения дисперсии ритма и характера волн (РГ 2 класса) и с уменьшением дисперсии ритма и изменением характера волн после окончания переходного процесса (РГ 4 класса).

*Уменьшенная реакция ритма* (РГ 5, 6, 7 класса). Характерно снижение максимальной реакции ритма в переходном процессе: 20 - 28% при РГ 5, 10 - 20% при РГ 6, и менее 10% при РГ 7. Кроме того, уже в исходном состоянии ритм сердца становится более стабильным. Если нормальная реакция ритма характерна для здоровых лиц и отражает тренированность исследуемого, то степень снижения реакции на фоне повышения его стабильности соответствует ухудшению функционального состояния при развитии сердечно-сосудистой патологии.

*Неадекватная реакция ритма* (РГ 8, 9, 10 класса). Отражает нарушение регуляции ритма, когда учащение ритма более чем на 30% сопровождается резкой стабилизацией при наличии исходной брадикардии, интерпретируемой как ваготония. Другой вариант неадекватной реакции - парадоксальное увеличение дисперсии ритма при его учащении в положении стоя в случае нормальной (РГ 8 класса) или сниженной (РГ 9 класса) максимальной его реакции. Исходная тахикардия и сниженная максимальная реакция на ОП, сопровождаемые урежением ритма ниже исходного уровня и повышением его дисперсии в положении стоя, характерны для симпатикотонии (РГ 10 класса).

Ни одна из характеристик ритма в отдельности не позволяет однозначно оценить характер вегетативной регуляции ритма. Для этого необходимо иметь данные о пациенте. Примером может служить стабильный ритм на фоне выраженной брадикардии, который может быть отражением высокой тренированности у спортсменов или сниженного влияния вегетативной регуляции, особенно симпатической, при относительном превалировании парасимпатической регуляции у больных ИБС.

Увеличение влияния парасимпатической регуляции ритма в исходном состоянии заключается в урежении ритма и выраженной дыхательной аритмии, увеличении максимальной реакции ритма при ОП (35%) с последующим выраженным учащением ритма и уменьшением его дисперсии.

При проведении ортоклиностатического варианта пробы учитываются:

- ортостатическое ускорение;
- клиностатическое замедление;
- ортоклиностатическая разница;

Выделяют три типа вегетативного обеспечения рефлексов положения, приведенные в таблице 1.

---

Таблица 1

Вариант	АД сист.	Индекс Кердо*	Ортоста- тическое ускорение	Клиноста- тическое замед- ление	Ортокли- ностати- ческая разница
1 тип					
- стоя	-20±2.8	+12±2.1	+20±2.3	-12±1.6	8±1.7
- лежа	+21±2.4	-15±1.8			
2 тип					
- стоя	-25±2.0	+20±3.5	+26±2.0	-8±1.5	16±0.5
- лежа	+27±2.0	+7±2.0			
3 тип					
- стоя	23±0.3	24±2.6	+8±2.2	-18±1.0	10±1.1
- лежа	+30±2.4	60±6			

\*вегетативный индекс Кердо определяется по формуле:

$$I_k = 1 - \frac{АД_{\text{диаст}}}{ЧСС} \times 100$$

*1-й тип* (адекватная реакция на рефлекс положения) - отражает адекватное преобладание в положении стоя симпатической, а в положении лежа - парасимпатической регуляции сердечно-сосудистой системы. У здоровых эта форма наблюдается в 54% случаев и отражает физиологический режим работы функциональных систем, у больных (артериальной гипертензией) - указывает на сохранение адаптации при отсутствии выраженных изменений регуляторных механизмов.

*2-ой тип* - симпатикотонический вариант. Изменения указывают на ослабление парасимпатических и усиление симпатических влияний. Среди здоровых этот вариант встречается в 32% случаев и отражает конституциональную направленность вегетативного тонуса без изменения физиологических констант гомеостаза, среди больных артериальной гипертензией (АГ) - характеризует стадию субкомпенсации.

*3-й тип* - парасимпатический. Среди здоровых этот вариант встречается в 14% случаев и указывает на особенность функционирования ВНС, среди больных (АГ) - характеризует ослабление механизмов ауторегуляции и, прежде всего, симпатического отдела. То есть, с годами ослабевают симпатические (гиперергические) и усиливаются парасимпатические (трофотропные) регуляторные влияния.



### 3.2. ПРОБА С ГЛУБОКИМ УПРАВЛЯЕМЫМ ДЫХАНИЕМ (ДЫХАТЕЛЬНАЯ ПРОБА)

Целью данной пробы является выяснение характера реакции на стимуляцию парасимпатического отдела вегетативной системы.

Существуют различные методы, но наибольшее распространение получила методика, предложенная Wheeler and Watkins и модифицированная Hilsted and Jensen. Рекомендуем следующий вариант проведения пробы. Обследуемый лежит спокойно, проводится фоновая запись ЭКГ. Затем, по команде, дышит глубоко и регулярно с частотой шесть раз в минуту (5 секунд вдох и 5 секунд выдох, при обструктивных заболеваниях легких лучше выдерживать соотношение 4:6). При частоте дыхания 6 в 1 мин в наибольшей степени стимулируется блуждающий нерв, поэтому проба используется для оценки реактивности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Не следует требовать слишком больших усилий от обследуемого, т.к. это может привести к активации не парасимпатического, а симпатического отдела вегетативной системы. ЭКГ регистрируют на протяжении всей пробы.

При данном варианте проведения пробы оценивается разница между максимальной и минимальной ЧСС во время дыхательного цикла и так называемое экспираторно-инспираторное отношение или дыхательный коэффициент ( $K_{г-г}$ ). Считается, что тахикардия в покое и снижение  $K_{г-г}$  указывают на ухудшение парасимпатической функции (рисунок 30).

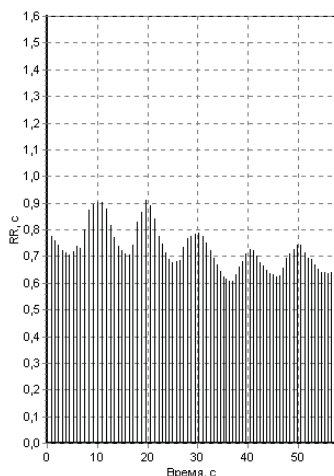


Рисунок 30. Ритмограмма. Проба с глубоким управляемым дыханием.

Второй вариант оценки дыхательной пробы предусматривает использование спектрального анализа.

Пробу проводят в три этапа:

1. Фоновая запись в покое (200-300 циклов).

2. Глубокое управляемое дыхание (200-300 циклов).
3. Запись ритмограммы после пробы.

#### Оценка результатов пробы по спектральному анализу

*Нормальная реакция:* переход от преобладания симпатической к преобладанию парасимпатической активности (целесообразно оценивать по соотношению LF/HF), либо усиление выраженности парасимпатических влияний.

*Сниженная реакция:* при исходном преобладании симпатических влияний показатели остаются без существенной динамики, или происходит небольшой сдвиг в сторону усиления парасимпатических влияний, но сохраняется преобладание активности симпатического отдела вегетативной системы.

*Парадоксальная реакция:* в этом случае происходит усиление симпатических влияний.

Клиническое значение пробы состоит в том, что позволяет выявить вегетативный дисбаланс при различных нозологических формах (сахарном диабете, артериальной гипертензии, ИБС и др.).

### **3.3. ПРОБА ВАЛЬСАЛЬВЫ**

#### Методика проведения пробы Вальсальвы

Пациент, лежа на спине, делает неглубокий вдох и в течение 15-20 секунд выдыхает воздух через узкое отверстие в мундштуке, поддерживая внутрилегочное давление на уровне 40 мм. рт. ст. по данным манометра; небольшая утечка воздуха при натуживании исключает смыкание голосовой щели.

#### Физиологические изменения ЧСС при проведении пробы Вальсальвы

Выделяют четыре фазы пробы Вальсальвы.

##### При натуживании:

*Первая фаза* - сразу после начала напряжения (первые 1-3 с). В этот момент быстро увеличивается внутригрудное давление, что вызывает повышение системного артериального давления при непостоянном рефлекторном урежении ЧСС.

*Вторая фаза* - последующие 6-7 с. Венозный возврат снижается, что вызывает снижение сердечного выброса и АД при ускорении ЧСС (фаза 2А), а затем АД возрастает, синусовый ритм несколько замедляется (фаза 2Б). Фаза 2Б отсутствует при натуживании менее 10 секунд.

##### Прекращение натуживания:

*Третья фаза* - период начала расслабления. В это время происходит снижение внутригрудного давления, сопровождаемое увеличением венозного наполнения малого круга кровообращения, что приводит к даль-

нейшему незначительному снижению АД и увеличению ЧСС.

*Четвертая фаза* - повышается сердечный выброс и повышается АД (овершут) при рефлекторном урежении ЧСС.

#### Проводимые в ходе пробы измерения:

При компьютерной обработке ритмограммы целесообразно вычислять коэффициент Вальсальвы ( $K_{\text{Вальс}}$ ), который определяется как отношение продолжительности максимального интервала R-R после пробы ( $R-R_{\text{max}}$ ) к продолжительности минимального интервала R-R во время пробы ( $R-R_{\text{min}}$ ) (рисунок 31).

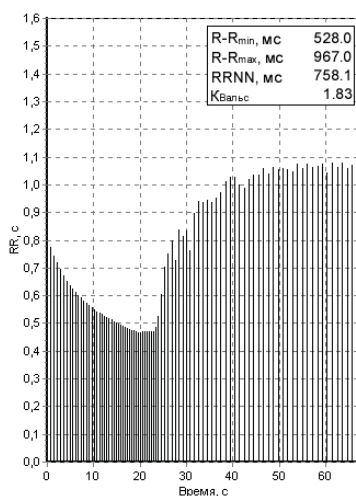


Рисунок 31. Ритмограмма при пробе Вальсальвы.

### **3.4. ПРОБА С ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ (ВЕЛОЭРГОМЕТРИЯ)**

Проба предназначена для оценки вегетативного обеспечения физической деятельности и позволяет охарактеризовать гомеостатические возможности и адаптационные резервы как у больных, так и у здоровых пациентов.

#### Методика проведения пробы с физической нагрузкой

Проба предусматривает выполнение дозируемой нагрузки (степ-тест, велоэргометрия, тредмил) до достижения максимальной (у здоровых), субмаксимальной или пороговой нагрузки (у больных). Регистрацию кардиоритмограммы проводят в исходном состоянии (фоновая запись) и при проведении активной ортостатической пробы. Затем проводится собственно нагрузочная проба. У практически здоровых мы используем методику одноступенчатой нагрузки, дозируемой по величине должного основного обмена (ДОО). Мощность нагрузки (в Ваттах) равна ДОО×0,1.

Применение одноступенчатой нагрузки, исходя из величины ДОО, является наиболее оптимальной методикой проведения ВЭМ-пробы при обследовании практически здоровых лиц молодого возраста. При этом, как правило, достигается оптимальная частота сердечных сокращений (более 80% от максимальной). Коррекция мощности нагрузки при дефиците или избыточной массе тела не требуется. Обеспечивается хорошая сопоставимость результатов обследования вне зависимости от пола, возраста, массы и длины тела (В.М. Михайлов, 1999).

При обследовании больных ИБС, артериальной гипертензией и другими органическими заболеваниями сердечно-сосудистой системы целесообразно использовать протокол, рекомендованный ВОЗ. В любом случае нагрузка должна быть доведена до субмаксимального (максимального) или порогового уровня.

Оценка показателей ВРС непосредственно во время проведения ВЭМ и в первые пять-семь минут после нагрузочной пробы нецелесообразна, так как данный процесс не является стационарным, а выявляемое при этом увеличение дисперсии сердечного ритма отражает "переходный" период, который не может быть корректно оценен методами временного и спектрального анализа. Увеличение интервала R-R и SDNN на высоте нагрузки указывает на неспособность обследуемого справиться с установленным уровнем нагрузки, вне зависимости от причин приводящих к этому (усталость, боль в ногах, одышка, ишемия миокарда и т.д.).

Регистрацию КРГ проводят, начиная с седьмой минуты восстановительного периода, в течение пяти минут.

Изучение состояния регуляции сердца при выполнении физических нагрузок остается сложнейшей проблемой с большим количеством нерешенных вопросов.

#### Оценка результатов нагрузочной пробы

Нормальная реакция на нагрузку - это восстановление ЧСС практически до исходного уровня к седьмой минуте восстановительного периода. У здоровых лиц парасимпатические волны присутствуют на всех участках КРГ, меняется лишь их амплитуда. Волновая структура постстимульного периода и исходной КРГ у здоровых лиц приблизительно одинаковые, сохраняется незначительный сдвиг в сторону преобладания симпатических и гуморально-метаболических влияний.

---

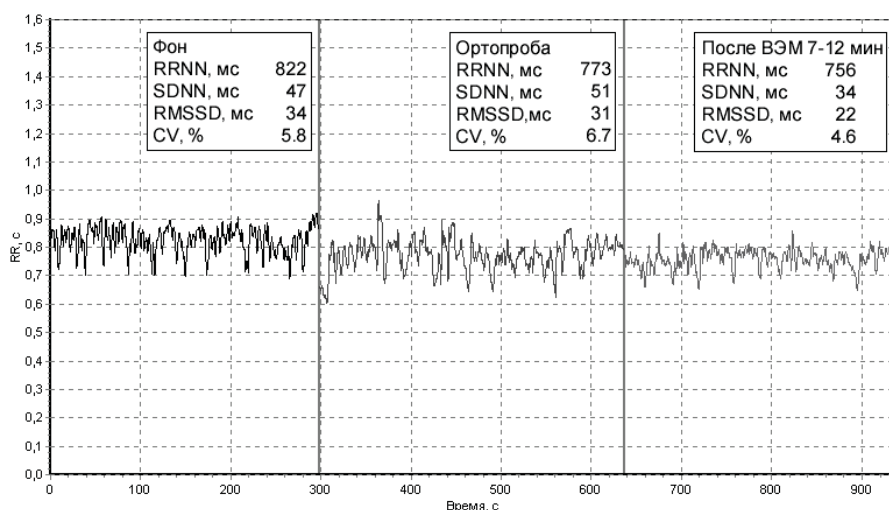


Рисунок 32. Функция ритмограммы в покое, при АОП и после ВЭМ в норме.

При нарушении вегетативного обеспечения сердечной деятельности в постстимульном периоде снижается мощность энергетического спектра. В соотношении всех трех факторов, регулирующих сердечный ритм, преобладающая роль принадлежит гуморально-метаболическому влиянию.

Анализ показателей ВРС на седьмой-двенадцатой минуте восстановительного периода повышает диагностическую значимость велоэргометрии, т.к. отражает нарушение афферентного и эфферентного звена вегетативной нервной системы и, следовательно, позволяет выявить начальные проявления вегетативной дисфункции. Как и при других пробах, оценка ВРС при велоэргометрии не позволяет установить нозологический диагноз (ИБС, КМП, миокардит и т.д.), однако способствует установлению индивидуального диагноза. При проведении нагрузочной пробы расстройства нейрогуморальной регуляции появляются гораздо раньше, чем обменные, и тем более структурные нарушения.

В качестве примера приведем ритмограммы:

- больного с постинфарктным кардиосклерозом и положительным результатом на ВЭМ-пробу (рисунок 33);
- практически здорового молодого человека, но с частыми ангинами в анамнезе, по поводу чего в детстве проведена тонзиллэктомия (рисунок 34);
- больного вегетососудистой дистонией и ложноположительным результатом ВЭМ-пробы (на седьмой минуте восстановительного периода горизонтальная депрессия сегмента ST до 1 мм, без клинических проявлений) (рисунок 35).

Показатели КРГ после ВЭМ, во всех трех случаях близки друг к другу

и существенно отличаются от показателей, полученных у здорового человека (рисунок 32). С другой стороны, отсутствие существенных различий между этими пациентами не позволяет ответить на вопрос, какое именно заболевание привело к данным изменениям, т.е. подтверждает невозможность установления нозологического диагноза.

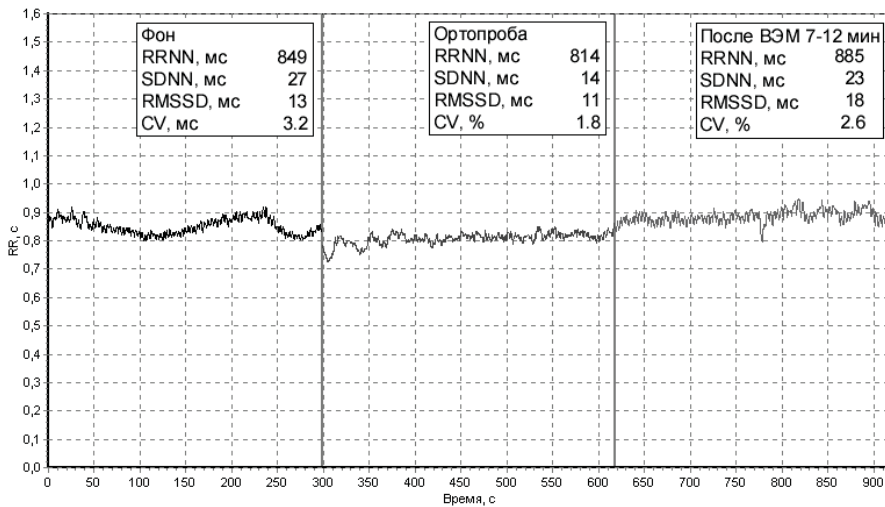


Рисунок 33. Функция ритмограммы (фон - АОП - ВЭМ) больного с постинфарктным кардиосклерозом.

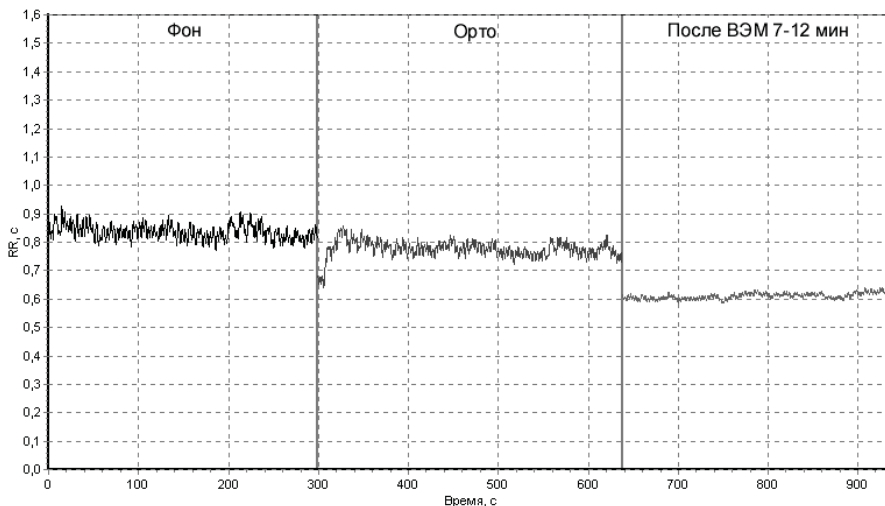


Рисунок 34. Функция ритмограммы (фон - АОП - ВЭМ) практически здорового молодого человека, но с частыми ангинами в анамнезе.

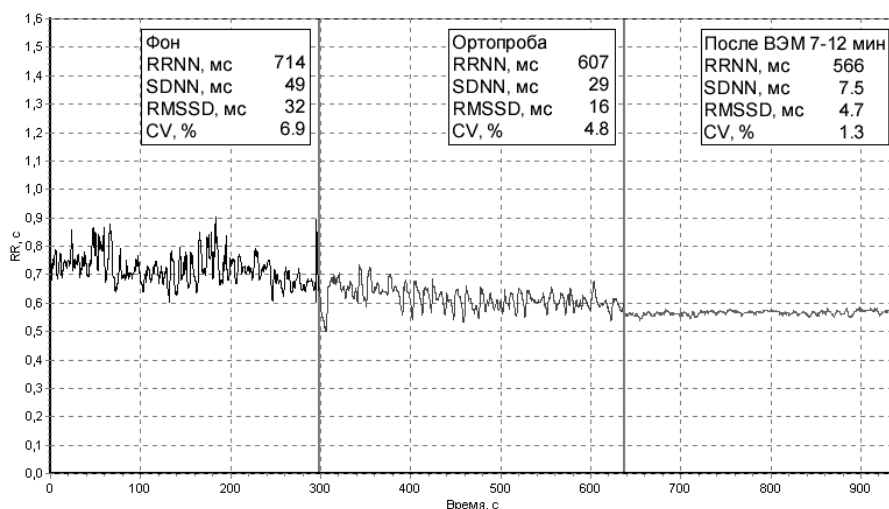


Рисунок 35. Функция ритмограммы (фон - АОП - ВЭМ) больного ВСД.

Тем не менее, приведем мнение П.Я. Довгалецкого и В.И. Гриднева (1998), которые исследовали частотный спектр сердечного ритма у больных ИБС при ВЭМ. Первая группа - больные с положительным результатом на пробу с физической нагрузкой; вторая группа - с отрицательным результатом. Спектр сердечного ритма вычислялся по седьмой минуте. Быстрые волны HF-диапазона преобладали у больных второй группы, а соотношение LF/HF было большим в первой группе. По мнению авторов, оценка состояния нейрогуморальной регуляции сердечного ритма повышает диагностическую значимость ВЭМ пробы, т.к. позволяет дифференцировать ложноположительные и ложноотрицательные результаты велоэргометрии.

Итак, практическая значимость применения ВРС состоит в том, что она позволяет перед проведением ВЭМ пробы выявить пациентов, которым рискованно или нецелесообразно проводить нагрузочное тестирование. Не рекомендуем проводить велоэргометрию при  $TP < 200 \text{ мс}^2$  и  $SD < 15\text{-}20 \text{ мс}$ .

Регистрация ВРС после ВЭМ характеризует вегетативное обеспечение деятельности. Иначе говоря, позволяет ответить на вопрос: насколько адекватны адаптационные резервы организма предъявленной нагрузке.

### **3.5. КАРДИОВАСКУЛЯРНЫЕ ПРОБЫ (КВП) В ОЦЕНКЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ**

#### **Методика проведения и оценка результатов кардиоваскулярных проб**

Рекомендуем следующую последовательность проведения пробы: Провести фоновую запись ВРС в течение 5 мин, затем пробу с глубоким управляемым дыханием (6 в 1 мин), пробу Вальсальвы, измерить АД в положении лежа, затем выполнить ортостатическую пробу, в конце которой вновь измерить АД. В заключение проводится проба с изометрической нагрузкой. Оценка показателей проводилась на аппаратно-программных комплексах фирмы "НейроСофт" г.Иваново.

1. Определение разброса интервалов R-R при глубоком дыхании с вычислением коэффициента R-R ( $K_{r-r} = R-R_{\max} / R-R_{\min}$ ).

2. Оценка изменения ЧСС при вставании с вычислением отношения продолжительности интервалов R-R на 30-м и 15-м ударах от начала вставания (K30:15).

3. Проба Вальсальвы с вычислением коэффициента Вальсальвы как отношения максимального по продолжительности интервала R-R после пробы к минимальному по продолжительности во время пробы (КВальс). Проба Вальсальвы является интегральным показателем функционирования симпатического и парасимпатического механизмов барорефлексов.

4. Ортостатическая проба с вычислением разницы для систолического давления в положении лежа и стоя. Проба оценивает симпатическую вазоконстрикторную функцию. Ее нормальные показатели предполагают также интактность стволовых барорефлекторных механизмов.

5. Проба с изометрическим сокращением (испытуемый сжимает динамометр с усилием 30% от максимального на протяжении трех минут, при этом регистрируется АД). Оценивается прирост уровня диастолического давления во время пробы к его уровню до пробы. Проба характеризует способность периферических сосудов к сокращению, т.е. симпатическую функцию.



Таблица 2

## Нормативные показатели кардиоваскулярных проб

Проба	Норма	Пограничное значение	Патологическое значение
$K_{г-г}$ (дыхательная проба)	>1.21	1.11-1.20	<1.10
K 30:15	>1.35	1.35-1.20	<1.20
$K_{Вальс}$	>1.29	1.11-1.29	<1.11
Ортостатическая проба АДсист	$\leq 10$	11-25	25
Проба с изометрическим сокращением АДдиаст	$\geq 15$	10-14	<10

В баллах:

нормативные значения - 0 баллов.

пограничные значения - 1 балл.

патологические значения - 2 балла.

Оценка кардиоваскулярных проб по количеству набранных баллов:

*Норма (нет поражения):* результаты всех пяти тестов отрицательные или результаты одного теста пограничные.

*Начальное поражение:* результаты одного из трех “ЧСС-тестов” положительные или результаты двух тестов пограничные.

*Несомненное поражение:* результаты двух или более “ЧСС-тестов” положительные.

*Грубое поражение:* положительные результаты двух или более “ЧСС-тестов” и положительные результаты одного или двух “АД-тестов” или пограничные результаты обоих “АД-тестов”.

*Атипичный вариант:* любая другая комбинация положительных результатов тестов.

Состояние парасимпатического отдела нервной системы оценивается по показателям 1, 2; состояние симпатической нервной системы оценивается по показателям 4, 5; по пробе Вальсальвы оценивают состояние как симпатического, так и парасимпатического отделов нервной системы.

В качестве наиболее яркого примера применения КВП в клинической практике сошлемся на результаты, полученные А.В. Недоступом и А.М.Вейном (1996) при обследовании больных идиопатическим пролапсом митрального клапана (ПМК) и вегетативной дисфункцией синусового узла (ДСУ). Традиционно считается, что при ПМК преобладает симпатикотония, при ДСУ - ваготония, но ПМК и ДСУ часто сочетаются. Проведение кардиоваскулярных тестов позволило количественно оценить функцию сегментарного отдела вегетативной системы в регуляции сердечной деятельности. При этом выяснилось, что у больных с ПМК симпатикотония существует на фоне периферической симпатической и парасимпатической недостаточности. У больных ДСУ выявлена недостаточность симпатической активности и преобладание на этом фоне вагуса. Иначе говоря, ваготония у больных с ДСУ существует на фоне периферической симпатической недостаточности, а при предъявлении нагрузок обнаруживается периферическая парасимпатическая недостаточность. Отсюда следует, что традиционно принятая терапия ( $\beta$ -блокаторы при ПМК и холинолитики при ДСУ) не всегда может дать желаемый результат. Примеры исследования КВП у здорового человека и больных диабетической и алкогольной нейропатией приведены в Приложении.

### **3.6. ДРУГИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕСТЫ**

#### **3.6.1. Глазосердечный рефлекс или проба Даньини-Ашнера**

##### Методика проведения пробы

Пациент лежит в покое 15 минут. После этого записывают КРГ в течение одной минуты и определяют среднюю ЧСС ( $ЧСС_n$ ) за одну минуту. Регистрируя КРГ, подушечками пальцев надавливают на оба глазных яблока до появления легкого болевого ощущения и продолжают надавливать в течение 15-25 с. Можно применять окулокомпрессор Барре (давление 300-400 г/см<sup>2</sup>). КРГ регистрируют и после окончания давления. Через 15-25 секунд после окончания давления определяют среднюю ЧСС ( $ЧСС_n$ ) на отрезке времени продолжительностью 10-15 секунд. Целесообразно продолжать регистрировать КРГ еще 1-2 минуты.

В норме через несколько секунд от начала давления, ЧСС замедляется на 6-12 ударов в одну минуту. Результаты пробы можно оценивать по формуле:

$$X = \frac{ЧСС_n}{ЧСС_n} \times 100$$

$$\text{Замедление пульса} = 100 - X$$

За норму принимают значения  $3.95 \pm 3.77$ . Значения выше указанных свидетельствуют о повышенной вегетативной реактивности (симпатичес-

кой или парасимпатической), ниже - о сниженной реактивности.

#### Физиологическая интерпретация результатов пробы.

Наиболее распространенной точкой зрения является утверждение, что брадикардия, возникающая во время проведения пробы, обусловлена рефлексом тройничного нерва (его глазничной ветви) и позволяет оценить реактивность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Однако в последнее время все больше преобладает точка зрения, утверждающая, что проба Ашнера оценивает гуморальные влияния на сердце (Т.Ф. Миронова, В.А. Миронов, 1998). По мнению авторов, при надавливании на глазные яблоки раздражение передается в гипоталамус, а далее на центры продолговатого мозга, где формируется реакция в виде повышенной активности нисходящего парасимпатического влияния на сердечный ритм. Учитывая вышеизложенное, результаты пробы не могут трактоваться однозначно.

### **3.6.2. Синокаротидный рефлекс (Проба Чермака-Геринга)**

#### Методика проведения пробы

Пациент лежит в покое 15 минут. После этого производится запись ЭКГ в течение одной минуты с подсчетом ЧСС. Далее попеременно (через 1.5-2 секунды) пальцами (указательным и большим) надавливают на область верхней трети *musculus sternocleidomastoideus* ниже угла нижней челюсти до ощущения пульсации сонной артерии. Рекомендуется начинать с правой стороны (эффект сильнее, чем слева). Давление должно быть легким в течение 15-20 с. Одновременно регистрируют КРГ.

#### Оценка результатов пробы

Нормальная вегетативная реактивность - изменение  $4.9 \pm 2.69$  ударов в минуту. Допускается урежение ЧСС на 12 ударов в минуту и снижение АД на 10 мм. рт. ст. Значения выше этого свидетельствуют о повышенной вегетативной реактивности, т.е. об усилении парасимпатической или о недостаточности симпатической активности, ниже - о снижении вегетативной реактивности. Увеличение ЧСС свидетельствует об извращенной реакции. Массаж каротидного синуса может быть полезным с целью уточнения генеза обморочных состояний у лиц пожилого возраста (старше 60 лет). Пробу не следует проводить в амбулаторных условиях, если над сонной артерией выслушиваются шумы или при наличии в анамнезе желу-дочковой тахикардии недавно перенесенного инсульта или инфаркта миокарда. Диагностическую пробу для выявления гиперчувствительности каротидного синуса следует проводить с помощью кратковременного (2-4 с) однократного массажа.

Использование синокаротидной пробы в клинической практике более подробно изложено в разделе "синкопальные состояния".

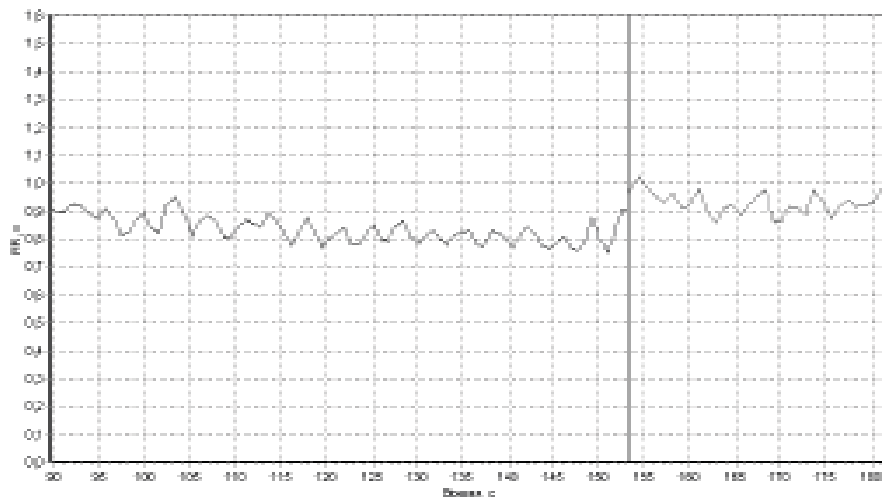


Рисунок 36. Ритмограмма синокаротидной пробы. Адекватная реакция: а) фоновая, б) синокаротидная.

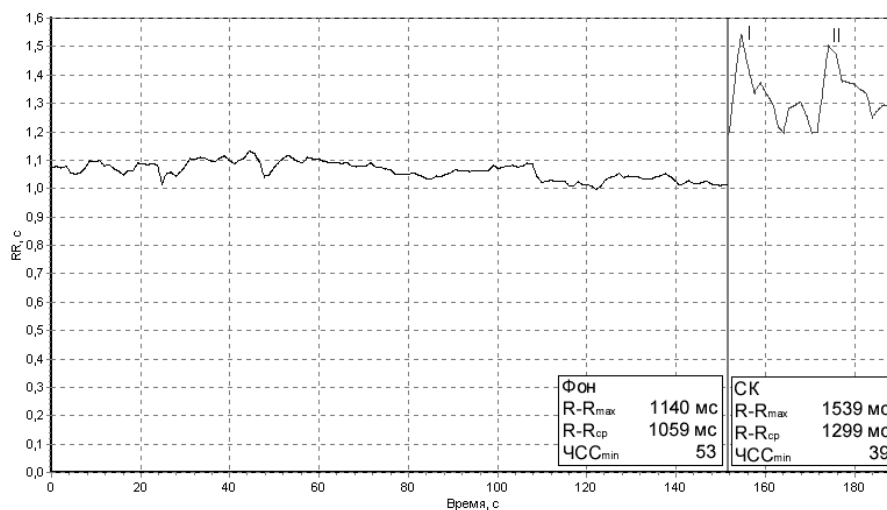


Рисунок 37. Ритмограмма синокаротидной пробы. Повышенная чувствительность КС: а) фоновая, б) синокаротидная (I - при массаже справа, II - при массаже слева).

### 3.6.3. Психофизиологические нагрузочные пробы

На сегодняшний день предложены различные варианты проб, моделирующих психоэмоциональное напряжение в лабораторных условиях. С этой целью используются методы определения периода зрительно-

торной, слухомоторной, температурной реакций, а также пробы, направленные на оценку устойчивости внимания, памяти, оценку зрительного, слухового, кожного анализаторов и многие другие. Очень интересна и перспективна информационная проба, разработанная Г.И. Сидоренко (1994). Сочетание этих проб с анализом ВРС позволяет объективно оценить “физиологическую цену” выполнения задания.

### **3.7. ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ КРОСС-АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И ВАРИАбельНОСТИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ЦИКЛА (ВДДЦ)**

Паттерн дыхания, как и ритм сердца, несомненно отражает состояние вегетативной регуляции. Не случайно в клинической картине вегетативных нарушений наиболее яркими и почти облигантными являются жалобы на учащенное дыхание, чувство затрудненного вдоха, неудовлетворенность вдохом, желание и потребность периодически глубоко вдохнуть - “тоскливый вдох невротика”. Имеются попытки только на основе математического анализа ритма дыхания определять вегетативный тонус (О.А. Козырев, Р.С. Богачев, 1999).

Довольно детально кросс-корреляционные отношения между ВРС и ВДДЦ при психоэмоциональном стрессе изучены Ю.К. Судаковым (1997, 1998) и Е.А. Юматовым (1983). В частности, установлена связь изменений коэффициентов корреляции частоты сердцебиений и дыхания с характером достижения субъектами адаптивных результатов. Высокие коэффициенты корреляции ВРС-ВДДЦ выявляются в том случае, когда ритм сердцебиений и дыхания соотносятся с ритмом результативной производственной деятельности. Иначе говоря, высокие кросс-корреляционные соотношения ВРС-ВДДЦ наблюдаются у лиц, достигших хороших результатов на производстве, успешно обучающихся в учебных заведениях, у спортсменов, показывающих стабильно высокие результаты.

Нам представляется, что в рамках исследования ВРС при 5-минутной записи более перспективной является методика оценки состояния вегетативной нервной системы путем исследования корреляционных отношений между ВДДЦ и высокочастотным (HF) компонентом ВРС.

Методика анализа: проводится синхронная запись ЭКГ и пневмограммы в течение 5 минут. Затем строится спектрограмма, на которую накладывается гистограмма длительности дыхательных циклов (ДДЦ). Сравнивается мода гистограммы ДДЦ и наиболее выраженный пик в области HF-компонента.

При проведении пробы с глубоким управляемым дыханием (6 дыхательных движений в 1 мин) обычно получаем картину, представленную на рисунке 38.

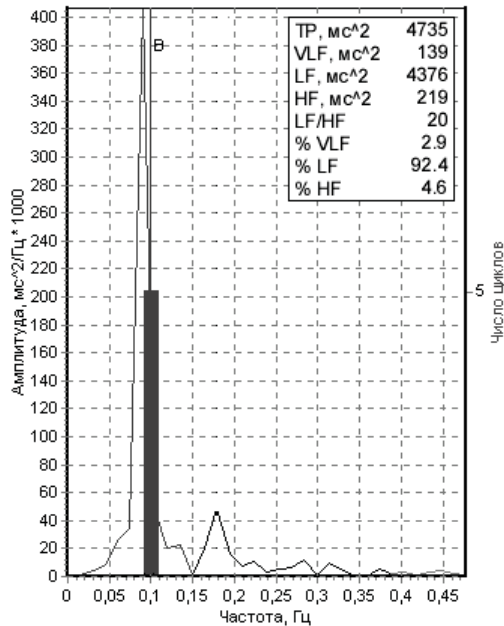


Рисунок 38. Кросс-анализ ВРС-ВДД Ц при проведении пробы с глубоким управляемым дыханием.

В данной ситуации нельзя расценивать результаты пробы как сдвиг в сторону симпатикотонии. Просто частота дыхания (6 дыхательных движений в 1 мин = 0.1 Гц) сдвинула HF компонент в область низких частот (LF).

Приведем примеры, когда синхронная запись пневмограммы и ЭКГ позволила правильно оценить показатели спектрограммы.

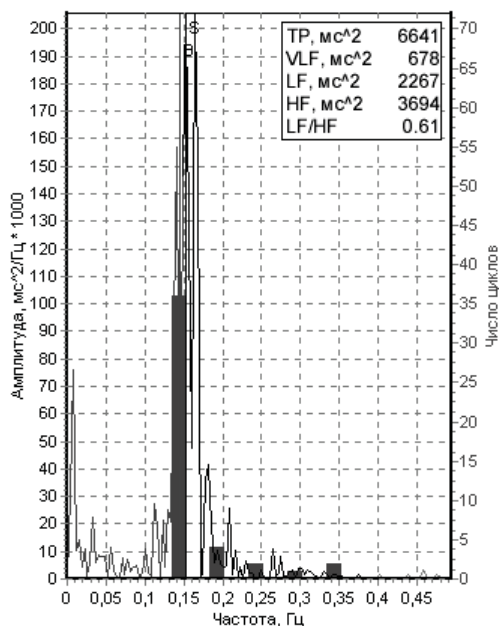


Рисунок 39. Кросс-анализ ВРС-ВДДЦ пациентки С. ЧД = 9 в 1 мин (0.15 Гц)

В данном случае совпадение ЧД (0.15 Гц) и максимальной мощности спектра в этой же зоне позволяет утверждать, что истинное состояние баланса отделов ВНС у пациентки характеризуется более выраженной парасимпатикотонией, чем данными, полученными при формальном анализе спектрограммы.

У другого пациента аналогичная по форме спектрограмма, но по данным пневмограммы ЧД составила 21 в 1 мин (0.35 Гц) (рисунок 40).

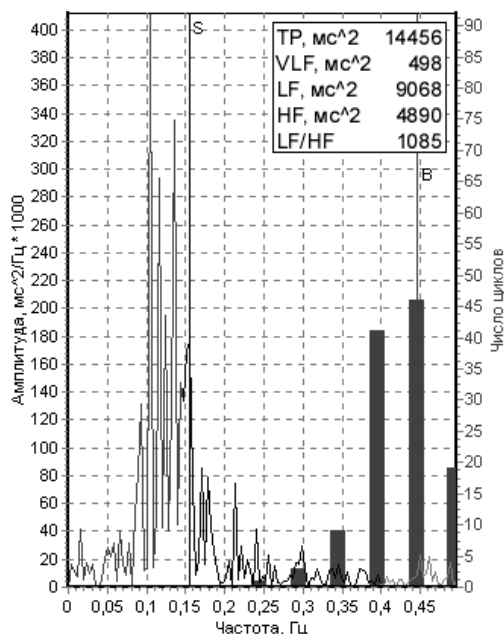


Рисунок 40. Кросс-анализ ВРС-ВДД Ц пациента С. ЧД = 21 в 1 мин (0.35 Гц)

В этом случае нет оснований считать, что сдвиг максимальной мощности спектра в область диапазона 0.15 Гц обусловлен парасимпатическими влияниями.

Исследовать корреляционные отношения ВДДЦ-ВРС целесообразно и для оценки конкретных клинических ситуаций.

Так при выраженной парасимпатикотонии у больной с вертеброгенным шейным радикулитом частотный диапазон ЧД, подсчитанный по пневмограмме (ЧД = 20 в 1 мин или 0.34 Гц), совпадает с основным пиком, лежащим в диапазоне высокочастотных колебаний (HF-компонента) (рисунок 41).



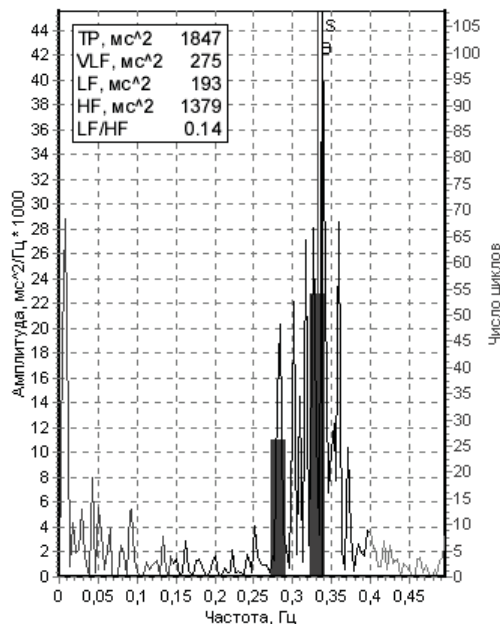


Рисунок 41. Кросс-корреляционные соотношения ВРС-ВДДЦ при поражении шейного отдела позвоночника.

У больного с дисциркуляторной энцефалопатией смешанного (посттравматического и алкогольного) генеза (рисунок 42) наблюдается несовпадение пика ЧД и максимального пика в диапазоне высоких частот (разница около 0.1 Гц). Очевидно, в первом случае парасимпатикотония вызвана вертеброгенными влияниями и не затронула синхронную деятельность дыхательного и сосудодвигательного центра. Во втором случае имеет место десинхронизация в работе обоих вегетативных центров, что и привело к расхождению между пиком ВДДЦ и максимальной выраженностью HF-компонента.

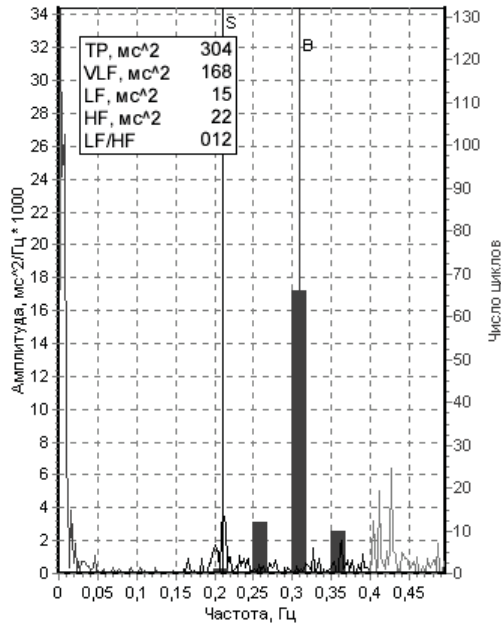


Рисунок 42. Кросс-анализ ВРС-ВДДЦ у больного с дисциркуляторной энцефалопатией травматического и токсического (алкогольного) генеза.

У больных с выраженными психоэмоциональными сдвигами вообще не удастся выявить доминирующий пик в диапазоне высоких частот, одновременно наблюдается выраженное преобладание LF-компонента. Характерным примером является гистограмма ВДДЦ полимодального типа, которая отражает измененный паттерн дыхания и отчетливо выраженную десинхронизацию в работе дыхательного и сосудодвигательного центров (рисунок 43).

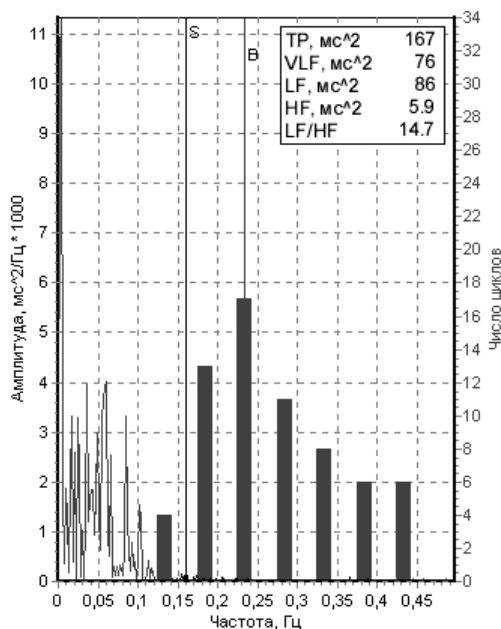


Рисунок 43. Кросс-анализ ВРС-ВДДЦ при психоэмоциональном напряжении

Несомненно перспективно изучение кросс-корреляционных отношений variability одновременно нескольких физиологических параметров, а именно: кросс-корреляционный анализ ВРС и амплитуды пульсовой волны (сфигмограммы), кросс-корреляционный анализ ВРС и величины сердечного выброса (показателей центральной гемодинамики), кросс-корреляционный анализ ВРС и ЭЭГ. Более подробно с этим направлением в исследовании ВРС Вы можете ознакомиться в работах А.А. Астахова (1996), Ю.Н. Семенова и Р.М. Баевского (1999), Ю.К. Судакова (1997, 1998).

## ГЛАВА 4. ИЗБРАННЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВРС

### 4.1. Показатели ВРС у здоровых людей

До сих пор не существует единых стандартов нормы при анализе параметров variability ритма сердца. Это обусловлено рядом факторов. Во-первых, следует обратить внимание на различия в критериях здоровья обследуемых популяций. Большинство исследователей придерживаются определения ВОЗ, которая считает критерием здоровья “состояние полного физического, психического и социального благополучия” или “ощущение здоровья” при отсутствии патологии по клиническим данным. Другие исследователи считают, что достаточно исключить

патологию органов кровообращения, проводя такие обследования, как электрокардиограмма и эхокардиограмма, либо велоэргометрия (А. Дабровски и др., 1998). При любом подходе “должные величины” ВРС будут существенно различаться у лиц с высоким и низким уровнем физической активности. Кроме того, все показатели ВРС зависят от длительности записи; сопоставлять можно лишь данные, полученные за один и тот же период времени и в одни и те же часы суток. Существенны и возрастные различия. Спорным остается, можно ли считать снижение показателей ВРС после 40 лет нормой. На этот вопрос нет и не может быть однозначного ответа. Подход в каждом конкретном случае зависит от контингента обследуемых, поставленных целей и задач обследования. В общем смысле следует ориентироваться на философское определение понятия “мера”. Мера - это зона, в пределах которой данное качество модифицируется, варьируется в силу изменения количества и отдельных несущественных свойств, сохраняя при этом свои существенные характеристики (А.Г. Спиркин, 1988). Задача врача, исследователя - самому определить опытным путем, или используя имеющиеся литературные данные, те границы нормы, в пределах которых разброс параметров ВРС допустим в пределах поставленных целей обследования.

Суммируя результаты ряда работ, можно следующим образом сформулировать основные параметры ВРС, характерные для здорового человека.

Синусовый ритм у здорового человека всегда нерегулярный - “вариабельный синусовый ритм”.

Признаком “нормальной вариабельности” синусового ритма является его характерная волновая структура ритма, которая на ритмограмме видна в виде “зубчиков”.

Гистограмма распределения такого ритма довольно широкая (величина размаха превышает 0.1 секунды), мономодальная и смещена: у мужчин - несколько вправо (мода в области 0.9-1.0 секунд), у женщин - обычно левее.

Скаттерграмма представляет собой эллипс, вытянутый вдоль биссектрисы. Дополнительные точки (вне основного “облака”) отсутствуют.

При проведении спектрального анализа можно ориентироваться на нормативные величины (Heart Rate Variability. Standarts of measurement..., 1996):

---

Таблица 3

Показатель	Ед. изм.	Значение
Общая мощность спектра (TP)	мс <sup>2</sup>	3466±1018
Мощность спектра в диапазоне низких частот (LF)	мс <sup>2</sup>	1170±416
Мощность спектра в диапазоне высоких частот (HF)	мс <sup>2</sup>	975±203
Мощность низких частот в нормализованных единицах (LF)	п.у.	54±4
Мощность высоких частот в нормализованных единицах (HF)	п.у.	29±3
Соотношение мощностей низких и высоких частот (LF/HF)		1.5-2.0

По данным Р.М. Баевского (1996), должные величины временных показателей следующие:

SDNN = 59.8±5.3 мс;

RMSSD = 42.4±6.1 мс;

pNN50% = 21.1±5.1.

Собственные данные показателей статистического и спектрального анализа, полученные при обследовании молодых (возраст 25±3.4 года), здоровых мужчин, устраивающихся на службу по контракту в силовые ведомства, приведены в таблицах 4-12:

Таблица 4

Должные величины показателей временного анализа у здоровых мужчин (фоновая запись в покое, лежа, 5 мин.) (n = 45)

	R-Rcp., мс	SDNN, мс	RMSSD, мс	pNN50%	CV, %
Медиана*	933.06	57.73	54.39	30.15	6.16
25-я перцентиль*	834.50	43.85	34.70	9.85	4.75
75-я перцентиль*	1004.50	69.60	65.15	48.95	7.23

Таблица 5

Должные величины показателей спектрального анализа у здоровых мужчин (фоновая запись в покое, лежа, 5 мин.) (n = 45)

	TP, мс <sup>2</sup>	VLf, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>	LF/HF
Медиана	3641.9	910.6	1155.1	1557.5	1.5
25-я персентиль	1561.3	355.8	513.1	461.1	0.5
75-я персентиль	4754.0	1175.1	1425.5	1618.0	2.3

Таблица 6

Должные величины волновой структуры синусового ритма у здоровых мужчин (фоновая запись в покое, лежа, 5 мин.) (n = 45)

	VLf, %	LF, %	HF, %
Медиана	29.68	33.72	36.39
25-я персентиль	17.51	24.63	21.05
75-я персентиль	39.79	42.72	50.53

\*Использование медианы и персентилей обусловлено тем, что распределение не было нормальным.

Необходимо принимать во внимание различия, связанные с возрастом, полом, частотой сердечных сокращений, приемом медикаментов, артериальным давлением, употреблением кофе (более трех чашек в сутки), курением, временем записи, а у молодых женщин и с зависимостью от фазы менструального цикла.

Показатели вариабельности сердечного ритма у здоровых мужчин  
при проведении функциональных проб

Таблица 7

Должные величины показателей спектрального анализа у здоровых  
мужчин (ортостатическая проба, стоя, 6 мин.) (n = 45)

	TP, мс <sup>2</sup>	VLF, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>	LF, п.у.	HF, п.у.	LF/HF
Медиана	1897.0	804.9	929.3	161.4	83.2	17.1	10.64
25-я персентиль	956.7	368.3	445.8	53.6	76.8	6.7	3.61
75-я персентиль	2494.4	954.3	1033.7	213.1	93.3	23.2	14.10

Таблица 8

Должные величины волновой структуры синусового ритма  
у здоровых мужчин (ортостатическая проба, 6 мин.) (n = 45)

	VLF, %	LF, %	HF, %
Медиана	40.91	50.49	8.56
25-я персентиль	29.68	38.31	4.21
75-я персентиль	49.63	61.86	11.66

Таблица 9

Должные величины показателей временного анализа у здоровых мужчин (ортостатическая проба, 6 мин.) (n = 45)

	R-Rcp, мс	K30:15	SDNN, мс	RMSSD, мс	pNN50%	CV, %
Медиана	705.60	1.51	46.29	22.90	5.79	6.34
25-я персентиль	621.00	1.35	33.25	15.30	0.95	4.95
75-я персентиль	743.50	1.63	59.30	27.10	7.35	7.75

Показатели вариабельности ритма сердца у здоровых мужчин после проведения ВЭП\*

Таблица 10

Должные величины показателей спектрального анализа у здоровых мужчин (7-12-я мин после ВЭП, лежа) (n = 45)\*

	TP, мс <sup>2</sup>	VLF, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>	LF, п.у.	HF, п.у.	LF/HF
Медиана	931.34	431.1	321.90	246.30	71.30	34.50	3.39
25-я персентиль	314.80	168.5	86.80	38.20	53.70	17.50	1.16
75-я персентиль	1126.00	643.7	436.10	219.50	84.00	46.30	4.71

Таблица 11

Должные величины волновой структуры синусового ритма у здоровых мужчин (7-12-я мин после ВЭП, лежа) (n = 45)

	VLF, %	LF, %	HF, %
Медиана	53.22	27.42	14.02
25-я персентиль	37.88	20.64	6.90
75-я персентиль	63.82	38.60	23.30



Таблица 12

Должные величины показателей временного анализа у здоровых мужчин (7-12-я мин после ВЭП, лежа) (n = 45)

	R-Rcp, мс	SDNN, мс	RMSSD, мс	pNN50%	CV, %
Медиана	745.96	34.20	25.71	8.35	4.34
25-я персентиль	656.00	21.60	10.40	0	2.70
75-я персентиль	811.00	39.00	24.60	4.60	5.10

\*ВЭП - велоэргометрическая проба - проводилась по методике, описанной ранее (В.М. Михайлов, 1999), исходя из величины ДОО (одноступенчатая нагрузка, средняя мощность -  $180 \pm 14$  Вт, % ЧСС от максимальной -  $84 \pm 6,3$ ).

#### Воспроизводимость показателей вариабельности ритма сердца

Для оценки воспроизводимости показателей ВРС обследовано 26 практически здоровых сотрудников фирмы "НейроСофт". Средний возраст обследуемых -  $29.6 \pm 7.2$  лет. Первая запись показателей ВРС проводилась в первой половине дня (с 9.00 до 11.00), вторая - после обеда (с 16.00 до 18.00). Повторное обследование проводилось через месяц.

Результаты обследования представлены на диаграммах 1-4. Статистическая обработка материала проведена в программе Excel 7.0. Во всех случаях на диаграмме представлена медиана показателя, 25-й и 75-й персентиль (1-й и 3-й персентиль).

Диаграмма 1

Воспроизводимость показателя общей мощности спектра (TP) при повторных исследованиях (фоновая запись в покое, лежа)

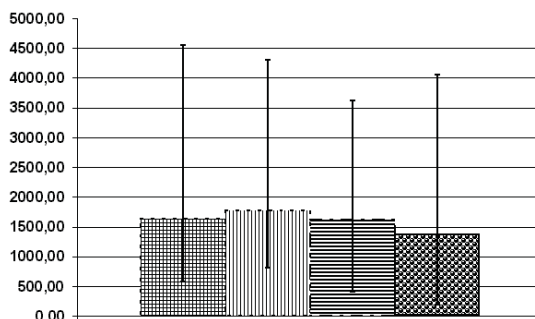


Диаграмма 2

Воспроизводимость показателя общей мощности спектра (HF) при повторных исследованиях (фоновая запись в покое, лежа)

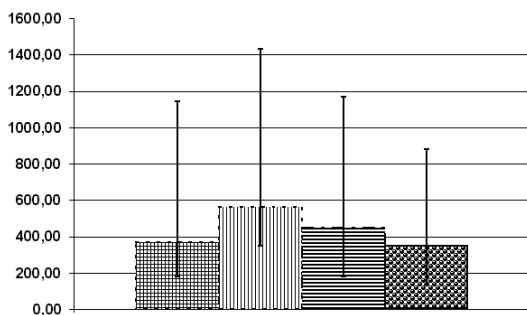


Диаграмма 3

Воспроизводимость показателя общей мощности спектра (LF) при повторных исследованиях (фоновая запись в покое, лежа)

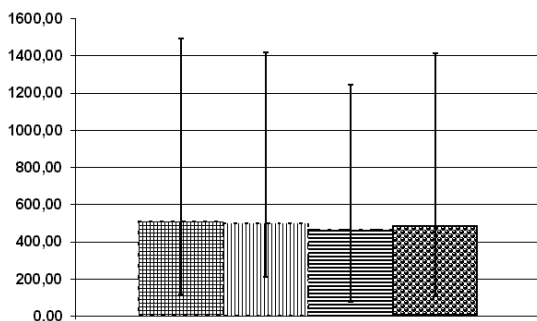


Диаграмма 4

Воспроизводимость показателя общей мощности спектра (VLF) при повторных исследованиях (фоновая запись в покое, лежа)

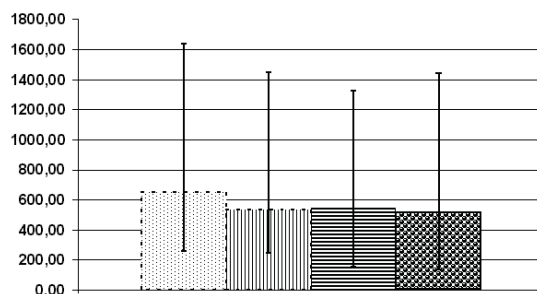


Диаграмма 5

Воспроизводимость показателя общей мощности спектра (TP) при повторных исследованиях (активная ортостатическая проба)

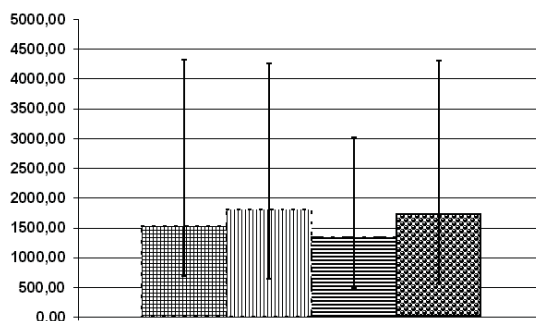


Диаграмма 6

Воспроизводимость показателя общей мощности спектра (HF) при повторных исследованиях (активная ортостатическая проба)

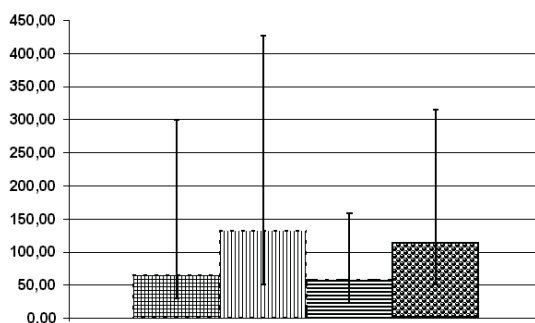


Диаграмма 7

Воспроизводимость показателя общей мощности спектра (LF) при повторных исследованиях (активная ортостатическая проба).

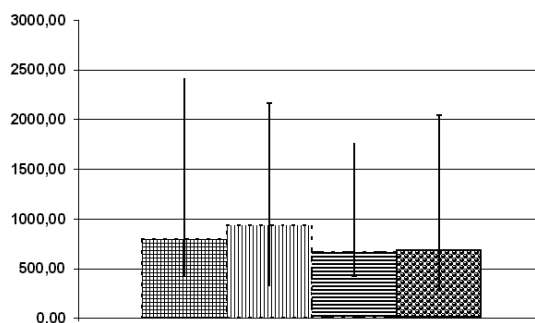


Диаграмма 8

Воспроизводимость показателя общей мощности спектра (VLF) при повторных исследованиях (активная ортостатическая проба).

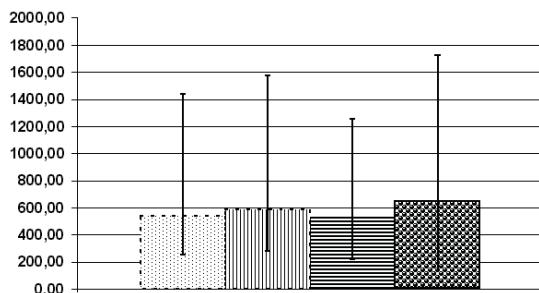
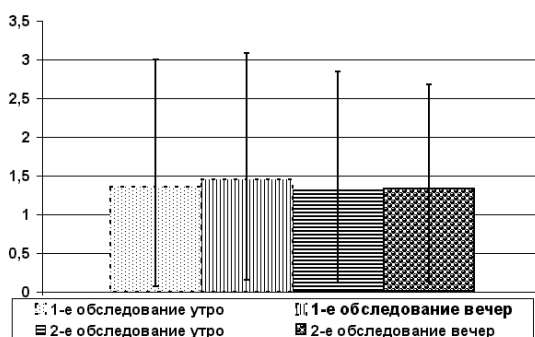


Диаграмма 9

Воспроизводимость показателя К30:15 при повторных исследованиях.



Представленные на диаграммах данные можно использовать для оценки динамики показателей ВРС при проведении повторных обследований. В частности, при обследовании практически здоровых лиц, HF-компонента в покое может возрастать на 400 мс<sup>2</sup>/Гц или снижаться на 200 мс<sup>2</sup>/Гц. Показатели LF и VLF обладают большей воспроизводимостью результатов (прирост около 200 - 250 мс<sup>2</sup>/Гц). При проведении ортостатической пробы наименьшая воспроизводимость результатов у показателей LF (около 900 мс<sup>2</sup>/Гц) и VLF (до 400 мс<sup>2</sup>/Гц). Аналогичным образом, используя приведенные выше диаграммы, Вы можете определить, достоверно ли повышение или снижение того или иного показателя ВРС при динамическом наблюдении.

Возрастная динамика параметров ВРС наиболее полно изучена Д.И. Жемайтите и др. (1998).

Основные выводы, к которым пришли авторы:

- как у здоровых, так и у больных параметры ВРС достоверно изменяются под влиянием сердечно-сосудистой патологии, однако они изменяются и в зависимости от возраста;

- сердечно-сосудистая патология эту зависимость от возраста или уменьшает, или увеличивает;

- в связи с тем, что корреляция с возрастом не для всех характеристик является прямолинейной, целесообразно при анализе влияния патологии изучать их изменения, сопоставляя со средними значениями как здоровых лиц того же возраста, так и больных, в довольно узком диапазоне возраста;

- все изменения параметров, ниже их величин для общей группы здоровых, следует анализировать с точки зрения возможности присутствия патологического процесса сердечно-сосудистой системы.

В целом, для здоровых лиц молодого возраста характерно наличие хорошо выраженных волн сердечного ритма во всех трех диапазонах частот (высокие значения TP), чаще с преобладанием высокочастотных парасимпатических волн (HF), и относительно низких значений VLF (рисунок 44).

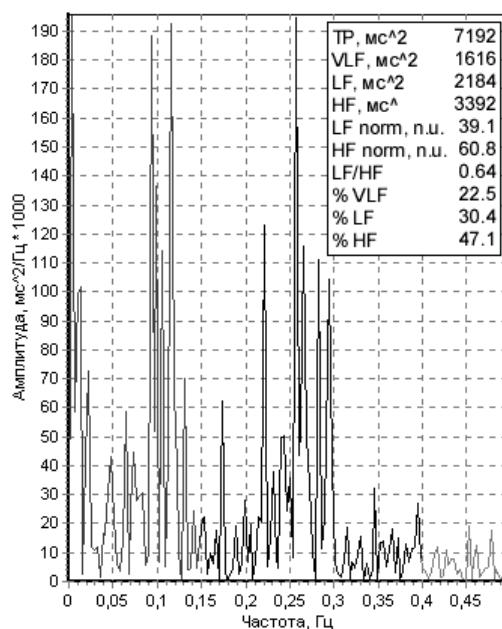


Рисунок 44. Спектрограмма здорового молодого человека (фоновая запись в покое, лежа).

Относительное преобладание высокочастотных волн (HF) согласуется с положением об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающих нервов на сердце. Умеренное преобладание парасимпатических влияний является одним из факторов индивидуальной устойчивости здорового организма к возникновению поражений сердечно-сосудистой системы в условиях психоэмоционального перенапряжения, что неоднократно подтверждалось и в клинической практике (К.В.Судаков, 1998).

У спортсменов и хорошо тренированных лиц возможна и более выраженная парасимпатикотония. Но и при этом характерны очень высокие показатели TP, относительно низкие значения LF и VLF (рисунок 45).

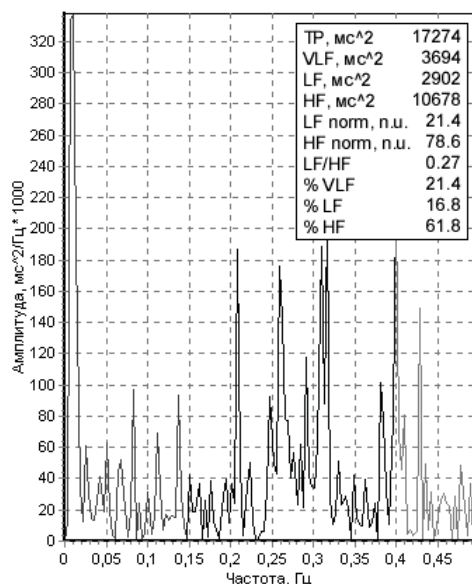


Рисунок 45. Спектрограмма профессионального спортсмена (футболиста) в состоянии покоя (очень высокие значения TP и абсолютное преобладание парасимпатических влияний).

*Симпатикотонический вариант.* Преобладание медленных волн (LF) встречается у здоровых лиц реже, но и при этом сохраняются высокие показатели общей мощности спектра (TP), в пределах нормы мощность высокочастотных колебаний (HF), и относительно низкий вклад в структуру сердечного ритма вносят волны очень медленного периода (VLF), т.е.  $VLF < HF < LF$  (рисунок 46).

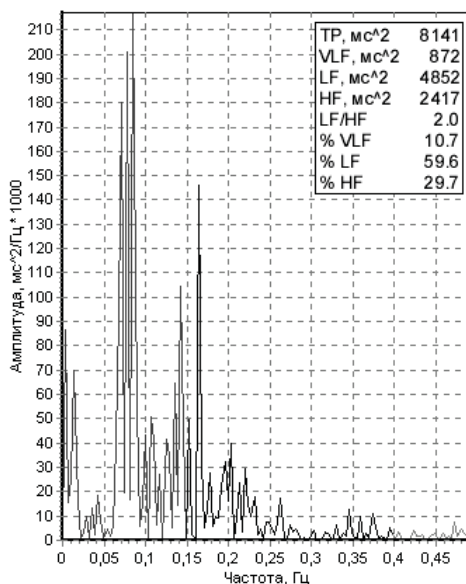


Рисунок 46. Спектрограмма здорового человека в состоянии покоя (преобладание симпатических влияний).

Относительного или абсолютного преобладания, волн очень медленного периода у здоровых лиц молодого возраста практически не встречается.

Для практически здоровых лиц, находящихся в состоянии психоэмоционального напряжения, характерна следующая динамика параметров ВРС:

- снижение рефлекторных, в первую очередь, парасимпатических влияний (снижение HF);
- понижение волн медленного периода (LF) выражено в меньшей степени, что приводит к относительному преобладанию в структуре спектра сердечного ритма волн LF;
- мощность энергетического спектра волн очень медленного периода (VLF) не меняется, и они становятся доминирующими;
- в целом, снижается и общая мощность спектра (TP), однако, абсолютные цифры могут оставаться в пределах должных величин для данной возрастной группы.

Как пример приведем результаты обследования кандидатов в космонавты при проведении тренировки на выживаемость.

*Обследуемый Г., 29 лет.* Накануне, до начала тренировки показатели ВРС характеризовались умеренной гиперсимпатикотонией (рисунок 47). Непосредственно перед началом тренировки наблюдалась достоверная и выраженная активация симпатического отдела ВНС.

Субъективно обследуемый отмечал состояние напряжения, аналогичное тому, которое испытывал “перед первым прыжком с парашютом” (рисунок 48).

Таблица 13

Динамика показателей ВРС обследуемого Г., перед тренировкой.

Показатель	Накануне тренировки		Перед тренировкой	
	Фон	Орто	Фон	Орто
TP	3369.90	1028.60	608.86	335.89
LF/HF	3.35	11.00	13.79	71.47
VLF%	18.20	36.20	63.93	54.75
LF%	63.00	58.50	33.63	44.63
HF%	18.80	5.30	2.44	0.62

*Обследуемый П., 41 год.* Перед началом тренировки испытывал волнение. Общая мощность спектра достаточно высокая, однако обращает на себя внимание выраженная гиперсимпатикотония (рисунок 49). При проведении ортостатической пробы происходит предельная активация симпатического отдела ВНС. Непосредственно в ходе тренировки наблюдается дальнейшее увеличение активности симпатического отдела ВНС и церебральных эрготропных влияний (увеличение показателей LF/HF, а в структуре сердечного ритма увеличивается доля VLF%). Сразу после окончания тренировки через двое суток выраженное снижение общей мощности спектра сохраняется и даже возрастает гиперсимпатикотония, в структуре спектральной мощности ВРС резко увеличился удельный вес VLF% (таблица 14 и рисунок 50).

Результаты динамического исследования вегетативной функции позволяют сделать вывод, что состояние психоэмоционального напряжения в данной ситуации, в первую очередь, проявляется достоверным увеличением сегментарных симпатических влияний. По мере истощения симпато-адреналовой активности вегетативное обеспечение деятельности осуществляется все в большей степени за счет церебральных эрготропных и гуморально-метаболических влияний.

Динамика показателей ВРС указывает на стабилизацию регуляции сердечного ритма с переходом его регуляции с рефлекторного вегетативного уровня на более низкий - гуморально-метаболический, который в меньшей мере способен обеспечивать адекватный гомеостазис.



Таблица 14

Динамика показателей ВРС обследуемого П., в ходе тренировки на выживаемость.

Показатель	Накануне тренировки		Перед тренировкой	
	Фон	Орто	Фон	Орто
TP	4910.40	2746.20	1337.31	2212.71
LF/HF	7.72	42.40	16.14	50.15
VLF%	22.40	23.20	44.00	25.22
LF%	68.70	75.10	52.74	73.32
HF%	8.90	1.70	3.27	1.46

Проводя подобные исследования, мы оцениваем “физиологическую цену” того или иного вида деятельности.

С другой стороны, в клинической практике мы нередко наблюдали больных с прямо противоположной ситуацией, когда имели место достаточно выраженные отклонения психофизиологических показателей и результатов психологического тестирования, в то время как показатели ВРС изменялись лишь незначительно, нередко оставаясь в пределах нормы.

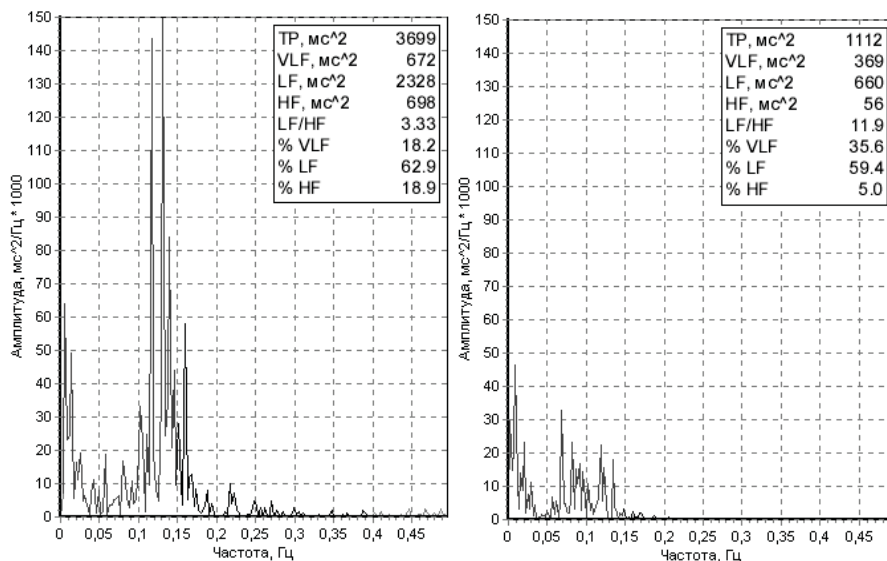
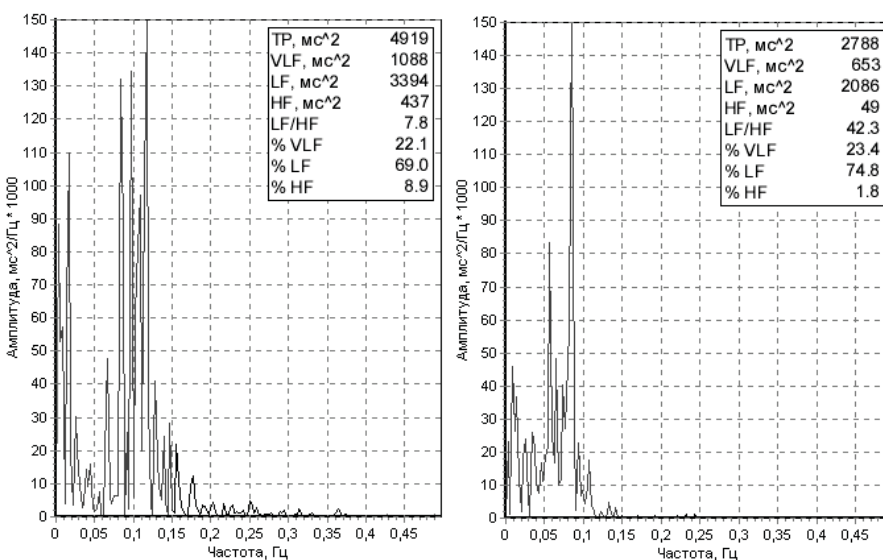
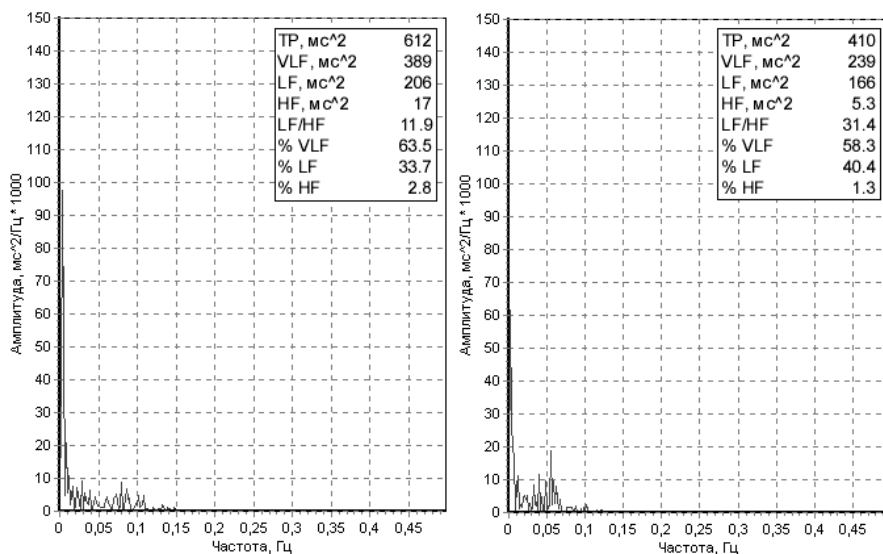


Рисунок 47. Спектрограмма кандидата в космонавты Г. накануне тренировки: а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.



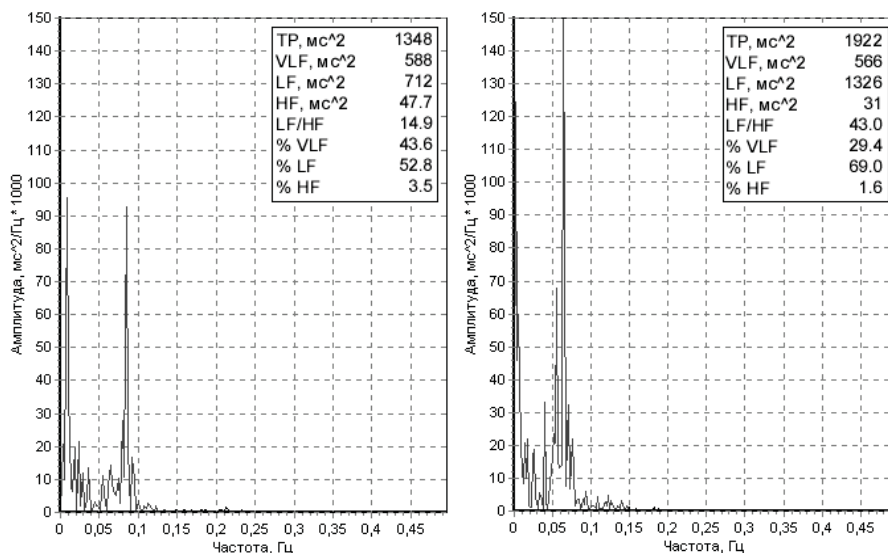


Рисунок 50. Спектрограмма кандидата в космонавты П. после тренировки:  
а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.

Исследования, проведенные на аппаратно-программных комплексах фирмы “НейроСофт”, подтвердили высказываемую в последние годы точку зрения, что между характером жалоб обследуемых, степенью вегетативных расстройств и структурными (морфологическими) изменениями со стороны органов и систем далеко не всегда имеется четкое соответствие. Иначе говоря, концепция константного соотношения выраженности и многообразия соматических ощущений и степени нарушения вегетативной регуляции приемлема далеко не во всех случаях. Основные положения концепции Г. Селье, а именно: стресс вызывает прямые анатомические повреждения, стресс представляет собой “неспецифическую реакцию организма на любое требование” - в настоящее время во многом пересмотрены. Основная концепция оценки психосоматического состояния человека основывается на целостном, “холистическом” восприятии личности.

В качестве обоснования этого положения приведем результаты обследования группы сотрудников ОМОНа (n = 25, средний возраст 23 года), вернувшихся из командировки в Чечню. Обследование проводилось с целью оценки адаптационных резервов, физического состояния, степени психоэмоционального напряжения и определения на этой основе дальнейшей тактики реабилитационных мероприятий.

Физическое состояние оценивалось при проведении одноступенчатой велоэргометрической пробы (ВЭП). Мощность нагрузки дозировалось, исходя из величины должного основного обмена. Подобный

подход обеспечивал наибольшую пропускную способность, сопоставимость результатов обследования и высокую информативность теста (В.М. Михайлов, 1999). Оценка физического состояния обследуемых проводилась по таблицам, предложенным К. Купером.

Оценка психоэмоционального состояния проводилась с использованием следующих психодиагностических методик: для определения личностной и реактивной тревожности - тесты Спилбергера-Ханина, самочувствия-активности-настроения - опросник САН, уровня нейротизма (эмоциональной неустойчивости) - вопросник Г. Айзенка. Для оценки уровня стресса и некоторых личностных качеств, способных увеличить степень и продолжительность эмоциональных реакций на значимые стимулы среды, использован тест цветового предпочтения Люшера с вычислением коэффициента вегетативного баланса (КВБ), предложенный К. Шипош (цит. по Л.Н. Собчик, 1998).






Адаптационные возможности организма оцениваются по данным variability ритма сердца, физиологическая интерпретация которого и методика анализа приведены в соответствие с Соглашением, достигнутым Европейским обществом кардиологов и Северо-Американским обществом по электростимуляции и электрофизиологии (1996), с включением в анализ определения структуры спектральной мощности волн в диапазоне VLF, LF, HF - соответственно (VLF%, LF%, HF%). Исследование ВРС проводилось: в состоянии покоя, при активной ортостатической пробе (АОП) и на 7-12-ой минуте восстановительного периода.

Параметры ВРС, записанные в покое, отражают исходный вегетативный тонус, переходный период при проведении АОП косвенно отражает вегетативную реактивность, а анализ стационарного периода АОП и показатели ВРС, зарегистрированные после 7-ой минуты восстановительного периода, позволяют судить о вегетативном обеспечении деятельности.

Оценка психоэмоционального статуса по всем предъявленным опросникам не выявила каких-либо отклонений от нормы.

Таблица 15

Результаты психологического тестирования ( $M \pm SD$ ).

				
33.8±6.16	31.7±6.22	7.1±0.89	7.0±0.69	7.5±0.93

ЛТ - личностная тревожность (тест Спилбергера): до 30 баллов - низкий уровень; 30-45 баллов - средний уровень; свыше 45 баллов - высокий уровень тревожности;

РТ - реактивная тревожность: до 30 баллов - низкий уровень; 30-45 баллов - средний уровень; свыше 45 баллов - высокий уровень тревож-

ности;

Сам - самочувствие, Акт - активность, Настр - настроение. Показатели свыше 6 баллов по этим шкалам говорят об удовлетворительном состоянии.

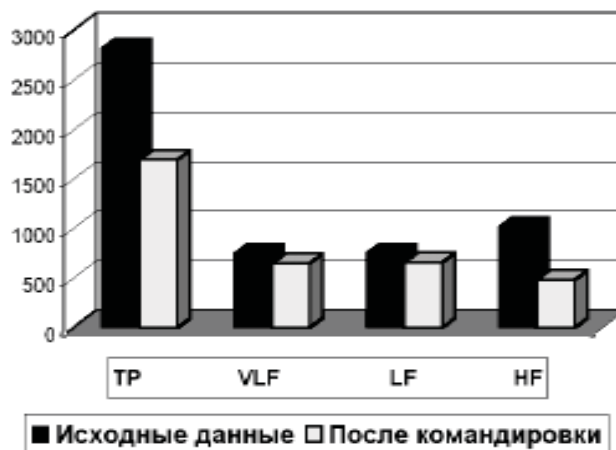
В целом по группе показатели личностной и реактивной тревожности были в пределах среднего уровня.

Динамика показателей ВРС в сравнении с исходными данными позволила выявить достоверное снижение общей мощности спектра (TP), в основном, за счет высокочастотных колебаний (HF), повышение в структуре спектральной мощности удельного веса очень низкочастотных колебаний (VLF%).

Динамика показателей ВРС указывает на стабилизацию регуляции сердечного ритма с переходом его регуляции с рефлекторного вегетативного уровня на более низкий - гуморально-метаболический, который в меньшей мере способен обеспечивать адекватный гомеостазис.

Диаграмма 10

Динамика показателей ВРС у сотрудников ОМОНа



И в этом обследовании не было выявлено отклонений в психоэмоциональной сфере. В то же время динамика показателей ВРС однозначно указывает на снижение адаптационного потенциала, хотя и без выраженной вегетативной дисфункции.

Самым неожиданным в данном обследовании оказался тот факт, что наиболее выраженные отклонения были обнаружены при проведении велоэргометрии (таблица 16).

Таблица 16

## Результаты ВЭМ пробы у сотрудников ОМОНа

Оценка физического состояния			
Отличное	Хорошее	Удовлетвор.	Плохое
1	6	15	3
Изменения на ЭКГ			
Нарушения ритма	Нарушения реполяризации		Гипертензивная реакция АД
	Уплотнение Т-волны	Депрессия сегмента ST	
4	4	2	1

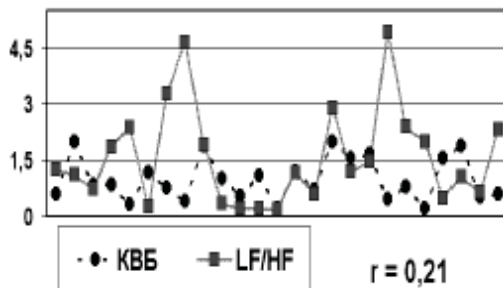
Проводя подобные исследования, мы, по сути дела, оцениваем “физиологическую цену” того или иного вида деятельности. В данном случае был констатирован факт наиболее выраженных изменений со стороны физического состояния (соматической сферы), в меньшей степени нарушения коснулись вегетативных сдвигов и практически не затронутой оказалась психоэмоциональная сфера. Для данной группы были даны рекомендации по физической реабилитации.

Таким образом, именно целостный (холистический) подход к оценке состояния здоровья позволяет провести стратификацию (разделение на группы) здоровых и больных по уровню риска. Иначе говоря, при оценке здорового человека мы можем выделить группу лиц, которым необходимо внести “поправки” в свой образ жизни.

Отдельно исследовались корреляционные отношения между КВБ по цветовому тесту Люшера и соотношением LF/HF, отражающим баланс отделов вегетативной нервной системы. Результаты представлены на диаграмме.

Диаграмма 11

Корреляционные отношения между коэффициентом вегетативного баланса (тест Люшера) и показателем LF/HF (BPC)



Как видно из представленной диаграммы, между показателями, отражающими вегетативный дисбаланс с точки зрения психосоматического подхода и при использовании “физиологического” подхода, отсутствует корреляция (коэффициент корреляции Пирсона = 0.21). Вероятно, данное наблюдение лишний раз подчеркивает, что дело не только в корректности метода исследования, но и в том, что психическая сфера и сегментарные (соматические) нарушения обладают известной автономностью, и не всегда психоэмоциональные расстройства приводят к вегетативным сдвигам, а следом и к соматическим нарушениям, и наоборот. Во всяком случае, соотношение между психическими, вегетативными и соматическими нарушениями не носят характер простой линейной зависимости.

#### **4.2. Оценка ВРС в спортивной медицине**

Целью исследования ВРС у спортсменов является:

- оценка адаптационного потенциала и физической тренированности;
- раннее выявление дезадаптации и состояния перетренированности;
- срочный контроль за процессом физической тренировки с целью его оптимизации.

Оценка показателей ВРС позволяет подойти к научному прогнозированию физических возможностей спортсменов, решать вопросы отбора для занятий спортом, более рационально строить режим тренировок и вести контроль функционального состояния спортсменов.

Однако необходимо принимать во внимание тот факт, что различная направленность тренировочного процесса оказывает влияние на направленность адаптационных процессов. В частности, выявлены следующие закономерности адаптационного процесса (Э.В. Земцовский, 1995).

У спортсменов с большой интенсивностью динамических нагрузок (тренирующих выносливость) доля случайных влияний на пейсмекерную активность синусового узла уменьшается. Иначе говоря, СА-узел становится относительно “независимым” от морфометрических и гемодинамических показателей деятельности сердца. Увеличение числа “степеней свободы” в конечном итоге и способствует достижению функционального оптимума при выполнении работы в относительно небольшом диапазоне мощности и достаточно большой продолжительности.

В группе спортсменов, развивающих быстроту и силу (бокс, велоспорт, теннис), наблюдается более тесная взаимосвязь между показателями ВРС, морфометрии и гемодинамики. Именно наличие тесной взаимосвязи между ритмом, размерами камер сердца и сократительной способностью миокарда позволяет сердцу как функциональной системе мгновенно включаться в работу максимальной мощности.

Структура связей между показателями морфометрии, гемодинамики и ВРС в группе спортсменов, развивающих силу, существенно меньше, чем в группе развивающих быстроту.

Таким образом, направленность тренировочного процесса является главным фактором, определяющим организацию функции аппарата кровообращения - принцип преимущественного структурного обеспечения систем, доминирующих в процессе адаптации (Ф.З. Меерсон, 1986). Этот принцип подразумевает формирование системы, обеспечивающей успешное выполнение физической нагрузки данной направленности в ущерб возможностям выполнения физических нагрузок иной направленности. Изучение ВРС и кросс-корреляционных взаимоотношений между показателями ритма сердца, морфометрическими показателями (ЭхоКГ) и показателями гемодинамики (ЭхоКГ или реографическими методами), показателями системы дыхания, оценкой психофизиологических параметров ЦНС, в покое и при проведении функциональных проб позволяет получить наиболее полное представление о функциональном состоянии спортсмена, оценить динамику тренировочного процесса и найти пути его оптимизации.

В общих чертах закономерности тренировочного процесса по данным ВРС можно представить следующим образом. В процессе тренировок общая мощность спектра (TP) растет преимущественно за счет увеличения мощности дыхательных волн (HF компонента). При физическом перенапряжении за 1-3 недели до снижения спортивных результатов снижается мощность HF и относительно возрастает мощность медленных и очень медленных колебаний (LF и VLF) на фоне брадикардии (В.В. Аксенов, 1986). При изучении РГ спортсменов, тренирующих выносливость, Д.И. Жемайтис с соавт. (1982) обнаружили у значительной их части при приближении к спортивной форме снижение амплитуды дыхательных волн на фоне замедления ритма. При длительных физических нагрузках и при снижении тренированности спортсменов отмечается изменение типа РГ с переходом от РГ парасимпатического типа (преобладание HF-компонента) к РГ, где в структуре сердечного ритма преобладают LF и VLF-компоненты. Существенные изменения имеют место и в регуляции ритма сердца при проведении ортостатической пробы. В частности, снижается реактивность парасимпатического отдела ВНС (выраженное отклонение от индивидуальной нормы коэффициента 30:15 при анализе переходного периода), недостаточная или наоборот избыточная активация симпатического отдела ВНС. При дальнейшем нарастании процессов дезадаптации в ответ на чрезмерные нагрузки возможны два типа реакции сердечного ритма - формирование маловариабельного ритма на фоне брадикардии и резко выраженная нерегулярность ритма вместе с увеличением частоты сердечных сокращений (Э.В. Земцовский, 1995). В первом случае, очевидно, происходит крайняя степень отчуждения СА-узла от вегетативных и гемодинамических



влияний. Во втором, при резко выраженной нерегулярности ритма, видимо, имеет место гиперчувствительность СА-узла к экстракардиальным влияниям. Проведение функциональных проб (ортостатической и с физической нагрузкой) в этой ситуации позволяет более детально оценить состояние и степень тренированности спортсмена. Необходимо учитывать, что показатели ВРС играют лишь сигнальную роль в постановке “диагноза”, отражающего наличие и степень выраженности патологических отклонений. Решающее значение для “диагноза” имеют конкретные признаки структурных, метаболических и энергетических изменений, которые исследуются другими лабораторными и инструментальными методами. Однако простота и быстрое действие оценки ВРС делают данный метод незаменимым методом оперативного контроля вероятности развития патологических отклонений.

### **4.3. ВРС ПРИ НАРУШЕНИЯХ РИТМА СЕРДЦА**

#### **4.3.1. Оценка синусового ритма**

##### Частота сердечных сокращений

В ритмической деятельности синусового узла выделяют синусовую тахи-, бради- и нормокардию.

При синусовой тахикардии ЧСС превышает 100 ударов в минуту (ЧСС 90-99 ударов в минуту правильнее считать ускоренным синусовым ритмом). Причинами синусовой тахикардии могут быть физическое или эмоциональное напряжение, лихорадочное состояние, интоксикация, анемия, гипертиреоз, сердечная недостаточность, воздействие определенных пищевых продуктов либо медикаментов, содержащих ваголитические или симпатикомиметические вещества.

Синусовая брадикардия (ЧСС менее 60 ударов в минуту). Брадикардия считается незначительной, если ЧСС составляет 50-60 ударов в минуту, умеренной - 40-50 ударов в минуту и значительной - менее 40 ударов в минуту. По мнению А. Дабровски с соавт. (1998) и по результатам холтеровского мониторирования, нижней границей частоты нормального синусового ритма для взрослых пациентов следует считать ЧСС менее 50 ударов в минуту. По нашим данным, у практически здоровых лиц молодого возраста при 5-и минутной записи в покое нижняя граница нормы составила 60 ударов в 1 мин, верхняя - 72, средняя ЧСС - 64 удар в минуту. Синусовая брадикардия может возникнуть в ответ на психогенные воздействия, вследствие страха или боли. Синусовая брадикардия развивается у спортсменов, лиц, занятых физическим трудом, а также при патологии мозга, отравлениях и действии ряда медикаментов (препараты наперстянки, раувольфия, опия), при заболеваниях желудочно-кишечного тракта (язвенная болезнь, желчекаменная болезнь и другие). Прогноз при синусовой брадикардии обычно хороший, но если она являет-

ся интенсивной, особенно у пожилых людей, то следует предположить синдром слабости синусового узла.

### Регулярность синусового ритма.

В норме синусовый ритм всегда нерегулярный. Величина стандартного отклонения (SDNN) колеблется от 69.6 до 43.9 мс. С возрастом и при развитии патологии эта величина снижается. У пожилых людей, даже без выраженной сердечно-сосудистой патологии, нередко встречается так называемый малоизменчивый (авариабельный) синусовый ритм. Малоизменчивым называется такой ритм, при котором размах на любом шестисекундном отрезке записи не превышает 0.05 секунды.

Различают два вида авариабельного ритма:

- стабильный синусовый ритм;
- ригидный синусовый ритм.

Различие заключается в ЧСС. Ригидный ритм всегда связан с частотой более 80 ударов в минуту. При стабильном синусовом ритме на фоне малой вариабельности (размах менее 0.05 секунды) ЧСС бывает менее 80 ударов в минуту, вплоть до брадикардии. Такой ритм парасимпатического происхождения встречается нечасто, к примеру, у спортсменов в период значительных физических нагрузок или у пациентов с передозировкой  $\beta$ -блокаторами.

В этих случаях целесообразно провести кардиоритмографические пробы (например, ортостатическую) и оценить реактивность вегетативной системы.

При ригидном ритме снижается парасимпатический контроль деятельности сердца. В результате снижается порог фибрилляции желудочков, особенно на фоне ишемии миокарда. В острой стадии инфаркта миокарда ригидный ритм является предшественником фатальных аритмий, а через две недели после начала инфаркта миокарда - предиктором уменьшения продолжительности жизни, даже при успешной коррекции таких важных прогностических факторов, как фракция выброса и желудочковые нарушения ритма. Ригидный ритм может регистрироваться и безотносительно сердечной патологии (при гипертонусе желчного пузыря, при обострении язвенной болезни желудка, тяжелых физических и психических перегрузках, сахарном диабете). На скаттерграмме при ригидном ритме точки располагаются вдоль биссектрисы вниз в виде узкой короткой полосы.

---

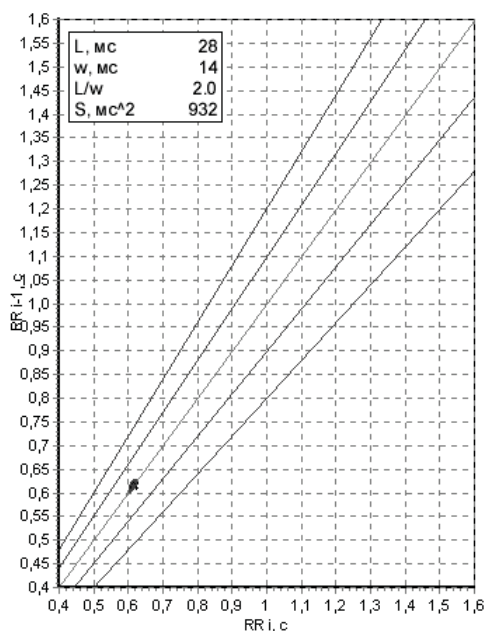


Рисунок 51. Ригидный ритм на скаттерграмме.

Особенно неблагоприятен косонисходящий ригидный ритм, т.е. такой ритм, при котором ЧСС постоянно нарастает. На ритмограмме наблюдается постоянное понижение (наклон) линии, практически лишенной “зубчиков” (волновой структуры). На скаттерграмме в этом случае видим длинный и узкий эллипс. Величина размаха и индекс напряжения Баевского в этом случае не будет отражать патологического характера ситуации. Для количественной оценки данной ситуации хорошо подходит показатель  $pNN50\%$ , т.е. число пар интервалов, разность длительностей которых превышает 50 мс, выраженное в процентах от общего числа интервалов R-R.

В целом надо отметить, что развитие сердечно-сосудистой патологии, особенно ИБС, как правило, сопровождается повышением стабильности ритма сердца.

#### Многофокусный ритм (миграция водителя ритма)

Многофокусным суправентрикулярным ритмом называется такая аритмия, при которой роль водителя ритма берут на себя центры автоматизма, расположенные между СА- и АВ-узлом (учитывая отсутствие каких либо путей миграции, правильнее говорить о “многофокусном” ритме, а не о “миграции” водителя ритма). На ЭКГ этот вид аритмии проявляется постепенным, от цикла к циклу, изменением формы и полярности зубца Р, а также продолжительности интервалов P-P (R-R) и, нередко, P-Q.

На скаттерграмме при изменении продолжительности интервалов R-R появляется скопление точек, располагающееся чуть правее от основной совокупности, чем смещаются точки при глубоком дыхании. В зависимости от разницы продолжительности интервалов R-R форма скаттерграммы может напоминать лепесток, трилистник, или образуется несколько отдельно расположенных скоплений точек справа и слева, но недалеко от основной совокупности точек.

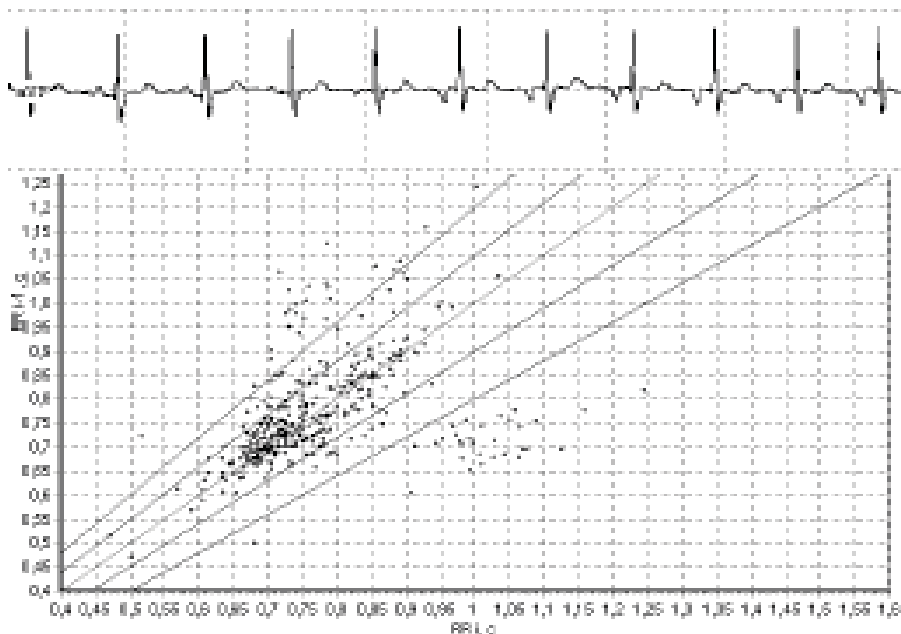


Рисунок 52. ЭКГ и скаттерграмма при миграции водителя ритма (многофокусный ритм).

#### 4.3.2. Анализ кардиоритмограммы при экстрасистолии

*Экстрасистолия* - это преждевременное возбуждение сердца, обусловленное механизмом повторного входа или повышенной осцилляторной активностью клеточных мембран, возникающей в предсердиях, АВ-соединении или различных участках проводящей системы желудочков.

При рассматривании обычной ЭКГ одиночная экстрасистола характеризуется интервалом сцепления, который короче среднего интервала сердечных сокращений при данном ритме не менее чем на 20%. Предсердная экстрасистола отличается от нормального сокращения формой зубца Р, экстрасистола из АВ-соединения - отсутствием зубца Р перед преждевременным желудочковым комплексом, а желудочковая экстрасистола - отсутствием зубца Р и aberrantным желудочковым комп-

лексом.

На ритмограмме экстрасистола выглядит как последовательность короткого и длинного столбика ритмограммы (рисунок 53).

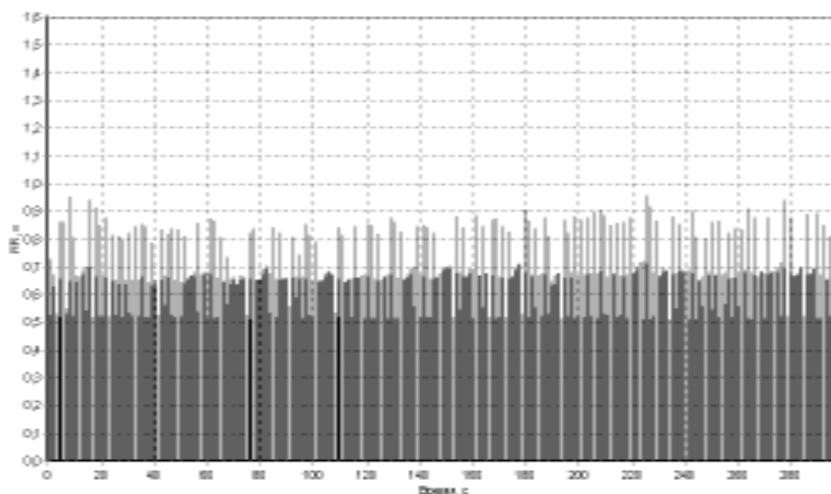


Рисунок 53. Экстрасистолы на ритмограмме.

На скаттерграмме экстрасистола характеризуется возникновением точки (на рисунке 54 и последующих - это точка А) или скоплением точек, расположенных слева от основной совокупности точек (основного облака). Расстояние от точки до вертикальной (левой) оси координат будет соответствовать интервалу сцепления. Расстояние от экстрасистолической точки до горизонтальной (нижней) оси координат определяется длительностью предшествующего экстрасистоле сердечного цикла. Постэкстрасистолические интервалы вместе с интервалами сцепления определяют положение точек, расположенных справа от биссектрисы и ниже основной совокупности точек (точка Б). Расстояние от горизонтальной оси до этих точек по вертикали соответствует величине интервалов сцепления. Расположение их по горизонтали соответствует длительностям постэкстрасистолических интервалов. Третья точка (В) на скаттерграмме располагается над основной совокупностью точек (если постэкстрасистолический интервал длиннее нормального).

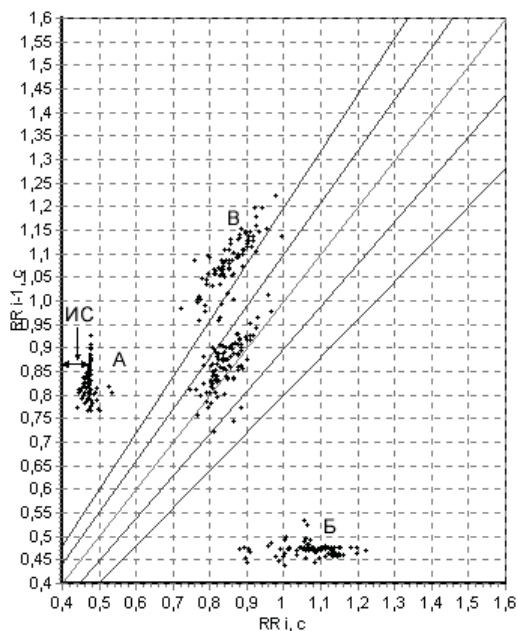


Рисунок 54. Схема расположения пре- и постэкстрасистолических интервалов на скаттерграмме.

Если экстрасистолы образуют скопление точек, ограниченное по высоте, это означает, что они возникают только при определенной частоте сердечного ритма.

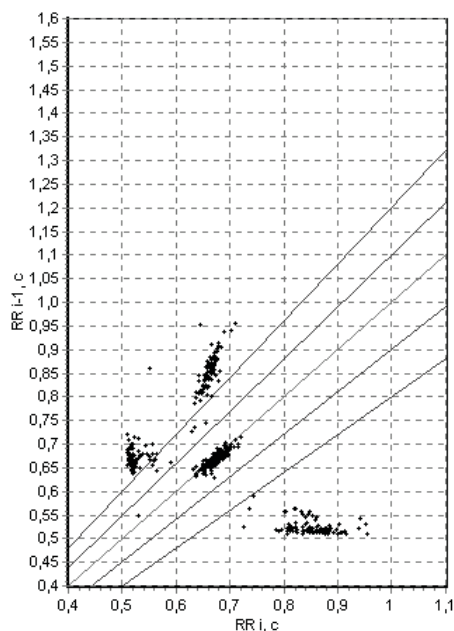


Рисунок 55. Экстрасистолы на скаттерграмме.

Если экстрасистолические точки располагаются вдоль вертикальной линии, слева от основной совокупности, то это означает, что экстрасистолы возникают у данного пациента при любой частоте сердечных сокращений. На рисунке 56 приведен пример подобной скаттерграммы.

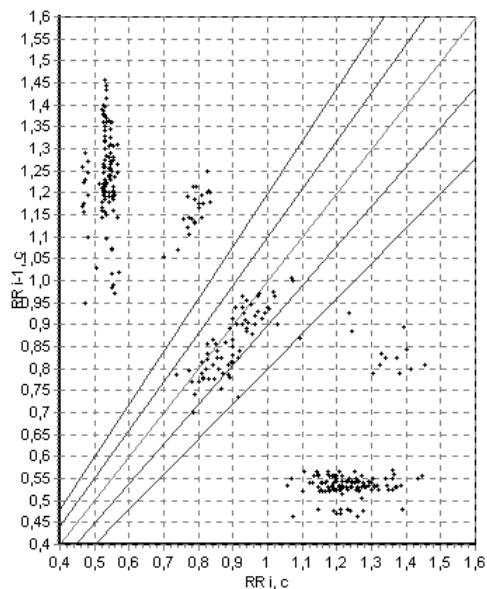


Рисунок 56. Экстрасистолы на скаттерграмме, не зависящие от ЧСС.

Существует предположение о том, что различие характера частотной зависимости желудочковых экстрасистол (ЖЭ) может отражать различие электрофизиологических механизмов аритмии и представлять, таким образом, инструмент клинического изучения механизмов возникновения желудочковых экстрасистол. На сегодняшний день в отношении желудочковых экстрасистол не существует методов, позволяющих определить “уязвимый” параметр механизмов возникновения ЖЭ, а, следовательно, невозможно воздействовать на него через специфическую точку приложения, как того требуют авторы “сицилианского гамбита” (цит. по С.Ф. Соколову и др., 1999). Тем не менее, чисто эмпирически, знание частотной зависимости ЖЭ позволяет правильно подобрать медикаментозную терапию. Например, если скопление экстрасистолических точек наблюдается слева и внизу от основной совокупности точек это значит, что частотнозависимые экстрасистолы, возникающие при увеличении ЧСС и при подборе антиаритмической терапии, целесообразно использовать препараты, замедляющие ЧСС. Если экстрасистолические точки группируются соответственно длинным сердечным циклам, то эффективными могут оказаться препараты, учащающие основной ритм. Дополнительно проведенные функциональные пробы позволяют точнее установить зависимость числа экстрасистол и продолжительность интервала сцепления от ЧСС. В частности, установлено (З.И. Янушкевичус, 1981), что новокаиनाмид, обзидан и атропин чаще оказывали антиаритмический эффект при



наличии частотнозависимой экстрасистолии (в соответствии с механизмом действия).

Пример положительной пробы с обзиданом представлен на рисунке 57.

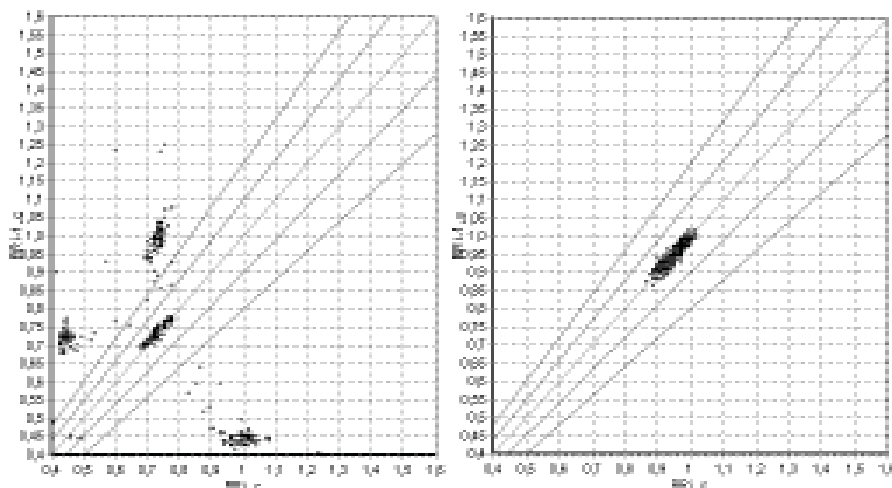


Рисунок 57. Экстрасистолы на скаттерграмме. Проба с Обзиданом - положительная.

Предсердные экстрасистолы часто имеют постэкстрасистолический интервал, равный обычному при данной частоте ритма, поэтому точки будут располагаться под основной совокупностью точек. Если постэкстрасистолические интервалы будут длиннее интервалов основного ритма, точки будут располагаться правее (и ниже) основной совокупности. Такое удлинение постэкстрасистолических интервалов после предсердной экстрасистолы может быть связано с влиянием экстрасистол на синусовый узел (торможение выработки следующего сокращения), либо с влиянием экстрасистол на АВ-проведение в следующем цикле.

Третья точка (скопление точек) на скаттерграмме располагается над основной совокупностью точек (если постэкстрасистолический интервал длиннее нормального). При предсердных экстрасистолах, если нет существенного удлинения постэкстрасистолического интервала, соответствующие ему точки располагаются по верхнему краю общей совокупности, нередко сливаясь с нею.

Алгоритмии. Правильное чередование экстрасистол с нормальными синусовыми циклами называется алгоритмической экстрасистолией, или просто - алгоритмией. Если экстрасистолы правильно повторяются после каждого нормального синусового комплекса, то речь идет о бигемении. При этом удлиненный постэкстрасистолический интервал является одновременно предэкстрасистолическим, поэтому на скаттер-

грамме появляются точки, расположенные выше и левее основной совокупности; видны только две совокупности точек. Гистограмма распределения становится бимодальной (распадается на два столбика, один из которых соответствует интервалам сцепления, а другой - компенсаторным паузам); на ритмограмме виден характерный “заборчик”.

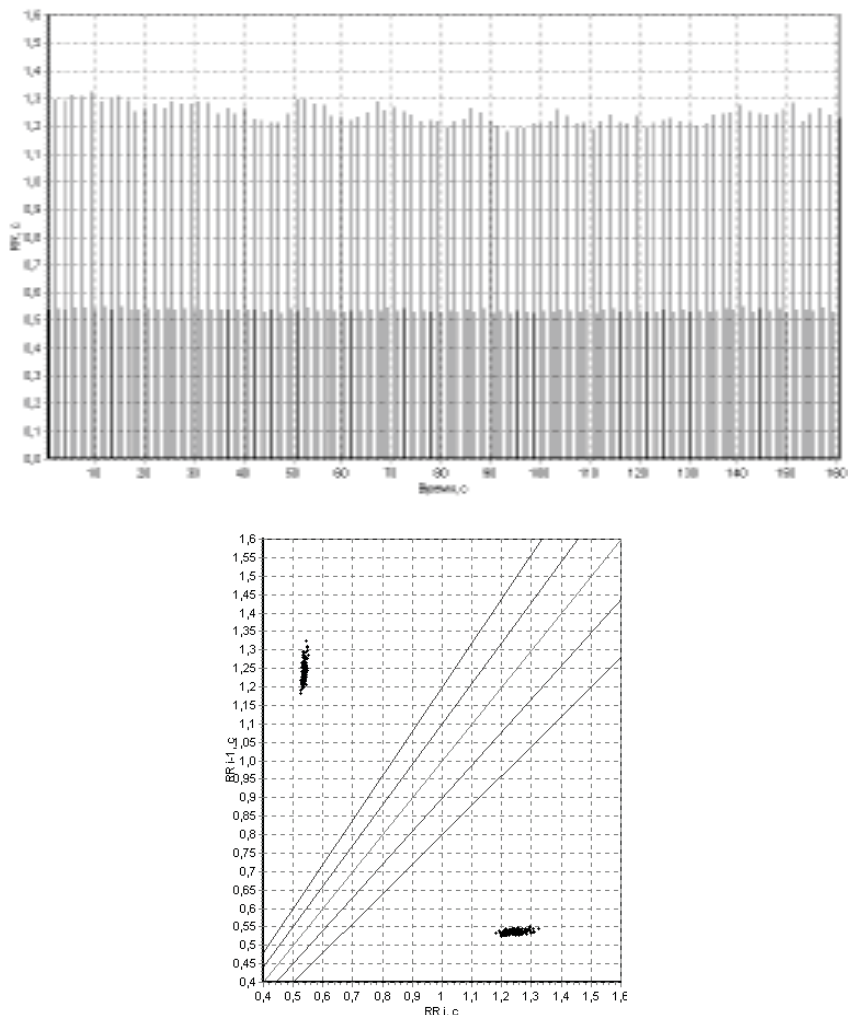


Рисунок 58. Ритмограмма и скаттерграмма при бигеминии:  
а) ритмограмма, б) скаттерграмма.

При тригеминии, когда идет повторное чередование трех различных по длительности циклов, на скаттерграмме образуются три совокупности точек, располагающихся слева от биссектрисы, справа от нее внизу и над

биссектрисой. Расстояние от биссектрисы до вертикальной оси координат равно длительности основного сердечного цикла. Совокупности точек на биссектрисе может не быть, если нет двух одинаковых по длине сердечных циклов.

При бигемении, сочетающейся с тригеменией или более редкими экстрасистолами, на КРГ образуется пять скоплений точек:

- соответствующих основному ритму;
- соответствующих ритму экстрасистол, возникающих после основного сокращения (А) (слева от биссектрисы);
- соответствующих ритму экстрасистол, возникающих после компенсаторных пауз (Г) (слева от биссектрисы);
- постэкстрасистолических сокращений (Б) (справа от биссектрисы вниз);
- соответствующих сокращениям, за которыми последуют нормальные сокращения (В) (рисунок 59).

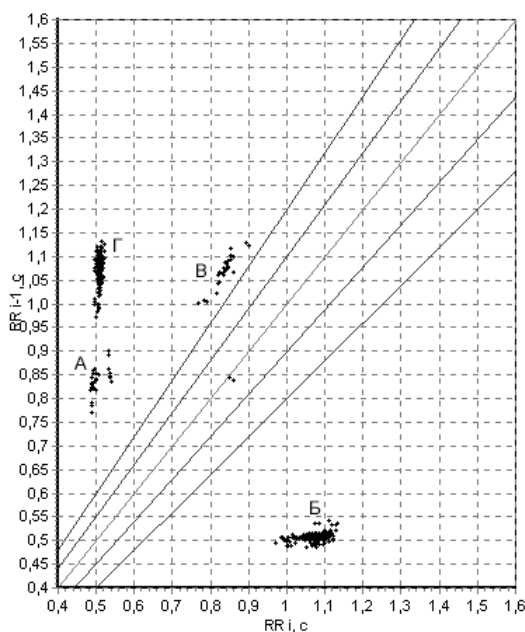


Рисунок 59. Тригемения на скаттерграмме.

Политопные экстрасистолы. Экстрасистолы, обусловленные функционированием нескольких эктопических очагов и, соответственно, образующие эктопические комплексы с разными интервалами сцепления, а нередко и разной формы, называются политопными. При наличии политопных экстрасистол на гистограмме будет виден характерный разрыв в области, где располагаются столбики, соответствующие интервалам

сцепления.

На скаттерграмме соответствующие этим экстрасистолам точки группируются в две совокупности слева от основного облака (рисунок 60). Следует заметить, что в тех случаях, когда политопные экстрасистолы отличаются только разной длительностью интервалов сцепления (обычно принято считать 100 и более мс), а форма у них одинакова, только оценка скаттерграммы и гистограммы позволяет легко их обнаружить, не прибегая к дополнительным измерениям.

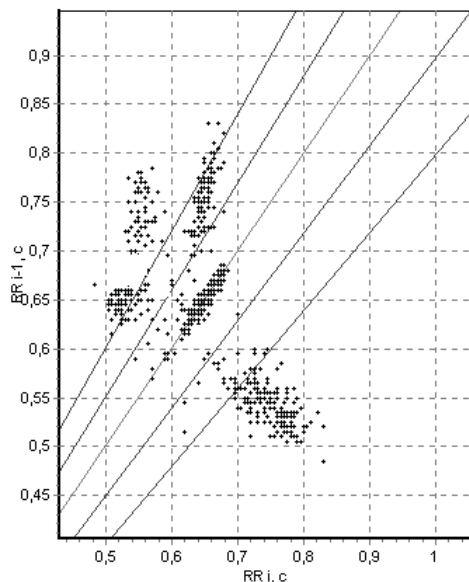


Рисунок 60. Политопные экстрасистолы на скаттерграмме

В тех случаях, когда имеются экстрасистолы, различные по форме, но с одинаковым интервалом сцепления (полиморфные экстрасистолы), то на скаттерграмме и гистограмме их легко можно отличить. При этом на ЭКГ форма экстрасистол будет разная, а скаттерграмма и гистограмма будут иметь вид, как при обычных экстрасистолах.

**Интерполированные экстрасистолы.** В этом случае интервал сцепления и постэкстрасистолический интервал равны друг другу. На ритмограмме интерполированные экстрасистолы выглядят так же, как кратковременные артефакты. На скаттерграмме первая дополнительная точка (скопление экстрасистол) располагается так же, как и при других экстрасистолах. Вторая точка располагается внизу и рядом с биссектрисой, обозначая два примерно одинаковых коротких интервала до и после экстрасистолы. Если эта интерполированная экстрасистола не изменяет общего ритма, то третья точка располагается ниже основной совокупности

точек, прямо под ней. Иногда интерполированная экстрасистола “сдвигает” последующее сокращение, поэтому на скаттерграмме совокупность точек “В” оказывается правее основной совокупности.

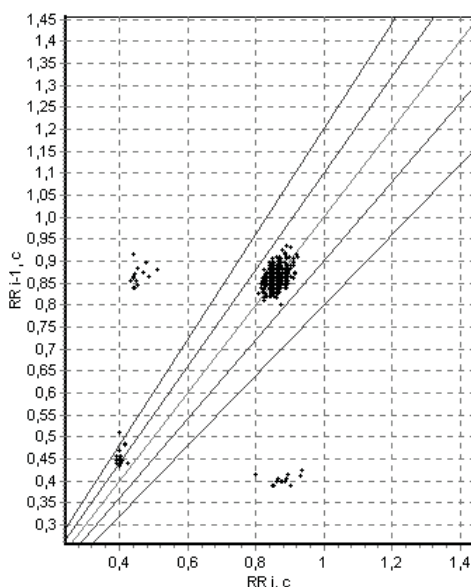


Рисунок 61. Интерполированные экстрасистолы на скаттерграмме.

Парасистолия. Это автономная активность эктопического центра, не зависящая от основного сердечного ритма и сосуществующая с ним. При обычном анализе ЭКГ выявление парасистолии представляет определенные трудности, так как требует длительных, кропотливых измерений (необходимо убедиться в отсутствии устойчивости интервалов между синусовыми и следующими за ними парасистолическими комплексами, найти общий делитель между двумя последовательными парасистолами, при этом допустить возможность существования небольшого, в пределах 5%, изменения длины парациклов). Гораздо проще выглядит этот процесс при оценке скаттерграммы.

Если основной ритм достаточно стабилен, то парасистолы выявляются в виде точек, располагающихся вдоль линии, начинающейся слева от основной совокупности (иногда прямо от нее) и идущей горизонтально к левой оси координат. Эта группа точек представляет совокупность всех интервалов сцепления. Постпарасистолические интервалы также образуют линейное расположение точек, идущих от основной совокупности наискосок вниз и вправо. Такое расположение точек означает, что длинный постпарасистолический интервал следует за коротким “интервалом сцепления”, и наоборот. Третье линейное скопление точек расположено вертикально над основной совокупностью.

При возникновении парасистолии на фоне достаточно изменчивого ритма линейное скопление точек слева от основной совокупности точек может располагаться горизонтально, но чаще образует линию, идущую влево и вверх. Последнее означает, что при замедлении основного ритма парасистолические сокращения могут “пробиваться” раньше. В целом, парасистолия приобретает на скаттерграмме своеобразную форму “паучка” или “вертолета”, что делает скаттерграмму совершенно не похожей на скаттерграмму при экстрасистолии (рисунок 62).

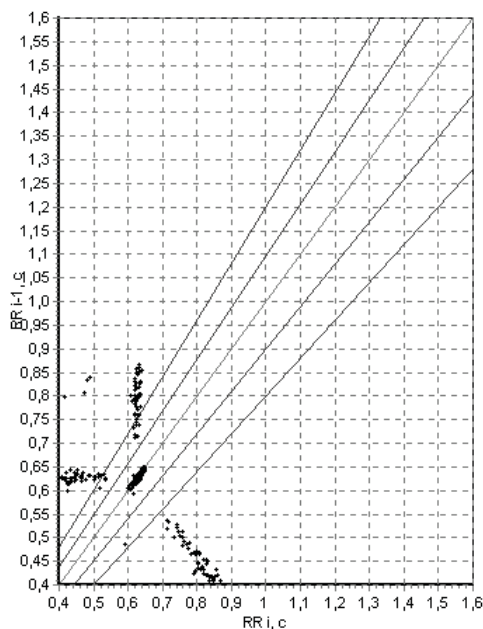


Рисунок 62. Парасистолия на скаттерграмме.

Крайне редко при стабильном основном ритме могут возникать ситуации, когда на скаттерграмме парасистолия не выявляется, а регистрируется “простая” экстрасистолия. Это может быть обусловлено тем, что длительность сердечного цикла основного ритма равна целой части длительности парасистолического цикла, и парасистолические сокращения оказываются на одинаковом расстоянии от предшествующих сокращений основного ритма. В этой ситуации проведение проб, оказывающих воздействие на основной ритм (дыхательная, ортостатическая), позволяет разрешить все сомнения.

---

Значимость оценки ВРС при экстрасистолии для прогнозирования риска внезапной смерти у больных, перенесших инфаркт миокарда и страдающих желудочковыми аритмиями

Актуальность этой проблемы объясняется тем фактом, что в течение первого года после инфаркта миокарда умирает около 10% больных, более половины из них - внезапно, в результате появления у них устойчивой желудочковой тахикардии или фибрилляции желудочков. Одним из главных путей снижения частоты внезапной смерти служит выявление пациентов с высоким риском возникновения желудочковых тахикардий. Особенно важна стратификация по группам риска больных, перенесших инфаркт миокарда. Для выявления среди них наиболее предрасположенных к возникновению “злокачественных” желудочковых аритмий используется комплекс клинико-физиологических методов: регистрация поздних потенциалов желудочков, дисперсия интервала Q-T, фракция выброса по ЭхоКГ и оценка вариабельности сердечного ритма (И.В. Савельева, 1997).

Впервые связь между высокой смертностью больных, перенесших инфаркт миокарда, и сниженной у них вариабельностью синусового ритма выявил М. Wolf в 1987 году. Результаты многоцентрового исследования у больных инфарктом миокарда показали, что низкая вариабельность ритма сердца является прогностическим фактором внезапной смерти. (B. Kleiger et. al., 1987). В настоящее время признано, что низкий показатель стандартного отклонения всех синусовых интервалов R-R за сутки (SDNN) менее 50 мс (при холтеровском мониторировании), зарегистрированный на 2-ой неделе после начала инфаркта миокарда, коррелирует с высоким риском внезапной смерти (риск смертельного исхода возрастает более чем в 5.3 раза). Короткая запись является скрининг-методом, который при SDNN менее 20-25 мс позволяет отобрать группу больных (после инфаркта миокарда, с кардиомиопатиями, застойной сердечной недостаточностью), нуждающихся в дополнительном обследовании для прогнозирования риска внезапной смерти. Строго говоря, проблема прогнозирования внезапной смерти после инфаркта миокарда совпадает с проблемой прогнозирования внезапной смерти от желудочковых тахикардий. Это и понятно, так как общепризнано, что основная причина, приводящая к внезапной смерти, - это электрическая нестабильность миокарда.

Целесообразно использовать короткую пятиминутную запись и для непосредственного прогнозирования желудочковых тахикардий у больных с инфарктом миокарда, находящихся в палатах интенсивной терапии. В этом случае, за 6-8 минут до возникновения пароксизма тахикардии регистрируется значительное увеличение соотношения мощностей низко- и высокочастотных компонентов спектра, вследствие снижения мощности высокочастотных колебаний, а также прирост ЧСС

---

по сравнению со среднесуточными значениями. Такой краткосрочный прогноз чрезвычайно важен для своевременного профилактического введения антиаритмических препаратов. Однако имеется ряд спорных аспектов использования метода. В частности, J. Begger и соавт. (1984) при анализе показателей variability ритма сердца у больных с фибрилляцией желудочков (ФЖ) не выявили различий между исходным уровнем ВРС и показателями непосредственно перед началом ФЖ. Можно предположить, что такие противоречивые результаты объясняются различными способами анализа variability ритма сердца, а также влиянием большого числа физических, ятрогенных и психологических факторов, которые могли повлиять на результаты исследования (Г.Г. Иванов и соавт., 1998).

Целесообразность применения ортостатической пробы с целью оценки вегетативной регуляции сердца у больных с желудочковыми эктопическими комплексами (ЖЭК) изучена Т.П. Гизатулиной.

Обследованию подверглось четыре группы больных:

- первая группа: с редкими ЖЭК (менее 1500 комплексов в сутки);
- вторая группа: с частыми ЖЭК (более 1500 комплексов в сутки);
- третья группа: здоровые;
- четвертая группа: ИБС+ЖЭК.

В покое выявлено достоверное снижение всех показателей спектрального анализа (TP, VLF, LF, HF) у больных ИБС. При проведении ортостатической пробы: в первой и третьей группе нарастает VLF, LF и снижается HF, в четвертой нарастает VLF и снижается LF, HF, во второй группе сходная реакция (нарастает VLF и недостоверно снижается LF, значительно снизился HF). Таким образом, у больных второй и четвертой групп нарушается вегетативная регуляция ритма сердца в виде отсутствия нарастания LF в ответ на АОП. Авторы делают вывод, что по характеру ответа на проведение активной ортостатической пробы можно предсказать степень злокачественности желудочковых экстрасистол.

Вполне возможно использовать скаттерграмму и для прогнозирования риска развития опасных, в том числе фатальных, аритмий у больных ИБС с нарушением ритма. При этом можно не прибегать к процедуре "исключения" эктопических сокращений из анализа. Достаточно убедиться в наличии сочетания ригидного ритма и желудочковых экстрасистол. Подобное сочетание с большой вероятностью позволяет прогнозировать опасные для жизни аритмии, что и является основанием к назначению антиаритмической терапии (рисунок 63).

---



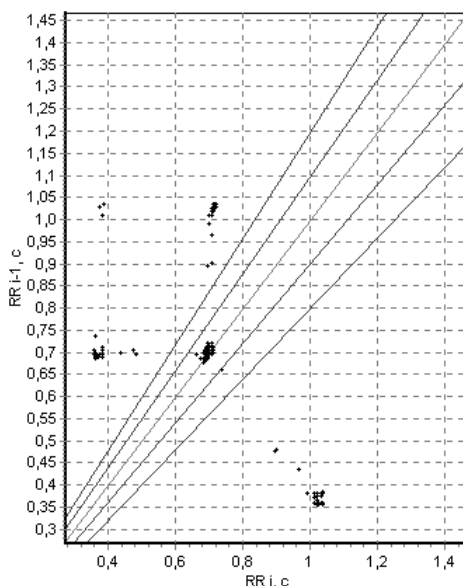


Рисунок 63. Экстрасистолы на фоне ригидного ритма.

### 4.3.3. Дисфункция и синдром слабости синусового узла (СССУ)

СССУ представляет собой комплекс различных нарушений ритма и проводимости (синусовая брадикардия, тахи-брадикардия, отказ синусового узла, синоатриальная блокада), которые могут наблюдаться по отдельности и в разных сочетаниях.

Другие проявления СССУ - это брадисистолическая форма фибрилляции предсердий, замедленное восстановление синусового узла после предсердных экстрасистол и пароксизмов наджелудочковой тахикардии.

В том случае, когда в основе нарушения перечисленных выше расстройств лежит органическое заболевание сердца, диагностируют СССУ. Если установлены нарушения регуляторных механизмов, моделирующих деятельность СА-узла, диагностируется дисфункция СА-узла.

Оценка скаттерграммы иногда позволяет выявить довольно специфическую форму патологии СА-узла - "отказ" определенной группы клеток СА-узла вырабатывать импульсы. При этом на скаттерграмме образуется "разрыв" в линейном перемещении точек вдоль биссектрисы. Отсутствие импульсов определенной частоты означает, что клетки синусового узла, которые должны вырабатывать эти импульсы, не функционируют (рисунок 64).

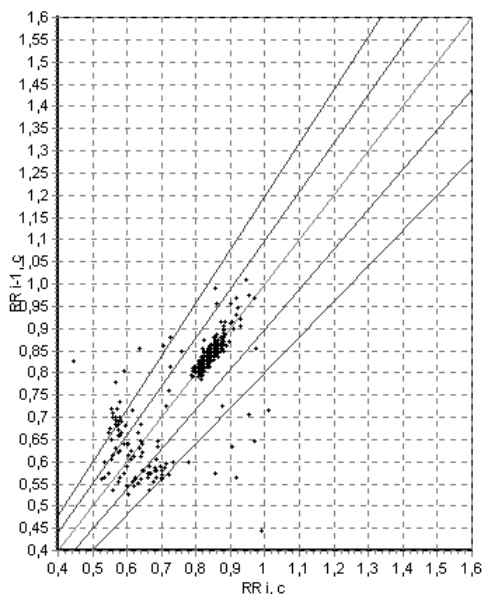


Рисунок 64. Дисфункция СА-узла на скаттерграмме.

Не менее наглядно выглядит СССУ в ряде случаев и на ритмограмме (рисунок 65), когда на фоне типичной ритмографической кривой внезапно появляется “провал”, при этом форма и амплитуда Р-волны на ЭКГ существенно не меняется.

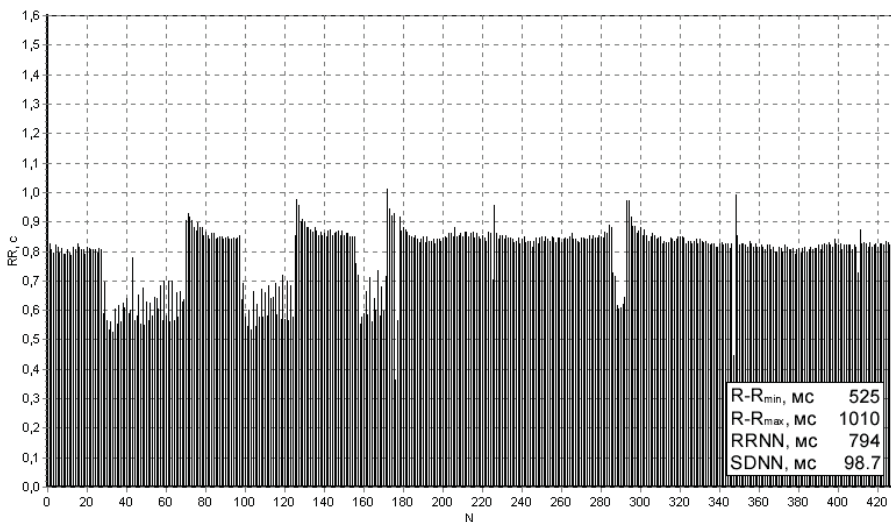


Рисунок 65. Ритмограмма при синдроме слабости синусового узла.

К дисфункции СА-узла относят и синоатриальную блокаду (СА-блокада). Этим термином обозначают нарушения проводимости, при которых импульсы, вырабатываемые в СА-узле, не способны преодолеть СА-соединение или выходят из СА-узла медленнее, чем в норме.

Для СА-блокады II степени по типу Мобитц-I характерна периодика Самойлова-Венкебаха - постепенное увеличение времени проведения от клеток, генерирующих импульсы, до клеток предсердий, что выражается в закономерном и своеобразном изменении длительности сердечных циклов. Замедление заканчивается полным прекращением проведения одного или нескольких импульсов, после чего проведение восстанавливается и цикл повторяется снова. Главным и характерным признаком при данном типе СА-блокады является резкое удлинение сердечного цикла после самого короткого цикла в периодике. Удлиненный цикл почти в два раза длиннее предыдущего. После самого длинного цикла регистрируется несколько следующих друг за другом постепенно укорачивающихся сердечных циклов, пока не наступит очередное выпадение. На скаттерграмме это выражается в появлении точки справа от биссектрисы, причем горизонтальная координата этой точки почти в два раза больше вертикальной координаты. Следующая точка появляется выше и левее биссектрисы, так как после выпадения одного синусового импульса сердечный ритм начинает новый цикл периодики. Последующие точки будут располагаться слева от биссектрисы, перемещаясь вниз и приближаясь к биссектрисе. Число точек равно числу сердечных сокращений от выпадения до выпадения. Возникает достаточно характерная картина, особенно если в периодике 7-10 сокращений. Поскольку анализ ВРС проводится по зубцам R, то сходная картина наблюдается и при атриовентрикулярной блокаде II-й степени, I-го типа.

Чаще встречается атипичный вариант СА-блокады II-й степени I-го типа, которому свойственна неупорядоченность изменений инкремента в СА-проведении и соответственно интервалов R-R, которые могут укорачиваться, удлиняться или оставаться неизменными в периодике. В некоторых случаях можно видеть постепенное удлинение этих интервалов, заканчивающееся блокированием одного синусового импульса.

Анализ показателей ВРС позволяет разграничить три формы нарушения синусового ритма, иногда имеющие сходство: СА-блокаду с периодикой Самойлова-Венкенбаха, синусовую дыхательную аритмию и постэкстрасистолическое торможение автоматизма СА-узла. Для дифференциальной диагностики этих состояний можно использовать запись ритмограммы (А.В. Недоступ, 1981). На ритмограмме СА-блокада с периодами Самойлова-Венкебаха регистрируется в виде характерных изменений кривой. Наблюдается постепенное снижение, отражающее прогрессирующие укорочение интервалов R-R в соответствии с убыванием величины инкремента при углублении нарушения СА-проводимости, затем следует резкий подъем кривой при выпадении сердечного цикла

в момент блокирования СА-проведения и вновь постепенное снижение кривой. В отличие от описанной картины, при предсердной экстрасистоле регистрируется резкое снижение кривой (укороченный предэкстрасистолический цикл), затем резкий подъем (постэкстрасистолическая пауза), последующее постепенное возвращение к исходному уровню (постэкстрасистолическая депрессия ритма). Значительно облегчается и дифференциальная диагностика СА-блокады и дыхательной аритмии. При дыхательной аритмии на ритмограмме видны плавные подъемы и спуски кривой, переходящие один в другой.

СА-блокада II-й степени по типу Мобитц-II распознается по внезапному, острому блокированию одного-двух синусовых импульсов; число импульсов, проведенных к СА-узлу, будет равно 2:1, 3:1, 3:2, 4:3, 4:2 и т.д. В подобных случаях удлинённый интервал R-R (пауза) равен удвоенному или утроенному основному интервалу R-R. На скаттерграмме СА-блокада II-го типа характеризуется скоплением на биссектрисе точек, соответствующих основному ритму, и точками справа и слева от биссектрисы, соответствующими переходу к длинным интервалам от коротких и переходу от длинных интервалов к коротким. На биссектрисе могут быть точки, соответствующие двум и более длинным циклам, следующим один за другим.

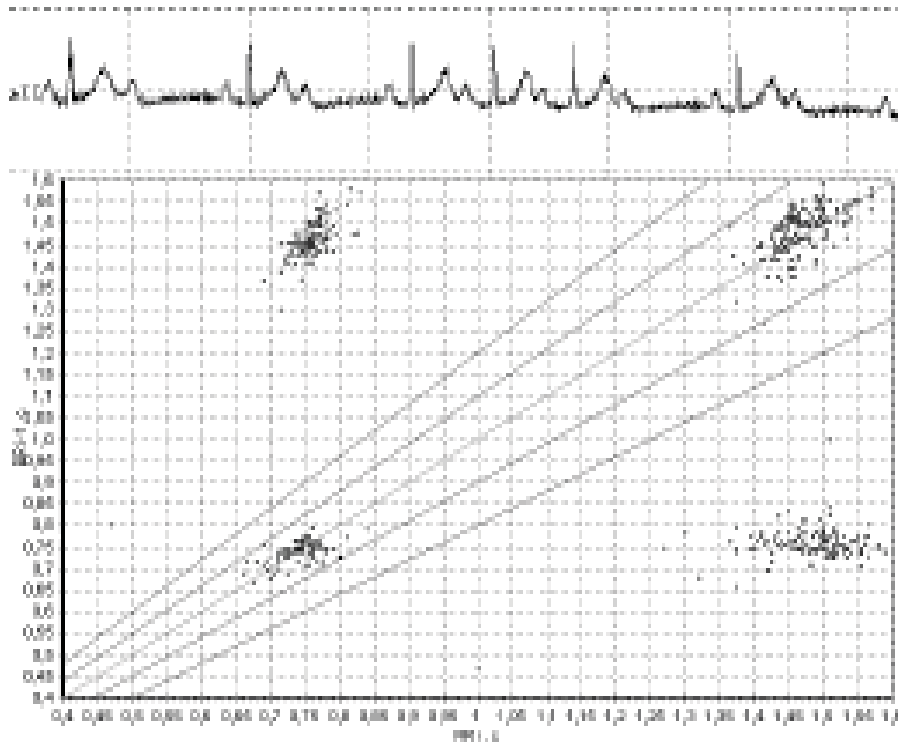


Рисунок 66. СА (AB) - блокада II ст. на скаттерграмме

Практически важно дифференцировать собственно синдром слабости синусового узла от его нейровегетативных “двойников”. Одним из путей, приводящих к правильному заключению, является проведение фармакологических проб и, в частности, проведение полной фармакологической блокады с целью определения истинной или собственной частоты ритма СА-узла. Истинным синусовым ритмом (ИСР) называют число импульсов, которое СА-узел вырабатывает за одну минуту в условиях полного освобождения от влияний вегетативной нервной системы. Мы рекомендуем проводить полную вегетативную блокаду по методике A. Jose в модификации J. Jordan. Внутривенно вводят раствор обзидана в дозе 0.2 мг на килограмм массы тела со скоростью 1 мг в минуту. У здорового человека  $\beta$ -адренергическая блокада сопровождается урежением синусового ритма (уменьшением средней ЧСС) приблизительно на 10 ударов в минуту. Через 10 минут после введения Обзидана вводят раствор атропина внутривенно из расчета 0.04 мг на килограмм массы тела. Спустя 5 минут обычно достигается полная вегетативная блокада СА-узла.

ИСР рассчитывается по формуле:

$$\text{ИСР} = 118.1 - (0.57 \times \text{возраст})$$

Для людей моложе 45 лет отклонение от расчетных величин не должно превышать 14%, а старше 45 лет - 18%.

Величина ИСР, меньшая, чем нижняя граница нормы, указывает на ослабление автоматической функции СА-узла органической природы (СССУ). На рисунке 64 представлена ритмограмма пробы с полной фармакологической блокадой, проведенной с целью дифференциальной диагностики СССУ и дисфункции СА-узла. В данном случае истинный синусовый ритм оказался ниже расчетного, что более характерно для СССУ. Приведем еще один пример ритмограммы и скаттерграммы больной 36 лет с СССУ до и после полной фармакологической блокады.

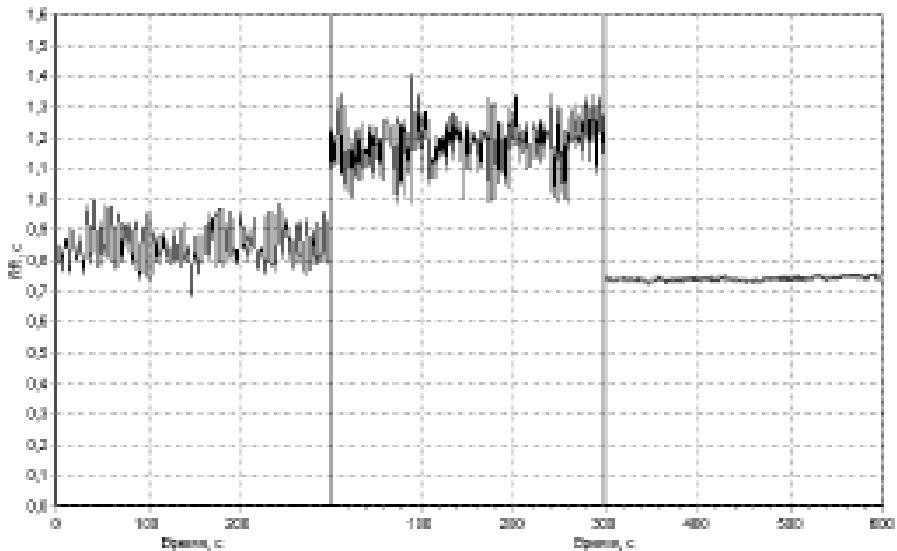
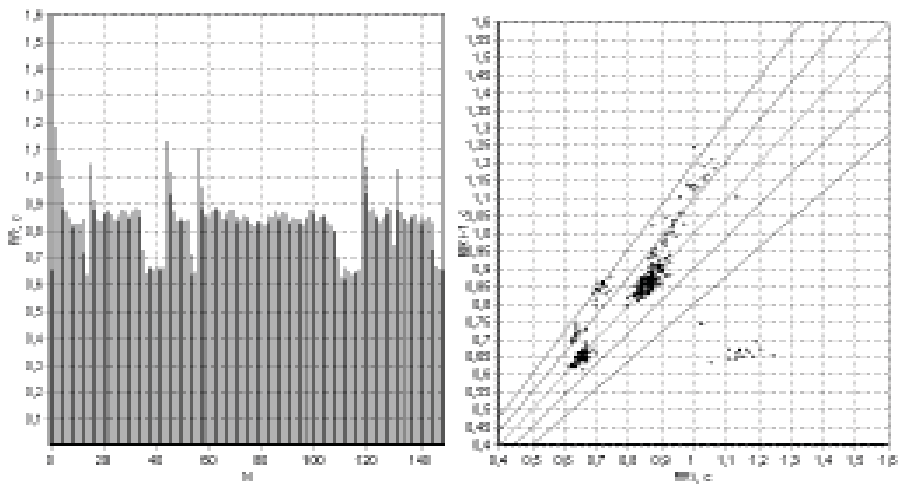


Рисунок 67. Ритмограмма пробы с полной фармакологической блокадой:  
а) фоновая запись, б) после приема Обзидана, в) после приема Атропина.



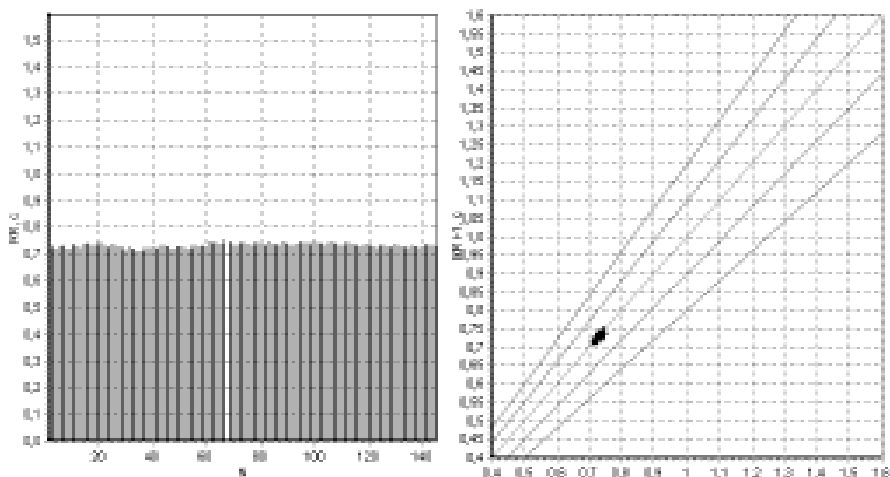


Рисунок 68. Ритмограмма и скаттерграмма до (а) и после (б) полной фармакологической блокады.

Диагностическая ценность спектрального анализа ВРС при СССР оценена В.Н. Волковым. Установлено, что при суточном мониторингировании высокочастотная составляющая (HF) преобладала только у больных с неосложненным течением заболевания. В группе больных с синкопальными состояниями была выявлена тенденция к преобладанию низкочастотного (LF) компонента.

#### 4.3.4. Мерцательная аритмия (фибрилляция предсердий)

“Среди факторов, реализующих готовность предсердий к фибрилляции, т.е. собственно этиологических факторов этой аритмии, на одно из первых мест я ставлю нейровегетативные воздействия на сердце... именно эти воздействия - вагусные и симпатические - явились причиной почти эпидемического возрастания числа пароксизмов ФП в наше время”, (М.С.Кушаковский, 1999).

Фибрилляция предсердий (ФП) - хаотические, нерегулярные возбуждения отдельных предсердных мышечных волокон или групп этих волокон с утратой механической систолы предсердий и неправильной последовательностью АВ-проведения, что приводит к абсолютной нерегулярности возбуждения и сокращения миокарда желудочков. ФП - одна из наиболее распространенных тахикардий, требующих лечения. Смертность пациентов с хронической мерцательной аритмией в два раза выше, чем у лиц с синусовым ритмом. Поэтому максимально продолжительное сохранение синусового ритма представляется крайне важным.

Однако парадокс состоит в том, что при поддержании синусового ритма антиаритмическими препаратами увеличиваются случаи внезапной смерти вследствие возникновения желудочковых аритмий.

Одной из причин наблюдающегося противоречия является недифференцированное назначение антиаритмических препаратов без учета их вегетотропных, электрофизиологических и кардиогемодинамических влияний. В начале 80-х годов XX столетия стало очевидным, что в ряде случаев различные формы ФП (пароксизмальная и постоянная) - это не различные по тяжести стадии единого патологического процесса, а различные клинко-патогенетические варианты со сходной клинической симптоматикой. При пароксизмальной форме ФП в настоящее время выделяют следующие варианты ФП (М.С. Кушаковский, 1999, С.Г. Канорский, В.В. Скибицкий 1998):

- вагусная форма;
- адренергическая форма;
- нейровегетативная без преобладания какого-либо отдела вегетативной нервной системы или (смешанная форма).

*Вагусная форма* пароксизмальной ФП встречается чаще у мужчин; возникает во время сна, иногда днём; провоцируется приемом пищи, нарушением работы кишечника (запоры, метеоризм), перееданием, резкими поворотами туловища или головы, вероятно, курением, т.е. факторами, приводящими к повышению тонуса вагуса.

При спектральном анализе общая мощность спектра (TP) достаточно высока за счет HF-компонента, который и доминирует в структуре сердечного ритма. При формальной оценке показатели ВРС оказываются в пределах нормы. Это лишнее раз подчеркивает, что ни одно клиническое заключение не должно базироваться на формальных показателях ВРС. Обязательно должны приниматься во внимание жалобы, данные анамнеза, клинического обследования.

Основные признаки *адренергической формы* пароксизмальной ФП (М.С. Кушаковский, 1999):

1. Пароксизмы ФП начинаются по утрам после пробуждения больного ото сна либо в течение дня, по вечерам.
2. ФП провоцируется физической нагрузкой или психоэмоциональным возбуждением, употреблением кофе.
3. Началу ФП предшествует учащение синусового ритма, порядка 90 в 1 мин. Наряду с синусовой тахикардией регистрируются предсердные экстрасистолы.

Адренергическая форма более характерна для женщин, обычно около 50 лет. Возможно, немаловажную роль при этом играют дисгормональные сдвиги периода перименопаузы. Роль гуморально-метаболических влияний подтверждается исследованием ВРС. Как правило, в структуре сердечного ритма преобладает VLF-компонент. Баланс отделов ВНС сдвинут в сторону преобладания симпатических влияний



(отношение LF/HF обычно больше 2).

В тех случаях, когда ни клинически, ни по данным спектрального анализа ВРС, ФП не укладывается ни в вагусную, ни в адренергическую форму, целесообразно выделять вагусно-симпатическую (смешанную) форму ФП. При обследовании больных этой группы необходимо провести тщательное обследование, включая эхокардиографическое (размеры и объем левого предсердия, размеры и геометрию левого желудочка, оценку диастолической и систолической функции левого желудочка, состояние клапанного аппарата и митрального кольца), исключить электролитные нарушения (гипокалемия, гипокалигистию, гипомагниемия), исследовать функцию щитовидной железы (тиреотоксическая форма ФП). На основании клинико-инструментальных данных должны быть исключены ИБС, КМП, СССУ (синдром Шорта), порок сердца. Следует помнить о возможности “опережающих метаболических изменениях в предсердиях и готовность предсердий к пароксизмам фибрилляции у спортсменов” (Э.В. Земцовский, С.А. Бондарев, Д.Ф. Егоров, 1998). Естественно, необходимо исключить алкогольно-токсическую форму ФП (сердечные аритмии “праздничных дней” по P. Ettinger).

Все эти варианты должны приниматься во внимание, когда Вы проводите исследование ВРС у больных с пароксизмальной формой ФП, вне приступа.

Если после обследования с учетом клинических данных принято решение о начале противорецидивной антиаритмической терапии, целесообразно с учетом типа ФП (вагусный, адренергический, вагусно-симпатический) назначать как препарат первого ряда (С.Г. Канорский, 1998):

- при *вагусной* форме - этаизин (50 мг на ночь, 100-150 мг/сутки) или аллапинин (25 мг на ночь, 50-75 мг/сутки) или нибентан. Полезным может оказаться прием беллоида (беллатаминала). Необходимо, по возможности, блокировать вагусные рефлексы к предсердиям. Подробнее о предотвращении рецидивов ФП см. М.С. Кушаковский, 1999.

- при *адренергической* форме целесообразнее принимать амиодарон (седакорон), начиная с насыщающей дозы 600 мг/сутки, а по мере снижения ЧСС и при отсутствии приступов ФП переходят на поддерживающую дозу - 300-400 мг/сутки в 2 приема. Возможно назначение пропафенона - 300 мг/сутки.

- при *смешанной* форме - сочетание амиодарона с аллапинином или с этаизином.

Особняком стоит так называемая “алкогольная” форма фибрилляции предсердий. В этом случае при выходе из абстиненции назначают пропранолол, а через несколько дней переходят на антиаритмическую терапию, в зависимости от баланса отделов вегетативной системы (С.Г. Канорский, 1997).

Выбор препарата для предотвращения рецидивов при пароксизмальной форме фибрилляции предсердий (вне приступа)

ВРС (спектральный анализ)

<u>Вагусная форма</u>	<u>Адренергическая форма</u>	<u>Смешанная форма</u>
Этализин	Амиодарон	Амиодарон
Аллапинин	(Седакорн)	+Аллапинин
Нибентан		Этализин
Беллоид		Пропафенон

Значение ВРС при постоянной форме фибрилляции предсердий.

Различия между интервалами R-R - один из важнейших признаков ФП. Он связан с хаотическим поступлением в АВ-узел предсердных импульсов, многие из которых блокируются, поскольку под влиянием частой стимуляции удлиняется ЭРП АВ узла. Однако у 30% больных выявляется корреляция между последовательными интервалами R-R.

В 1981 г. Е.А. Березный предложил определять условия АВ узлового проведения по данным скаттерграммы и выделил пять типов фибрилляции предсердий.

Первый тип - **мономодальный симметричный**. На скаттерграмме точки группируются на сравнительно небольшой площади с центром, расположенным на биссектрисе. Наибольшая плотность скопления точек - в центре. Это означает, что значительное число сердечных циклов имеет почти одинаковую величину.

Этот вариант встречается нечасто, у пациентов с относительно удовлетворительными показателями гемодинамики и благоприятным прогнозом (рисунок 69 ).

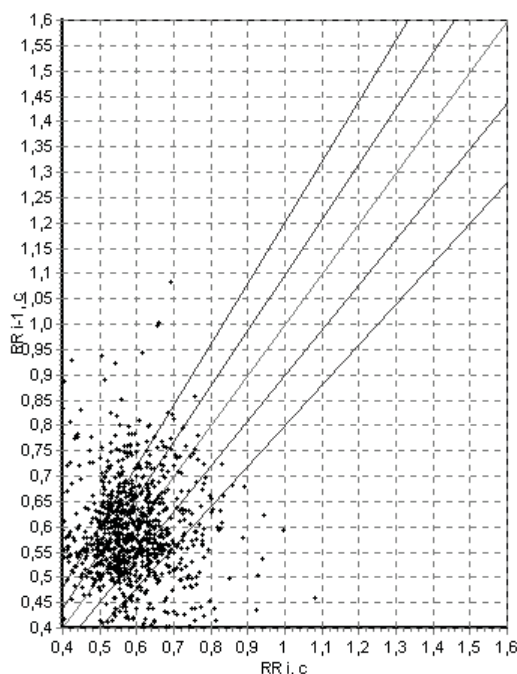


Рисунок 69. Мономодальный симметричный тип МА

Второй тип - **мономодальный асимметричный**. Встречается при назначении препаратов, замедляющих АВ-проводимость. При этом типе на биссектрисе также имеется сгущение точек, однако площадь их рассеивания ограничена прямыми линиями, идущими слева и снизу параллельно осям координат. Второй тип скаттерграммы наблюдается у больных с удовлетворительной гемодинамикой, но с замедленным атриовентрикулярным проведением (например, при назначении препаратов наперстянки) (рисунок 70 ).

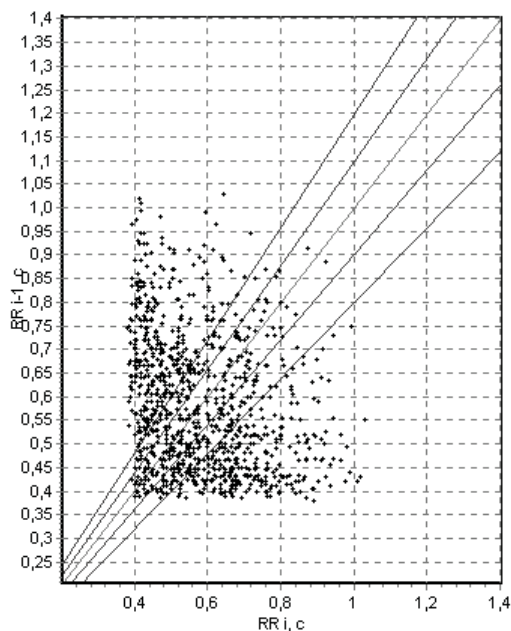


Рисунок 70. Мономодальный асимметричный тип МА.

Третий тип - **амодальный**. Точки на скаттерграмме распределены достаточно равномерно на значительной площади, четко ограниченной линиями, идущими слева и снизу параллельно осям координат (почти прямоугольная форма облака). Главный признак этого типа - отсутствие сгущений точек на биссектрисе. Равномерное распределение точек означает полную независимость длительности любого сердечного цикла от длительности предыдущего, то есть абсолютную аритмию. Этот тип обычно встречается у больных, получающих препараты наперстянки, но без удовлетворительного гемодинамического эффекта. Как правило, проведение электроимпульсной терапии этим больным не показано (рисунок 71).

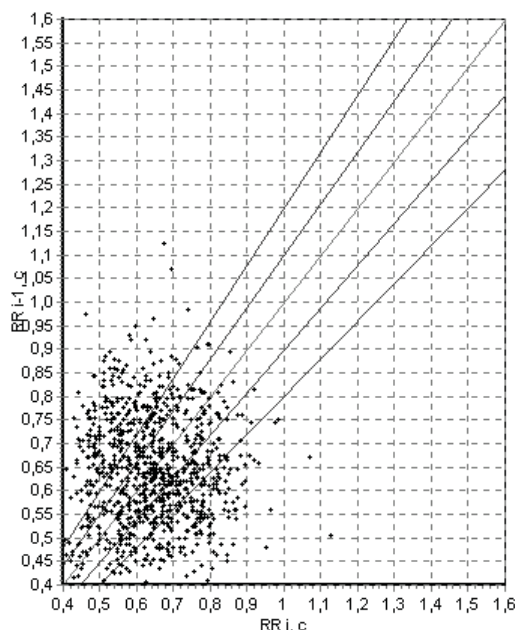


Рисунок 71. Амодальный тип МА.

Четвертый тип - **полимодальный** (встречается чаще всего). Точки группируются в виде небольших четких скоплений на биссектрисе параллельно осям координат. В зависимости от расстояния между центрами скоплений различают подтипы: 4а - расстояние от одной группы точек до другой 160-200 мс, либо 4б - расстояние от одной группы точек до другой 130-160 мс. Тип 4а означает, что при фибрилляции предсердий (уточнить по ЭКГ) ритм желудочков относительно упорядочен, как при трепетании предсердий, но с меняющимся атриовентрикулярным проведением (по типу 2:1; 3:1; 4:1 и т.д.). Типу 4б на ЭКГ соответствует крупноволнистая форма фибрилляция предсердий.

Иногда при четвертом типе скаттерграммы наблюдается почти линейное скопление точек, располагающееся перпендикулярно биссектрисе. Такое расположение точек означает, что вслед за длинным интервалом R-R следует очень короткий (точки слева вверх), а вслед за коротким интервалом следует наиболее длинный интервал R-R (точки справа внизу скаттерграммы). Остальные точки располагаются на прямой, соответствующей этим двум крайним вариантам, и отражают все возможные промежуточные варианты. Такое расположение точек отражает меняющуюся проводимость в атриовентрикулярном соединении, когда проводимость в нем затруднена, а "сверху" поступает слишком много импульсов. Поэтому после короткого интервала R-R, указывающего на быстрое атриовентрикулярное проведение, наступает замедление

этого проведения. Чаще этот вариант наблюдается при некоторой передозировке препаратов наперстянки и других препаратов, замедляющих атриовентрикулярную проводимость. Считается, что четвертый тип скаттерграммы при фибрилляции предсердий наиболее перспективен для проведения терапии. Иначе говоря, показано купирование фибрилляции предсердий медикаментозным или электроимпульсным путем (рисунок 72).

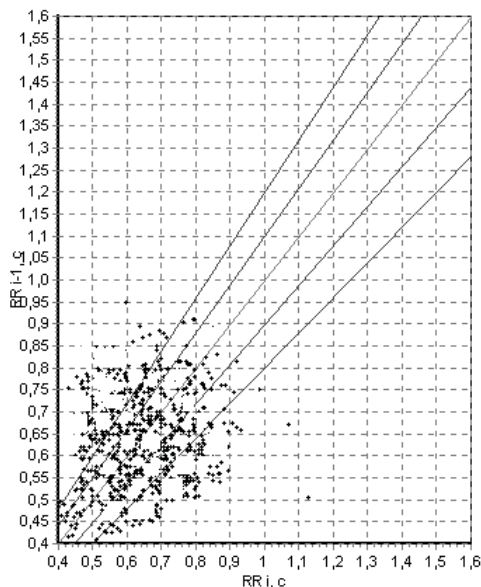


Рисунок 72. Полимодальный тип МА.

Пятый тип - **мономодальный инвертированный**. Скопление точек располагается у биссектрисы, в отдалении от начала координат, и ограничено линиями, идущими параллельно осям координат. При этом наиболее длинные сердечные циклы являются и наиболее частыми, а их одинаковая длина указывает на один источник ритма. Это атриовентрикулярное соединение, которое становится источником ритма (синдром Фридерика). Чаще всего данный синдром встречается при передозировке препаратов наперстянки и в острой стадии инфаркта миокарда (рисунок 73 ).

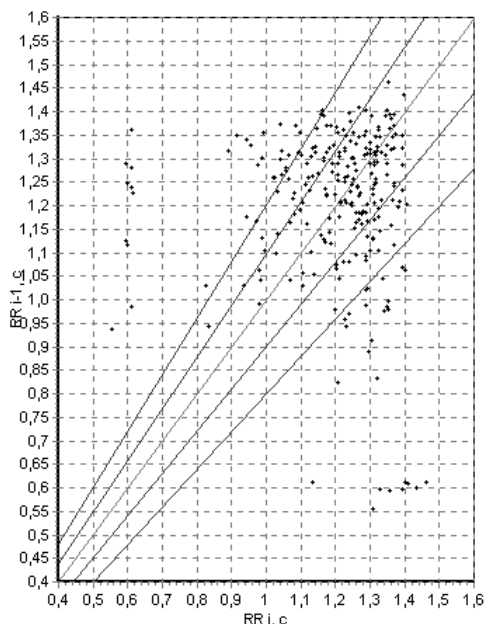


Рисунок 73. Мономодальный инвертированный МА.

Итак, показатели скаттерграммы отражают степень утраты регуляторных воздействий на ритм сердца при мерцательной аритмии: достаточное сохранение при первом типе, меньшее при втором, наименьшее при третьем. Переходной формой между трепетанием и мерцанием предсердий является четвертый тип.

Тип скаттерграммы имеет большое значение наряду с другими данными для выбора тактики лечения при стабильном течении мерцательной аритмии, в прогнозировании результатов электроимпульсной терапии, в оценке эффективности проводимой медикаментозной антиаритмической терапии. Следует учесть, что в клинической практике чаще всего встречаются смешанные типы скаттерграмм.

Данные временного анализа и оценки гистограммы также позволяют осуществлять контроль адекватности проводимой антиаритмической терапии. У пациентов с мерцательной аритмией при умеренном темпе лечения урежающими ритм препаратами целесообразно удерживать следующие параметры: ЧСС - 62-78 ударов в минуту,  $R-R_{\min}$  - 420-580 мс,  $R-R_{\max}$  - 1260-1600 мс,  $R-R_{\max} - R-R_{\min}$  - 900-1160 мс. Выход за эти пределы рассматривается как проявление неадекватной дозировки препаратов (А.В. Недоступ, 1975).

Наличие на гистограмме R-R позднего пика, отражающего медленный гетеротропный ритм, также расценивается как указание на передозировку препаратов. Ранние пики, не связанные с предсердной

активности, могут быть обусловлены двойными путями проведения в атрио- и перинодальной системах.

#### **4.4. ВРС у больных ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ**

Снижение показателей variability ритма является высокоинформативным, независимым предиктором желудочковой тахикардии, фибрилляции желудочков и внезапной смерти у больных инфарктом миокарда наряду с такими факторами, как регистрация поздних потенциалов желудочков, желудочковые экстрасистолы высоких градаций, сниженная фракция выброса левого желудочка, дисперсия интервала Q-T, сопутствующий сахарный диабет. Наибольшее прогностическое значение (при суточном мониторинговании) имеют: временные показатели (SDNN, RRNN и, возможно, pNN50%), геометрические показатели (TINN) и показатели спектрального анализа (LF/HF, ULF). В настоящее время происходит быстрое накопление данных о значении ВРС при оценке прогноза у больных с острыми коронарными синдромами. Ниже приведены данные по оценке параметров ВРС при ИБС на основании литературных данных.

В ранние сроки инфаркта миокарда сниженная variability ритма сердца является самостоятельным прогностическим фактором повышенного риска угрожающих жизни желудочковых аритмий и внезапной смерти.

С целью прогноза ВРС целесообразно определять не ранее, чем через одну неделю после инфаркта миокарда или перед выпиской больного из стационара, так как в первые дни прогностическая оценка невозможна ввиду разнонаправленных изменений вегетативной активности. В частности, у больных при переднем инфаркте миокарда в первые часы после инфаркта чаще преобладают симпатические влияния, а при заднем - парасимпатические.

Прогностическая значимость ВРС возрастает при увеличении продолжительности записи ЭКГ, поэтому с целью стратификации больных по группам риска рекомендуется двадцатичетырехчасовая запись ЭКГ; анализ пятиминутной записи ЭКГ может быть использован в качестве скрининг-теста с целью выявления пациентов, нуждающихся в более детальном обследовании.

Величина стандартного отклонения средней всех интервалов R-R за 24 часа (SDNN) менее 50 мс или "индекс variability" менее 15 свидетельствует о высоком риске возникновения устойчивой желудочковой тахикардии и внезапной смерти. При пятиминутной записи целесообразно ориентироваться на показатель SDNN менее 15-20 мс. Если показатель SDNN у больного в состоянии покоя превышает 35 мс, то, скорее всего, при суточном мониторинговании ЭКГ показатели будут в норме.

---



Прогностическая значимость ВРС возрастает в сочетании с показателями сократимости левого желудочка, данными мониторинга ЭКГ и сигнал-усредненной ЭКГ.

Значение SDNN достоверно ниже у больных, перенесших инфаркт миокарда, при сравнении с больными нестабильной стенокардией.

Показатель SDNN, оцененный за короткое время записи в подостром периоде инфаркта миокарда, может быть использован в качестве скрининг-метода для выделения больных с повышенным риском неблагоприятных исходов заболевания, которые нуждаются в определении ВРС при суточном мониторинге ЭКГ. При 24-часовом мониторинге показатель SDNN менее 50 мс указывает на высокий риск неблагоприятного исхода, значение SDNN от 50 до 100 мс расценивается как умеренное снижение.

Прогностическая значимость триангулярного индекса. Преимущества данного показателя выявляются в тех случаях, когда ЭКГ “зашумлена” артефактами и экстрасистолами. Очистка ЭКГ не является обязательной процедурой.

В исследовании T. Grippe с соавт. (1991) установлена прогностически значимая величина триангулярного индекса - 25 ед. и менее. Чувствительность в оценке неблагоприятных исходов, связанных с аритмией, составила 87%, специфичность - 56%, предсказующая ценность положительного результата - 15%, предсказующая ценность отрицательного результата - 98%. Показатель превосходит по прогностической значимости SDNN в выявлении экстрасистол высоких градаций, “пробежек”, неустойчивой желудочковой тахикардии, выраженных проявлений левожелудочковой недостаточности.

В соответствии с рекомендациями группы экспертов Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии и электрофизиологии, триангулярный индекс рекомендуется использовать для оценки риска у больных, перенесших инфаркт миокарда. Его значения ниже 15, полученные при суточном мониторинге на второй неделе инфаркта миокарда, признаны прогностически неблагоприятными, менее 30 - свидетельствуют о сниженной ВРС.

Прогностическая значимость триангулярного индекса на коротких (пятиминутных) участках записи оценивалась (L. Fei, 1995). Прогностическая значимость оказалась выше, чем у показателя SDNN.

Целесообразно использовать измерение показателей (триангулярный индекс, SDNN) в ночное и дневное время. Снижение различий является независимым предиктором сердечной смерти.

Кроме того, самостоятельной прогностической значимостью обладает и частота сердечных сокращений. При R-R менее 700 мс чувствительность, специфичность и предсказующая ценность при определении внезапной смерти составили 45, 85 и 20% соответственно. Вероятно, это обусловлено вегетативным дисбалансом с преобладанием

симпатической активности.

В целом, сравнивая диагностическую ценность коротких (пятиминутных) участков записи и двадцатичетырехчасового суточного мониторирования ЭКГ, можно отметить тесную корреляцию показателей мощности в диапазонах VLF, LF, HF и отношения LF/HF. Однако предсказующая ценность показателя VLF при короткой записи существенно уступала таковой, оцененной при суточном мониторировании, а показатель ULF (ультранизкие частоты) на пятиминутных отрезках не может быть оценен вообще. Именно поэтому короткая (пятиминутная) запись и рекомендована в качестве скрининг-метода у всех больных, переживших инфаркт миокарда, для выявления лиц с высоким риском летального исхода.

Использование ряда клинических (наличие проявлений сердечной недостаточности III-IV класса по NYHA, хрипов в нижних отделах легких при развитии инфаркта миокарда) и инструментальных критериев (фракция выброса менее 40%) повышает предсказующую ценность положительного результата до 32-47%.

В исследовании, проведенном И.С.Явelowым с соавт.(1999), было установлено, что добавление показателей ВРС, оцененных за короткие промежутки времени (15-25 мин.) при широком использовании  $\beta$ -блокаторов, увеличивало способность более информативных признаков (наличие клинических проявлений сердечной недостаточности, систолической дисфункции левого желудочка (увеличенной средней ЧСС) предсказывать летальный исход на протяжении 2 лет. Авторы предлагают вычислять прогностический индекс (ПИ).

$$\text{ПИ} = 5 \times \ln(\text{RRNN}) - 1.7 \times \text{ЛЖН} - 1.3 \times \ln(\text{КСО}) - 0.5 \times \ln(\text{VLF}),$$

где ЛЖН - наличие симптомов левожелудочковой недостаточности;  
КСО - конечный систолический объем левого желудочка.

Из 67 пациентов, при значениях ПИ выше 50% персентили (ПИ > 25.8 ед.) в течение двух лет умер 1 пациент, при значениях ПИ 25.1 - 25.8 из 34 пациентов из 34 больных умерло трое, а при значениях ниже 25.1 из 33 пациентов погибло 14. Смертность составила 1.5%, 8.8%, 42.4% в каждой группе соответственно.

При отсутствии данных эхокардиографии можно воспользоваться формулой:

$$\text{ПИ} = \ln(\text{VLF}) - 10 \times \ln(\text{RRNN})$$

В этом случае относительный риск 1.9 при доверительном интервале 95% границах доверительного интервала от 1.3 до 2.7.

Относительно невысокое самостоятельное прогностическое значение показателей ВРС в данном обследовании, очевидно, можно объяснить ранними сроками обследования и приемом  $\beta$ -блокаторов.

Отметим также и значение показателя, характеризующего ВРС в целом (энтропия). В работах Э.Ш. Халфена (1983) было показано, что

энтропия значимо ниже у больных с осложненным течением заболевания, особенно у впоследствии умерших в течение ближайшего месяца после инфаркта миокарда.

#### Влияние на показатели ВРС локализации инфаркта миокарда.

В первые часы-сутки при переднем инфаркте миокарда чаще преобладают симпатические влияния, при заднем - парасимпатические, однако на вторые-третьи сутки заболевания зависимости показателей ВРС от локализации выявлено не было.

С.В. Петрик (1998) при короткой записи у больных с различной локализацией острого инфаркта миокарда выявил различия вегетативной регуляции ритма. Так у больных с нижней локализацией инфаркта миокарда отмечалось снижение HF в покое и при ортопробе, что может свидетельствовать о снижении у них вагусного контроля.

Итак, о значении изучения вариабельности ритма сердца при инфаркте миокарда можно сказать следующее:

- в первые дни острого инфаркта миокарда при непрерывном мониторинговании показатели ВРС могут служить предиктором возникновения желудочковых аритмий;
- в сочетании с клиническими и эхокардиографическими данными повышают прогностическую ценность отдаленного прогноза;
- через 10-14 дней ВРС имеет прогностическое значение для оценки риска внезапной смерти (ВС), вне зависимости от остальных факторов риска ВС, таких как уменьшение фракции выброса левого желудочка, увеличение желудочковой эктопической активности, наличие поздних потенциалов желудочков;
- выбор лекарственной терапии;
- оценка эффективности проводимой терапии.

В качестве примера диагностической и лечебной тактики приводим показатели больного Н., 60 лет, который жаловался на удушье, возникающее при ходьбе и по ночам. Спустя четыре недели после возникновения указанных выше жалоб больной обратился в поликлинику.

На ЭКГ отмечены признаки нижнего инфаркта миокарда с патологическим зубцом Q в подострой стадии, низкие значения временных показателей, снижена мощность спектра во всех диапазонах частот при отсутствии преобладания какого-либо отдела вегетативной системы. При ортостатической пробе реакция сниженная, отсутствует адекватный сдвиг в сторону активации симпатической системы.

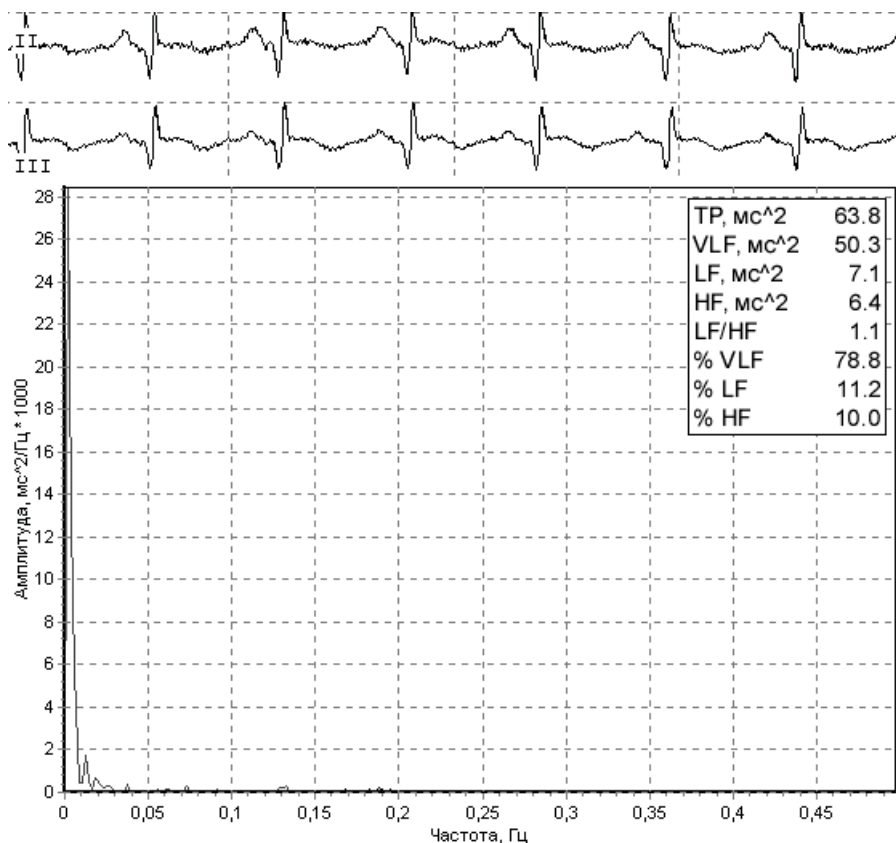


Рисунок 74. Электрокардиограмма и спектрограмма больного с нижним инфарктом миокарда (фон).

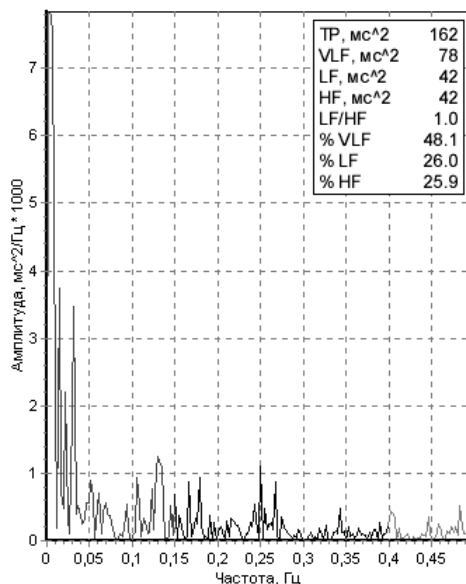


Рисунок 75. Спектрограмма больного с нижним инфарктом миокарда (АОП).

На основании показателей временного анализа можно предположить относительно высокий риск неблагоприятного исхода. Для уточнения вероятности неблагоприятного исхода показано дообследование: суточное мониторирование, регистрация поздних потенциалов желудочков, проведение ЭхоКГ. Расширение режима двигательной активности не показано. Больного целесообразно госпитализировать, несмотря на относительно большую давность заболевания. С учетом показателей спектрального анализа нецелесообразно назначать  $\beta$ -адреноблокаторы.

Как пример приведем наблюдение за больной П., 68 лет, с диагнозом: ИБС. Постинфарктный кардиосклероз. Артериальная гипертензия.

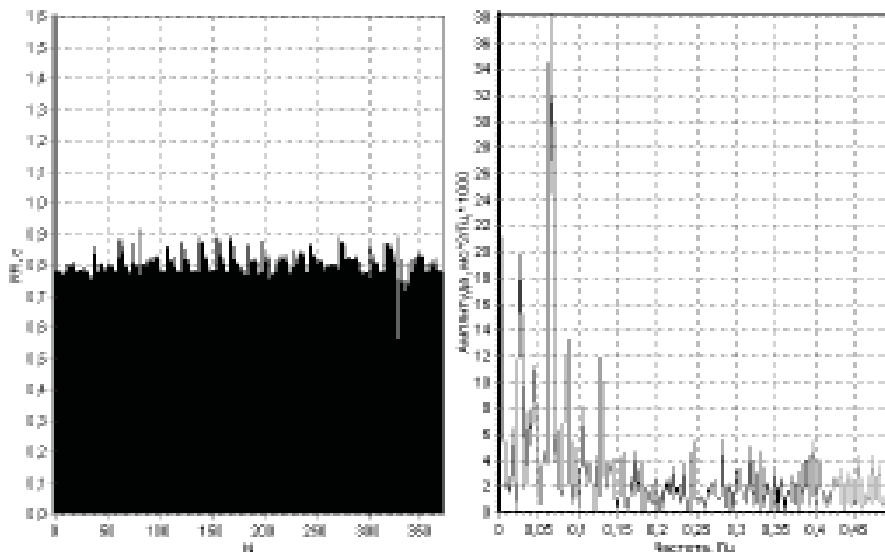


Рисунок 76. Ритмограмма и спектрограмма больной П., постинфарктный кардиосклероз (фоновая запись).

Таблица 17

Показатели временного анализа		Показатели спектрального анализа	
Параметр	Значение	Параметр	Значение
RRNN, мс	805.8	TP, мс <sup>2</sup>	1047.2
SDNN, мс	32.8	VLF, мс <sup>2</sup>	195.0
RMSSD, мс	25.0	LF, мс <sup>2</sup>	652.3
pNN50, %	6.3	HF, мс <sup>2</sup>	199.9
CV, %	4.1	LF/HF	3.3

Медико-физиологическая интерпретация показателей ВРС: мощность спектра ВРС низкая, что может указывать на низкие адаптационные возможности и стрессовую устойчивость организма. Баланс отделов ВНС характеризуется преобладанием симпатической активности.

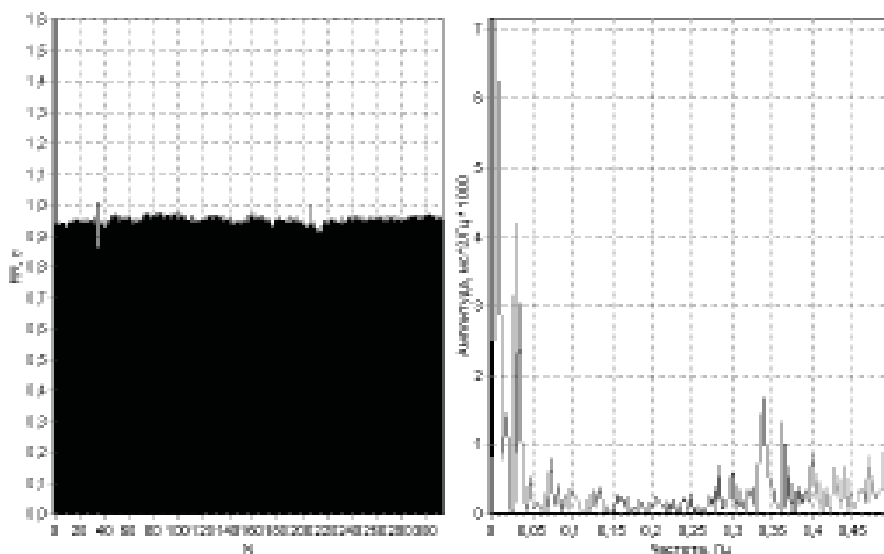


Рисунок 77. Ритмограмма и спектрограмма больной П., постинфарктный кардиосклероз (через 60 мин. после приема 80 мг Обзидана).

Таблица 18

Показатели временного анализа		Показатели спектрального анализа	
Параметр	Значение	Параметр	Значение
RRNN, мс	951.70	TP, мс <sup>2</sup>	121.30
SDNN, мс	11.40	VLF, мс <sup>2</sup>	77.20
RMSSD, мс	10.30	LF, мс <sup>2</sup>	18.50
pNN50, %	0.00	HF, мс <sup>2</sup>	25.60
CV, %	1.20	LF/HF	0.72

Мощность спектра ВРС снизилась, выраженный сдвиг в сторону преобладания парасимпатической активности. Подобная динамика, казалось бы, указывает на передозировку Обзидана, однако, при проведении активной ортостатической пробы отмечается выраженная гиперсимпатикотония.

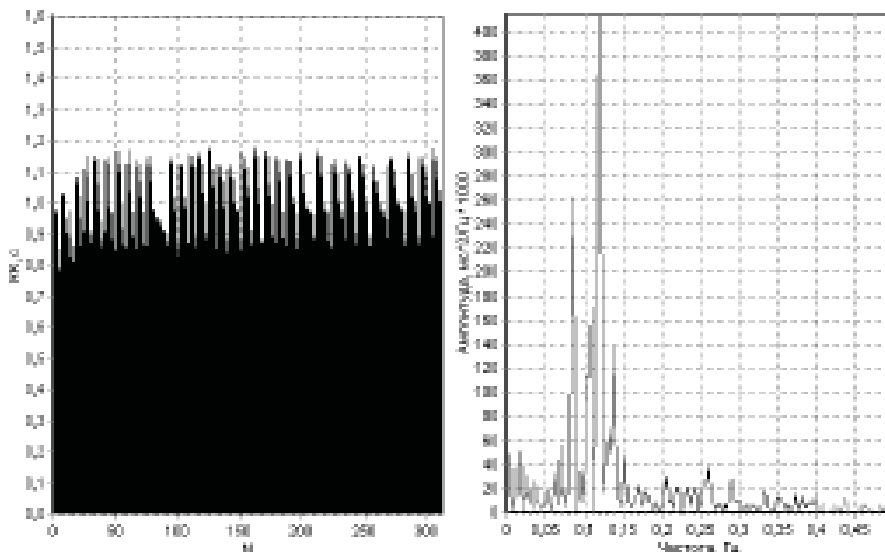


Рисунок 78. Ритмограмма и спектрограмма (АОП) больной П.,  
постинфарктный кардиосклероз (через 60 мин. после приема  
80 мг Обзидана).

Таблица 19

Показатели временного анализа		Показатели спектрального анализа	
Параметр	Значение	Параметр	Значение
RRNN, мс	1020.2	TP, мс <sup>2</sup>	10483.195
SDNN, мс	103.9	VLF, мс <sup>2</sup>	802.453
RMSSD, мс	98.5	LF, мс <sup>2</sup>	7115.665
pNN50, %	32.6	HF, мс <sup>2</sup>	2565.077
CV, %	10.2	LF/HF	2.774

Таким образом, при проведении ортостатической пробы выявляется недостаточная степень блокирования симпатических влияний. Больной рекомендован плановый прием Обзидана в дозе 120 мг/сутки.

При повторном обследовании через пять дней получены следующие показатели:



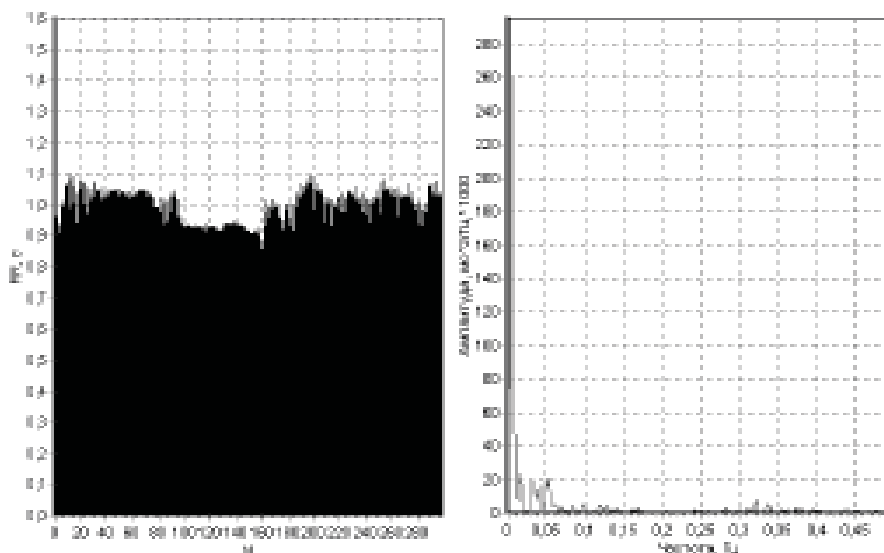


Рисунок 79. Ритмограмма и спектрограмма больной П., постинфарктный кардиосклероз (через 5 дней после планового приема Обзидана 120 мг/сутки, фоновая запись).

Таблица 20

Показатели временного анализа		Показатели спектрального анализа	
Параметр	Значение	Параметр	Значение
RRNN, мс	998.5	TP, мс <sup>2</sup>	2495.1
SDNN, мс	51.0	VLF, мс <sup>2</sup>	1821.9
RMSSD, мс	35.1	LF, мс <sup>2</sup>	389.2
pNN50, %	16.1	HF, мс <sup>2</sup>	284.0
CV, %	5.1	LF/HF	1.4

Как видно из представленных данных, нормализовалась общая мощность спектра, практически оптимальный баланс отделов ВНС.

Динамика изменения волновой структуры вариабельности ритма сердца представлена на ритмограмме всех проб:

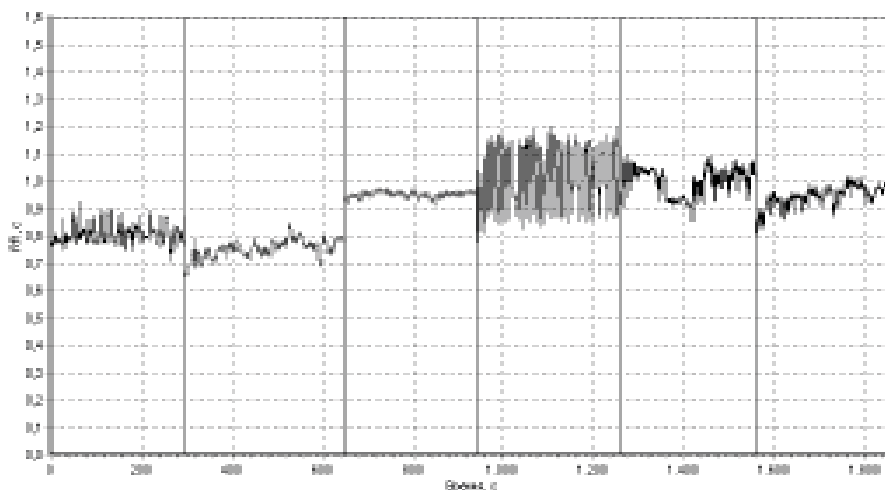


Рисунок 80. Динамика ритмограммы при лечении Обзиданом.

Через три недели на фоне значительного субъективного улучшения самочувствия проведено контрольное обследование, результаты которого представлены ниже.

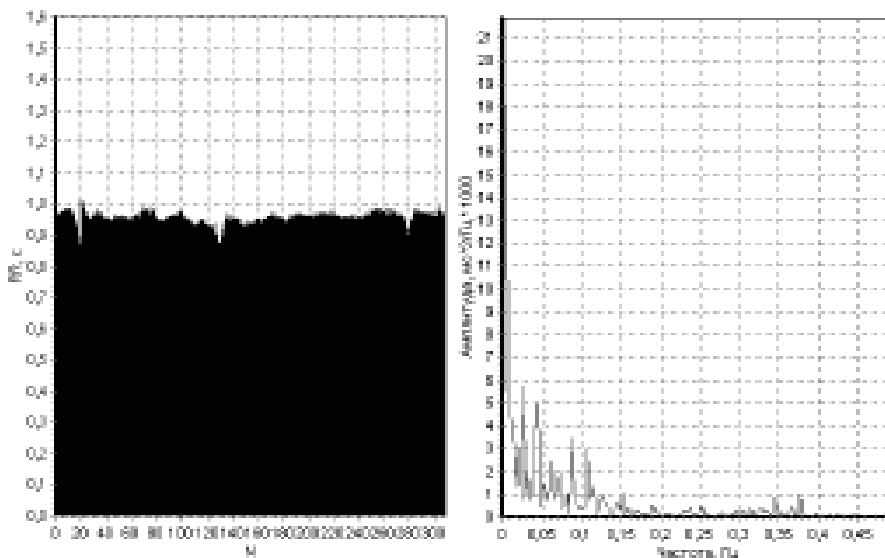


Рисунок 81. Ритмограмма и спектрограмма больной П., постинфарктный кардиосклероз (через 21 дней после планового приема Обзидана 120 мг/сутки, фоновая запись).



Таблица 22

Показатели временного анализа		Показатели спектрального анализа	
Параметр	Значение	Параметр	Значение
RRNN, мс	892.8	TP, мс <sup>2</sup>	614.2
SDNN, мс	31.9	VLF, мс <sup>2</sup>	264.2
RMSSD, мс	20.5	LF, мс <sup>2</sup>	182.1
pNN50, %	4.2	HF, мс <sup>2</sup>	167.9
CV, %	3.6	LF/HF	1.1

На фоне приема Обзидана отмечается нормализация показателей спектрального анализа и, в частности, симпато-парасимпатических соотношений. В то же время, относительное снижение общей мощности спектра, сниженная реакция на ортостатическую пробу являются формальным свидетельством насыщения  $\beta$ -блокаторами и показанием к снижению дозы (рекомендовано продолжить прием Обзидана в дозе 80 мг/сутки).

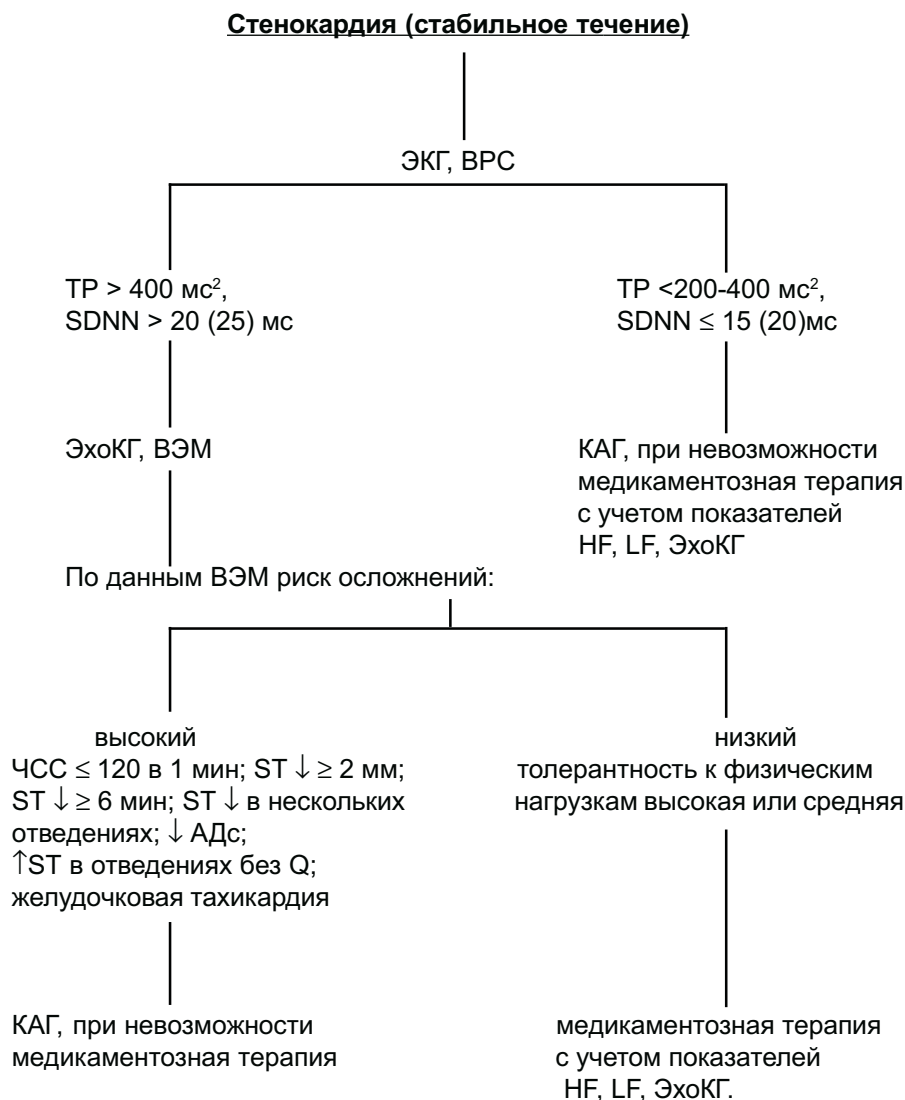
Итак, показанием к назначению  $\beta$ -блокаторов являются повышенная активность симпатического отдела ВНС при фоновой записи и адекватная или избыточная активация симпатического отдела ВНС при проведении ортостатической пробы. Использование показателей ВРС позволяет подобрать оптимальную дозу препарата.

#### Больные с нестабильной стенокардией

У больных с нестабильной стенокардией регистрация показателей ВРС в течение суток после последнего болевого приступа с преходящим смещением сегмента ST выявляет снижение показателей SDNN, RMSSD, pNN50%. В частности, снижение показателя SDNN при суточном мониторинге ниже 70 мс повышает риск развития инфаркта миокарда в 8.8 раза по сравнению с группой, где показатель SDNN был более 70 мс.

#### Больные ИБС. Стенокардия (стабильное течение)

При обследовании больных ИБС со стенокардией (стабильное течение заболевания) можно рекомендовать следующую модификацию общепринятой схемы обследования больного:



Приведем несколько наиболее типичных примеров показателей ВРС у больных ИБС.

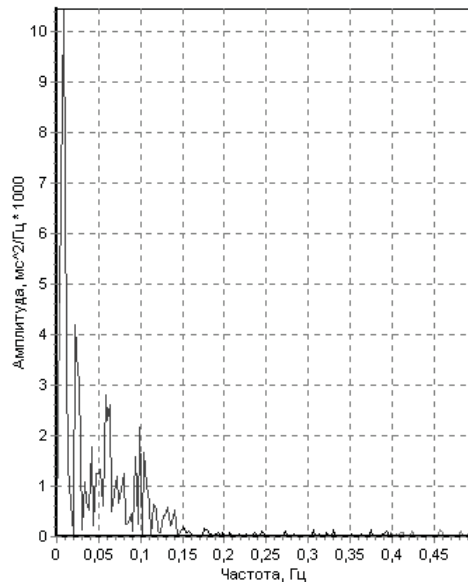


Рисунок 83. Спектрограмма больного ИБС. Гиперсимпатикотония.

В данной ситуации на фоне снижения временных показателей и мощности спектра в диапазоне высоких частот наблюдается отчетливое преобладание активности симпатического отдела вегетативной системы. Риск сердечно-сосудистых осложнений (внезапной смерти, фатальных аритмий) невысокий. Показано применение  $\beta$ -адреноблокаторов.

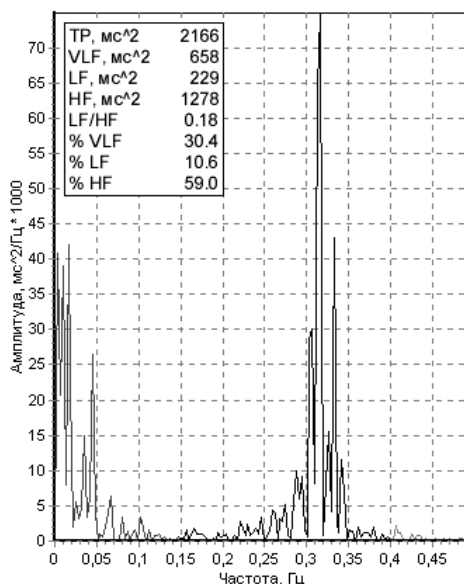


Рисунок 84 . Спектрограмма больного ИБС. Преобладание вагусных влияний.

При преобладании активности парасимпатического отдела вегетативной системы риск сердечно-сосудистых осложнений (внезапной смерти, фатальных аритмий) формально невысок. На рисунке 85 обращает на себя внимание выраженный сдвиг HF-компонента вправо до 0.4 Гц, т.е. в спектре преобладают “очень высокие” частоты. Как правило, относительно высок удельный вес VLF. Данный вариант более свойственен лицам пожилого и старческого возраста. В комплексной терапии показано применение антагонистов кальция с учетом их способности активизировать симпато-адреналовую систему.

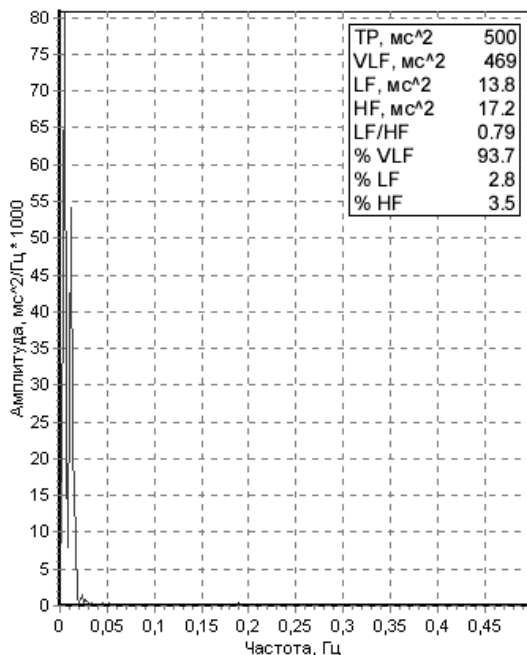


Рисунок 85. Спектрограмма больного ИБС. Преобладание гуморально-метаболических влияний.

При преобладании гуморально-метаболических влияний очень низкая общая мощность спектра. Подобное сочетание (низкая общая мощность спектра и выраженное преобладание очень низких частот) указывает на выраженную нейрокардиопатию; чаще встречается при сочетаемом атеросклеротическом поражении коронарных артерий и сосудов головного мозга. В комплексной терапии оправдано назначение ИАПФ или, возможно, антагонистов АТ1-рецепторов.

#### Аортокоронарное шунтирование

После операции аортокоронарного шунтирования наибольшее прогностическое значение риска смерти имеют:

- значение длительности интервалов R-R (у впоследствии умерших -  $707 \pm 58$  мс, у выживших -  $865 \pm 126$  мс);
- еще выше предсказательную ценность имеет мощность низкочастотных составляющих спектра (LF).

Меньшее значение имеют высокочастотные составляющие HF и общая мощность спектра (TP). То есть имеет место активация симпатического отдела и подавление вагусного тонуса. При этом отмечается низкое предсказательное значение фракции выброса (у впоследствии умерших 54 (13%), у выживших - 51 (9%)). Оценка проводилась по данным



суточного мониторинга (В.А. Сандриков, 1997).

#### **4.5. ЗНАЧЕНИЕ ВРС ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ**

Результаты оценки ВРС при артериальной гипертензии носят противоречивый характер. Ряд авторов отмечает усиление симпатической активности, другие получили прямо противоположные данные. По мнению Г.В. Рябыкиной и А.В. Соболева (1998), исследование ВРС у больных артериальной гипертензией позволяет сделать следующие выводы:

- артериальная гипертензия снижает вариабельность ритма сердца;
- показатели ВРС в значительной степени зависят от возраста (снижение показателей после сорока лет) и давности заболевания (при длительности заболевания более пяти лет увеличивается вероятность снижения ВРС), но не зависят от пола;
- генез АГ, по-видимому, оказывает существенное влияние на ВРС. Снижение ВРС чаще наблюдается при эссенциальной гипертензии (преобладание катехоламиновых сдвигов) и при эндокринных симптоматических гипертензиях (нарушения РААС). При симптоматических почечных гипертензиях снижение ВРС наблюдается реже;
- при увеличении уровня АД и нарастании выраженности ГЛЖ происходит снижение показателей ВРС.

Суммируя литературные данные и собственные исследования, можно сделать следующие выводы. Показатели ВРС у больных артериальной гипертензией позволяют ориентировать в генезе АГ (первичный или вторичный ее характер) степени заболевания, позволяют точнее определить функциональное состояние миокарда и его адаптационный резерв, а также осуществлять контроль лечения и эффективности препаратов. При первой степени заболевания преобладают симпатические влияния, показатель ТР незначительно снижается или остается в пределах нормы, при проведении ортостатической пробы - выраженная активация симпатического отдела вегетативной нервной системы. При второй степени и поражении органов мишеней обычно происходит сглаживание волновой структуры, но с преобладанием симпатических влияний, относительно увеличивается вклад гуморально-метаболических воздействий. Снижение функционального состояния миокарда оценивают по сниженной реакции на ортостатическую пробу. При третьей степени артериальной гипертензии преобладают низкочастотные колебания (VLF), отражающие преобладание гуморально-метаболических влияний на модуляцию сердечного ритма. Но в целом волновая структура сердечного ритма резко снижена. Снижены и ответы на функциональные пробы.

Таким образом, оценивая характер изменений ВРС при артериальной гипертензии, можно сделать следующие выводы:

Основное влияние на показатели ВРС оказывает степень выраженности нейрокардиопатии, развивающейся вследствие активации симпатико-адреналовой (САС) и ренин-ангиотензин-альдостероновой (РААС)

систем (на начальном этапе заболевания), а в последующем, при развитии дилатации левого предсердия, присоединением нарушений в системе предсердного натрийуретического фактора (ПНФ). По мере прогрессирования заболевания, на фоне снижения плотности  $\beta_1$ -рецепторов, развитии гипертрофии левого желудочка и фиброзных изменений в миокарде происходит снижение мощности показателей волновой структуры и статистических показателей ВРС. Выявление при артериальной гипертензии комплекса показателей: снижение общей мощности спектра (TP) за счет снижения HF и в меньшей степени LF, при относительном сохранении мощности в диапазоне частот VLF, сниженный ответ на проведение функциональных проб - позволяет диагностировать нейрокардиопатию, обусловленную системными и локальными нейрогормональными нарушениями. Диагностическое значение выявленной нейрокардиопатии состоит в том, что наряду с ГЛЖ, сердечной недостаточностью и другими изменениями, ее (нейрокардиопатию) следует рассматривать как маркер поражения органа мишени (сердца).

#### ВРС, стратификация риска и тактика антигипертензивной терапии

Наиболее оптимальный алгоритм лечения артериальной гипертензии предлагается в рекомендациях ВОЗ/МОГ, 1999. Тактика антигипертензивной терапии при данном подходе зависит от уровня АД, наличия или отсутствия факторов риска (ФР), поражения органов мишеней (ПОМ) и сопутствующих клинических состояний (СКС). В качестве ПОМ принято рассматривать: ГЛЖ, поражение почек, атеросклероз периферических сосудов, сужение артерий сетчатки. Такой подход дает практическим врачам упрощенный метод определения степени риска для каждого пациента, облегчает принятие решения о сроках начала, характере антигипертензивной терапии и целевом уровне АД.

---

Таблица 23

Стратификация риска сердечно-сосудистых осложнений у больных с АГ с целью определения прогноза.

Артериальное давление, мм.рт.ст.			
Степень АГ	Степень I 140-159/90-99	Степень II 160-179/100-109	Степень III ≥180/ ≥110
Нет ФР	Низкий риск	Средний риск	Высокий риск
1-2 ФР	Средний риск	Средний риск	Очень высокий риск
>3 ФР или ПОМ	Высокий риск	Высокий риск	Очень высокий риск
Наличие СКС	Очень высокий риск	Очень высокий риск	Очень высокий риск

В то же время, как в данных рекомендациях, так и в шестом докладе JNC-6 (США) при выборе тактики терапии в зависимости от степени риска не принимается во внимание роль вегетативной нервной системы в генезе и клинических проявлениях АГ.

По нашему мнению, исследование показателей вариабельности ритма сердца у больных артериальной гипертензией позволяет оценить фон вегетативной регуляции, точнее определить функциональное состояние миокарда и его адаптационный резерв, а также осуществить контроль за лечением и эффективностью препаратов. При первой степени заболевания, при отсутствии ФР и ПОМ, чаще всего преобладают симпатические влияния, показатель ТР незначительно снижается или остается в пределах нормы, при проведении ортостатической пробы - выраженная активация симпатического отдела вегетативной нервной системы (рисунок 82). При второй степени и поражении органов мишеней обычно происходит сглаживание волновой структуры, но с преобладанием симпатических влияний, относительно увеличивается вклад гуморально-метаболических воздействий. (рисунок 83). При третьей степени артериальной гипертензии превалируют низкочастотные колебания (VLF), отражающие преобладание гуморально-метаболических влияний на модуляцию сердечного ритма. Доля VLF% в структуре сердечного ритма составляет более 60%. Волновая структура сердечного ритма резко снижена; как правило, ТР менее 400 мс<sup>2</sup>, снижены ответы на функциональные пробы (рисунок 84). В то же время конкретные величины показателей ВРС зависят не только от функционального состояния миокарда, но и от возраста обследуемого, сопутствующих заболеваний. В ряде случаев отсутствует корреляция между результатами ЭхоКГ, нагрузочного тестирования и показателями ВРС. Можно сделать предположение, что показатели ВРС,

а именно: снижение TP менее 400 мс<sup>2</sup>, SDNN менее 20 мс, повышение LF/HF>2.5, преобладание в структуре сердечного ритма VLF - могут являться самостоятельным и независимым предиктором сердечно-сосудистых осложнений, а потому должно расцениваться эквивалентно поражению органов мишеней.

Выявление сопутствующего артериальной гипертензии синдрома вегетососудистой дистонии также может являться целью исследования ВРС. Наиболее информативными в этом случае являются результаты функциональных проб. В частности, для синдрома ВСД наряду с гиперсимпатикотонией в покое и относительно сохраненной общей мощностью спектра (рисунок 84) характерна избыточная реакция как парасимпатического, так и симпатического отдела ВНС при проведении ортостатической пробы (K30:15 более 1.65, отношение LF/HF более 15-20).

Неоспоримо и значение выбора препарата первого ряда с учетом фона вегетативной регуляции. В частности, при гиперсимпатикотонии, а также при сочетании гиперсимпатикотонии и высоких значений VLF препаратом выбора следует считать  $\beta$ -блокаторы. При преобладании парасимпатических влияний целесообразно назначать антагонисты кальция дигидропиридинового ряда, с учетом имеющихся доказательств повышения активности САС при приеме препаратов этого ряда. Если в структуре сердечного ритма высок удельный вес гуморально-метаболических влияний (VLF), предпочтение следует отдать ингибиторам ангиотензин-превращающего фермента (ИАПФ). Дополнительное исследование водных секторов реографическим методом позволяет принять решение о целесообразности назначения диуретиков. Приведем мнение А.Н. Флешмана, который считает, что при назначении антигипертензивной терапии достаточно ориентироваться на VLF-диапазон. В частности, при высоком уровне VLF и низкой ЧСС целесообразно назначать нифедипин, при ЧСС более 55 в 1 мин - верапамил, при низком уровне VLF лучший эффект наблюдается при приеме  $\beta$ -блокаторов и при промежуточных значениях - наиболее эффективны ингибиторы АПФ (А.Н. Флешман с соавт., 1999). Данные о влиянии ингибиторов АПФ (энап),  $\beta$ -блокаторов (обзидан) и антагонистов кальция (норваск) на показатели ВРС представлены в докторской диссертации В.А. Миронова (1999). Показана эффективность применения обзидана при гиперсимпатикотонии, энапа - при преобладании гуморально-метаболических влияний и холинолитическая направленность действия норваска. Рекомендован анализ ВРС для выбора лекарственной терапии, особенно в случаях с применением препаратов периферического вегетотропного действия.

---

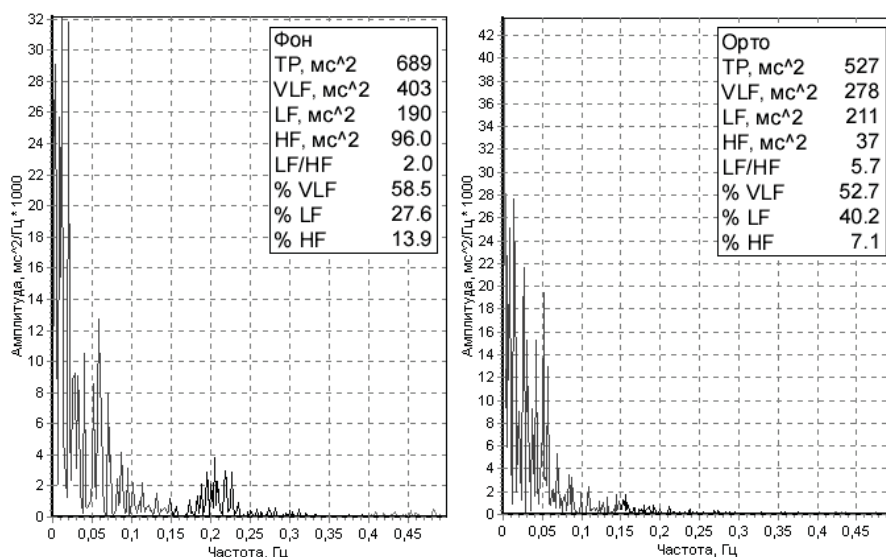


Рисунок 86. Спектрограмма больного АГ (степень риска низкая):  
а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.

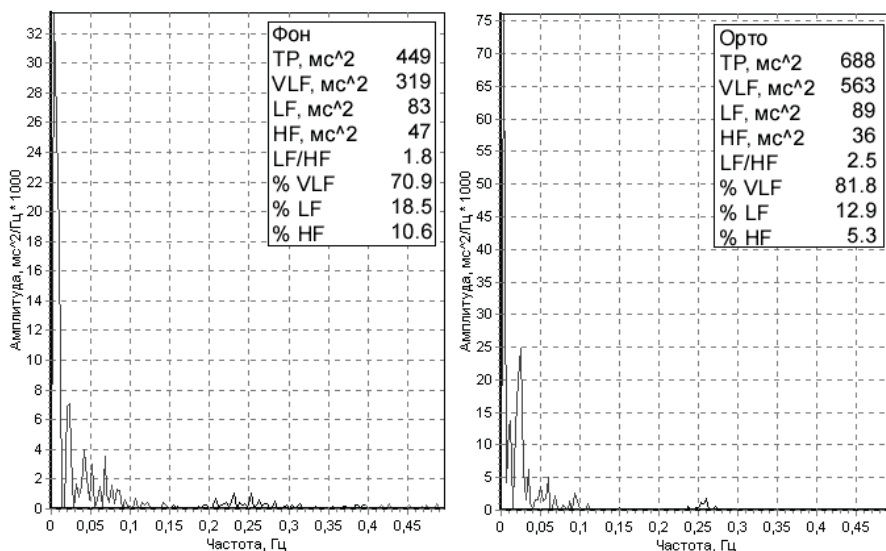


Рисунок 87. Спектрограмма больного АГ (степень риска средняя):  
а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.

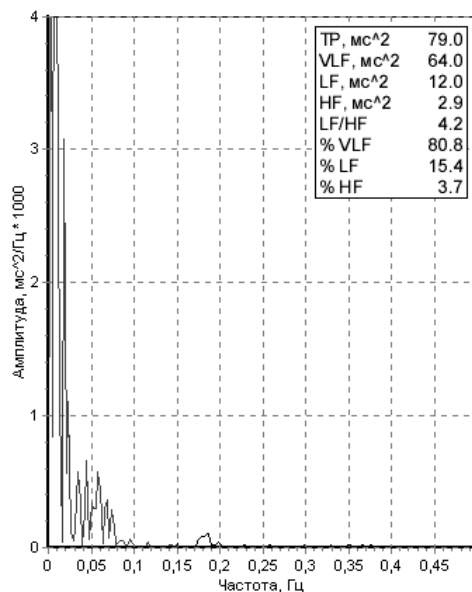


Рисунок 88. Спектрограмма больного АГ (степень риска очень высокая - состояние после инсульта).

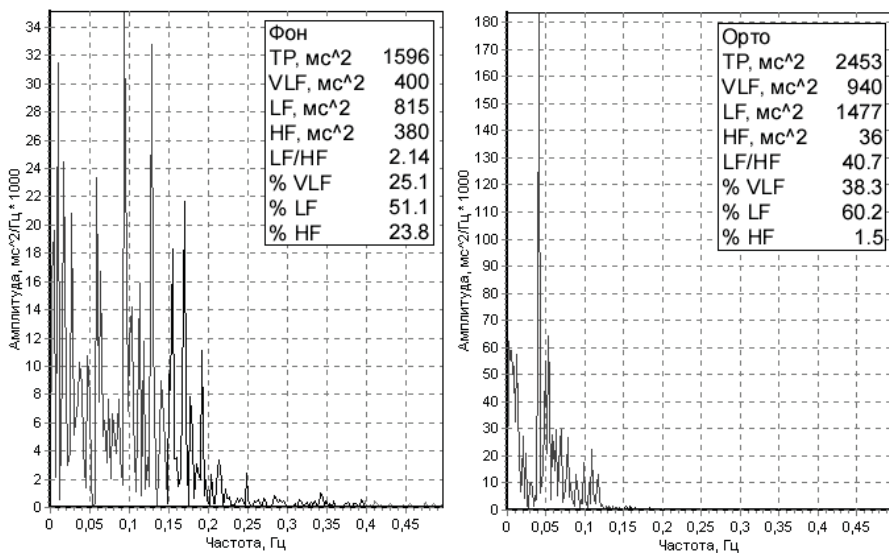


Рисунок 89. Спектрограмма больного АГ с синдромом ВСД:  
а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.

Надо отметить, что одновременное преобладание HF и VLF волн -

не редкость при артериальной гипертензии. Пример подобной спектрограммы представлен на рисунке 86. В данной ситуации, как и при ИБС, показано назначение антагонистов кальция, возможно, в сочетании с ИАПФ. Стандартное назначение  $\beta$ -блокаторов как препаратов первого ряда, в данной ситуации недопустимо.

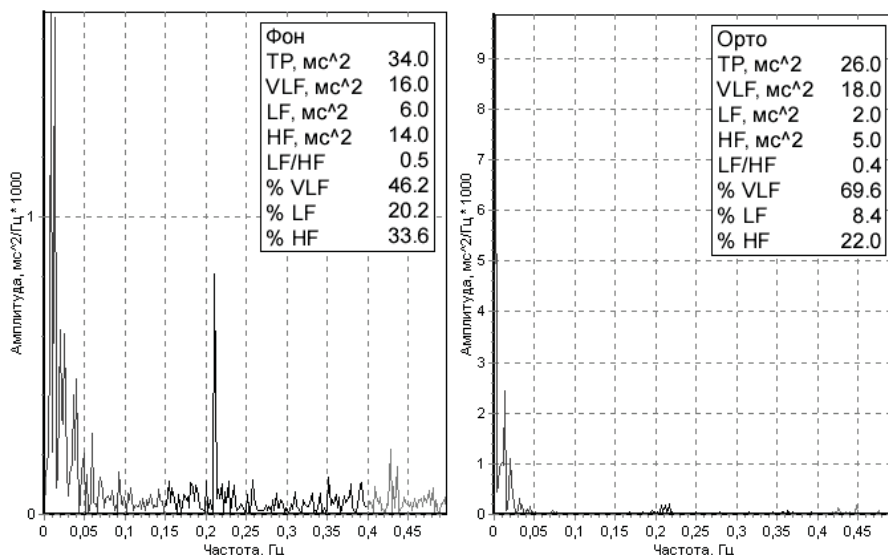


Рисунок 90. Спектрограмма больного АГ. Преобладание парасимпатических и гуморально-метаболических влияний.

Исследуя показатели ВРС у больных артериальной гипертензией, можно сделать следующие выводы:

1. Исследование комплекса показателей: снижение общей мощности спектра (TP), снижение HF, в меньшей степени LF, при относительном сохранении мощности в диапазоне частот VLF, сниженного ответа при проведении функциональных проб - позволяет диагностировать нейрокардиопатию, обусловленную системными и локальными нейрогормональными нарушениями.

2. Диагностическое значение выявленной нейрокардиопатии состоит в том, что наряду с ГЛЖ, сердечной недостаточностью и другими изменениями, её (нейрокардиопатию) следует рассматривать как маркер поражения органа-мишени. Следовательно, представляется возможным использовать данные ВРС для стратификации риска сердечно-сосудистых осложнений при АГ.

3. Одной из целей исследования ВРС может быть выявление синдрома вегетососудистой дистонии при артериальной гипертензии.

4. Оценка баланса отделов вегетативной системы позволяет выбрать препарат "первого ряда". В первую очередь, речь идет о целесооб-

разности назначения  $\beta$ -блокаторов, антагонистов кальция, ИАПФ и других препаратов, как периферического вегетотропного, так и, возможно, центрального (цинт, клофелин и др.) действия.

5. При назначении препаратов, вызывающих ортостатическую гипотонию, предварительное проведение ортостатической пробы позволяет оценить риск появления осложнений.

6. В ходе лечения исследование ВРС позволяет проводить контроль за проводимой терапией ("тонкое" дозирование  $\beta$ -блокаторов, оценку ортостатической устойчивости под влиянием проводимой терапии), оценивать эффективность проводимой медикаментозной терапии в целом.

7. ВРС может быть использована и в качестве контроля за ходом физической реабилитации, оценки эффективности физической тренировки. Критерием положительного влияния физических тренировок является увеличение высокочастотного компонента (повышение парасимпатической активности) и снижение амплитуды низкочастотных колебаний (симпатической активности).

#### **4.6. ВРС при хронической сердечной недостаточности (ХСН)**

Основной концепцией патогенеза ХСН на сегодняшний день считается нейрогормональная модель. Ключевым моментом данной модели является длительная гиперактивация различных звеньев нейрогормональной системы. Наиболее важными из них являются симпатико-адреналовая система (САС), ренин-ангиотензин-альдостероновая система (РААС) и система предсердного натрийуретического фактора (ПНФ). На начальной стадии ХСН происходит повышение активности САС, что клинически проявляется увеличением концентрации норадреналина в плазме крови. Соответственно на спектрограмме отмечается сдвиг в сторону преобладания низких и очень низких частот (LF, VLF) при относительном сохранении мощности спектра в этом диапазоне частот. В условиях длительной гиперактивности САС происходит значительное уменьшение количества и плотности  $\beta_1$ -рецепторов в кардиомиоцитах при одновременном увеличении активности РААС с образованием (под влиянием химаз, катепсина-G и других локальных тканевых протеиназ) ангиотензина II (АТ-II). В свою очередь АТ-II оказывает местное митогенетическое действие и стимулирует рост фибробластов, что приводит к развитию гипертрофии и гиперплазии в миокарде. Норадреналин, с одной стороны, стимулирует рост клеток, с другой - провоцирует развитие оксидативного стресса в кардиомиоцитах, тем самым являясь триггером программированной гибели клеток (апоптоза). Некроз и апоптоз, обусловленные норадреналином и АТ-II, приводят к потере kontrakтильных элементов, развитию гипертрофии и фиброза миокарда. На этом фоне резко снижается мощность спектра в диапазоне не только высоких, но



и низких частот. В волновой структуре сердечного ритма на фоне снижения общей мощности спектра и мощности во всех диапазонах частот наблюдается относительное преобладание мощности в диапазоне очень низких частот ( $VLF\% > LF\% > HF\%$  и  $VLF > 70\%$ ). Временные показатели также резко снижены, вплоть до развития ригидного ритма. Показатели вариабельности ритма могут быть использованы для прогноза выживаемости больных с тяжелой степенью ХСН. Установлено, что при застойной сердечной недостаточности значения SDNN менее 70 мс и SDANN менее 55 мс (по данным суточного мониторирования) позволяют предсказать смертельный исход в течение ближайших шести месяцев с чувствительностью 100% и 88% соответственно. Специфичность для обоих показателей 87%.

Исследования А. Coats говорят о том, что физическая реабилитация при сердечной недостаточности приводит к снижению активности симпатического отдела нервной системы. В качестве контроля за ходом тренировок использовался анализ ВРС. Критерием положительного влияния физических тренировок у больных ХСН является увеличение высокочастотного компонента (повышение парасимпатической активности) и снижение амплитуды низкочастотных колебаний (симпатической активности) (А. Coats, 1998).

#### Цели исследования параметров вариабельности ритма сердца при хронической сердечной недостаточности:

- уточнение выраженности нейрокардиопатии, что способствует выявлению начальных (доклинических) стадий сердечной недостаточности и уточнению функционального класса при клинически выраженной сердечной недостаточности;
- при выраженном преобладании активности симпато-адреналовой системы - помощь в принятии решения о назначении  $\beta$ -блокаторов;
- контроль за проводимой терапией ("тонкое" дозирование  $\beta$ -блокаторов, эффективность и адекватность лечения препаратами наперстянки);
- оценка эффективности проводимой терапии, в том числе, за ходом физической реабилитации, оценки эффективности физической тренировки. Критерием положительного влияния физических тренировок является увеличение высокочастотного компонента (повышение парасимпатической активности) и снижение амплитуды низкочастотных колебаний (симпатической активности).

#### **4.7. ОЦЕНКА ВРС ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

Основная цель обследования - выделить и количественно оценить влияние на ритм сердца каждого из регуляторных звеньев: центрального, вегетативного (парасимпатического и симпатического отделов), гуморального. А.М. Вейн, Н.Б. Хаспекова (1998) установили, что доминирующая

в спектре компонента VLF при изменении функционального состояния мозга дезорганизует работу барорецепторных механизмов саморегуляции. Это может быть причиной лабильности АД и обмороков. Для больных с психовегетативными расстройствами характерна устойчивая симпатoadреналовая активация по ЧСС, АД, ЧД, которая сопровождается повышением амплитуды VLF (церебральная эрготропная активация) с ее относительным доминированием в спектре при снижении активности сегментарных систем регуляции (HF и LF). При улучшении состояния, на фоне лечения бензодиазепинами происходит снижение VLF, что коррелирует со снижением эмоционального напряжения и тревоги.

При органической патологии мозга (опухоль мозга), симпатoadреналовая активация по ЧСС, АД, ЧД сочетается со снижением суммарной мощности и амплитуд всех составляющих спектра, что отличает органический дефект от психогенного. Волновая структура сердечного ритма, по мнению авторов, зависит от локализации процесса. В частности, при правополушарных поражениях снижаются показатели LF и VLF. При этом LF наиболее грубо поражаются при правосторонней локализации в лобно-височной области, а VLF - при правосторонних теменно-височных поражениях. При левополушарных поражениях волновая структура сердечного ритма не изменена.

При паркинсонизме обнаруживается повышение амплитуды VLF. Показатели ВРС у больных с мигренью в покое не отличались от здоровых, но в период ожидания приступа резко возрастала амплитуда VLF и увеличивалась дисперсия ритма (SDNN). Больные с паническими атаками отличались большой суммарной мощностью спектра в покое, в структуре сердечного ритма преобладали влияния VLF. В период ожидания приступа наблюдалось дальнейшее нарастание амплитуды VLF и одновременное снижение LF и HF. При развитии приступа у больных мигренью происходило повышение LF и HF, а при панических атаках повышение вагальной активности не наблюдалось.

#### Обморочные (синкопальные) состояния (ОС).

ОС представляют собой эпизоды приходящей потери сознания, которая сопровождается временным снижением мышечного тонуса.

ОС можно разделить на три большие категории (группы):

1) Синкопальные состояния, не обусловленные заболеванием сердца, или некардиогенные синкопальные состояния (смертность в течение года - от 0 до 12%).

2) Синкопальные состояния, обусловленные заболеванием сердца, или кардиогенные синкопальные состояния (смертность в течение года - от 19 до 30%).

3) Синкопальные состояния с неизвестной причиной (смертность в течение года - около 6%).

Поскольку клинические исходы, и в частности смертность, сущест-

венно различаются в зависимости от категории, первая и главная задача врача - дифференцировать доброкачественные и угрожающие жизни причины этих состояний. В данном разделе мы рассмотрим синкопальные состояния, не обусловленные заболеванием сердца, или так называемые некардиогенные синкопальные состояния (НКС).

Среди некардиогенных синкопальных состояний целесообразно выделить следующие группы:

А. Опосредуемые нервной системой и возникающие в результате рефлекторных влияний, связанных с неадекватной вазодилатацией, брадикардией или их сочетанием. К этой категории относятся:

- вазовагальные;
- вазодепрессорные;
- ситуационные;
- синокаротидные обмороки.

Нейрокардиогенные механизмы участвуют также в развитии ОС, связанных с нарушением оттока крови из желудочков (например, при аортальном стенозе или эмболии легочной артерии) и с суправентрикулярными тахикардиями.

Б. ОС, связанные с ортостатической артериальной гипотонией, которая может возникать в результате:

- возрастных физиологических изменений;
- гиповолемии;
- приема лекарственных средств;
- недостаточности вегетативной нервной системы.

В. ОС, связанные с психическими нарушениями, при которых нередко можно наблюдать обмороки (например, с повышенной тревожностью, депрессией или конверсионными расстройствами).

Г. ОС, связанные с неврологическими заболеваниями, при которых обмороки наблюдаются довольно редко, за исключением судорожных синдромов. К таким неврологическим заболеваниям относятся:

- приходящая ишемия мозга (почти всегда в участках, кровоснабжаемых вертебральными и базилярными артериями), мигрень (в участках, кровоснабжаемых базилярной артерией);
- судорожные синдромы (атонические припадки, височная эпилепсия и большие эпилептические припадки).

Д. ОС, возникающие при аритмиях и нарушениях внутрижелудочковой проводимости, генез которых обусловлен рефлекторными (нейрогенными) влияниями.

Основные причины ОС - см. в таблице 24 (M. Linzer et al., 1997).

Таблица 24

**Распространенность и методы диагностики обморочных состояний**

Сбор анамнеза	ДИ, %	Физикаль- ное обследо- вание	ЭКГ, ВСР	Инстру- менталь- ные методы
<b>Рефлекторные</b>				
Вазовагальные	18 (8-37)	+	+	
Ситуационные ОС (при кашле, дефекаци и и др.	5 (1-8)	+	+	
Синокаротидные	1 (0-4)	+	+	
Связанные с орто- статической гипото- нией	8 (4-10)	+	+	
<b>Связанные с пси- хическими рас- стройствами</b>	2 (1-7)	+	+	
<b>Связанные с нев- рологическихми заболеваниями</b>	10 (3-32)			
При судорожных при- падках		+	+	ЭЭГ
Очаговая симпто- матика		+	+	КТ (МРТ)
Мигрени, ПНМК		+	+	ТК УЗДГ
<b>Связанные с забо- леваниями сердца АС, ГКМП, ИБС)</b>	4 (1-8)	+	+	ЭхоКГ ВЭМ
<b>Связанные с аритмиями</b>	14 (4-38)	+	+	ХМ (ЭФИ)
<b>Неясной этиологии</b>	34 (13-41)	+	+	

При обследовании больных с ОС следует учитывать ряд моментов:

1. Выявление причин ОС в первую очередь базируется на данных анамнеза, результатах физикальных исследований, ЭКГ и ВСР.

2. При обследовании пожилых больных следует помнить о комплексной природе ОС: прием лекарств, органическое заболевание сердца.

3. Если ОС возникают при физической нагрузке, то сначала следует проводить ЭхоКГ, а лишь потом при необходимости - пробы с физической нагрузкой.

4. Диагностическая ценность неврологического обследования, включающего методы визуализации головного мозга (КТ, МРТ), ЭЭГ, ТКДГ, не всегда достаточно эффективна при высокой стоимости затрат. В частности, ЭЭГ показано проводить только при наличии судорожных припадков в анамнезе. Так на основании результатов ЭЭГ, диагноз удалось установить лишь у 8 из 534 больных; из них двое имели в анамнезе указания на судорожные припадки. Компьютерная томография и МРТ оказались информативными у 4% больных (из 195 обследованных) и показаны только в тех случаях, когда данные физикального обследования свидетельствуют о наличии очаговых поражений ЦНС. Ультразвуковая доплерография информативна только при наличии инсульта в анамнезе или при выявлении сосудистых шумов.

Исследование вариабельности ритма сердца, особенно в сочетании с функциональными пробами, является одним из высокоинформативных методов при данной патологии.

Показатели ВРС в покое позволяют оценить фон вегетативной регуляции. Выраженное преобладание HF-компонента при наличии клинических данных позволяет предполагать рефлекторную природу ОС. При преобладании LF-компонента более вероятными представляются психоэмоциональные нарушения как основа ОС. Выраженное снижение общей мощности спектра (TP), преобладание VLF-компонента более характерно для органических заболеваний ЦНС или сердца.

Проведение ортостатической пробы (тилт-тест) является крайне полезным методом для воспроизведения различных форм "нейрокардиогенных" синкопальных состояний. И хотя чувствительность и специфичность этого метода ещё изучается, уже сегодня можно утверждать, что проведение ортостатической пробы позволяет выявить следующие типы нейрокардиогенных синкопе (цит. по А.О. Гуков, 1999):

*1-й тип - смешанный.* Пациенты, у которых в процессе выполнения пробы регистрируется брадикардия до 40 уд. в мин, длительностью не более 10 с. При этом развитию обморока предшествует гипотония (снижение АД сист. ниже 80 мм.рт.ст.), а урежение сердечного ритма присоединяется вторично.

Пример ритмограммы больной с вазовагальной реакцией приведен на рисунке 91.

*2-й А тип (кардиоингибиторный)* - урежение ритма превышает 40 уд. в 1 мин и длится более 10 с. Регистрируется асистолия более 3 с. Развитию брадикардии предшествует снижение АД.

*2-й Б тип (кардиоингибиторный)* - пациенты этой группы отличаются от предыдущей тем, что у них гипотония во время обморока наступает одновременно или вслед за урежением сердечного ритма.

*3-й тип (вазопрессорный)* - обмороки у пациентов этой группы связаны с гипотоническими реакциями, когда частота ритма при обмороке может возрастать, или во всяком случае, снижаться не более, чем на 10% от исходной величины.

В идеале для диагностики ОС целесообразно проводить пассивную ортостатическую пробу, которая является “золотым стандартом” в диагностике НКС. Изменение положения тела пациента из горизонтального в вертикальное приводит к депонированию крови в нижней части тела, снижению наполнения правых отделов сердца, что вызывает целую группу рефлексов. В норме увеличивается симпатический ответ с артериальной вазоконстрикцией и повышением сократительной способности миокарда. У пациентов с НКС при этом повышается кардиовагальный тонус и возникает артериальная вазодилатация, что может привести к потере сознания. По нашему опыту и активный вариант ортостатической пробы в ряде случаев достаточно информативен.

На рисунке 86 приведена ритмограмма больной сахарным диабетом, артериальной гипертензией, ожирением, сердечной недостаточностью. Сниженный коэффициент 30:15 позволяет говорить о вагусной недостаточности в регуляции сердечно-сосудистой системы. Резкое снижение R-R (увеличение ЧСС) в конце ортостатической пробы типично для ортостатической гипотензии, обусловленной симпатической недостаточностью. В данном случае синкопальное состояние является следствием как парасимпатической, так и симпатической недостаточности, обусловленной диабетической нейропатией.

---

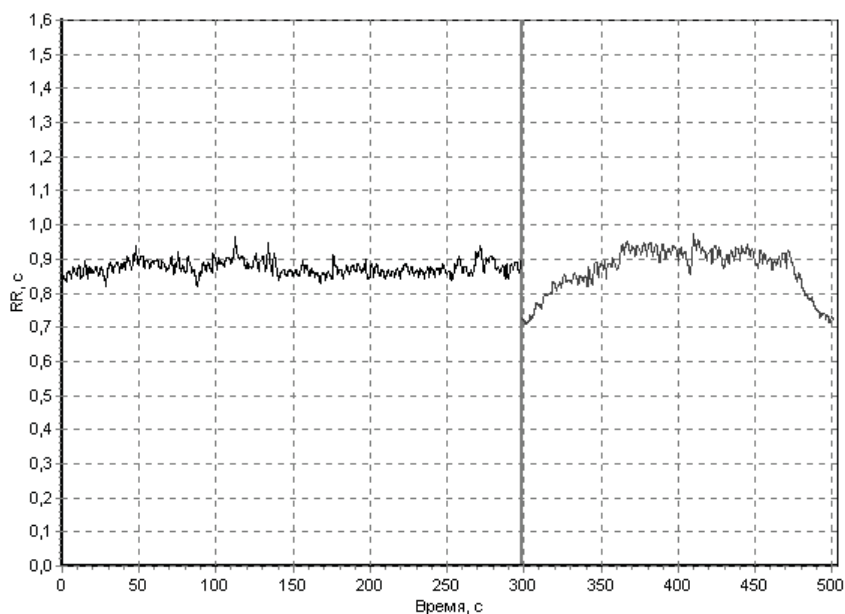


Рисунок 91. Ритмограмма больной с синкопальными состояниями, обусловленными периферической вегетативной недостаточностью на фоне диабетической нейропатии: а) фоновая запись, б) ортостатическая проба.

Однако сам механизм развития вазодепрессорных (снижения сосудистого тонуса) и кардиоингибиторных (снижение частоты и/или силы сердечных сокращений) компонентов до настоящего времени полностью неясен. Приведем интересное наблюдение за динамикой ВРС при проведении ортостатической пробы у пожилого пациента, который накануне внезапно потерял сознание на улице. По данным ЭКГ и ЭхоКГ данных за органическое заболевание сердца нет. Исходная запись ВРС характеризуется парасимпатикотонией. Ортостатическая проба - выраженное снижение коэффициента 30:15, что указывает на низкие регуляторные возможности парасимпатического отдела ВНС. Начиная с 3-й мин, как видно на ритмограмме (рисунок 92), полностью исчезают высокочастотные колебания и регуляция сердечного ритма определяется преимущественно за счет гуморально-метаболических влияний. Субъективно больной отмечал слабость и легкое головокружение.

В данном случае, учитывая низкую реактивность парасимпатического отдела ВНС, профилактическое назначение препаратов с холинолитическими свойствами с целью предупреждение рефлекторных вагальных реакций вряд ли будет эффективным.

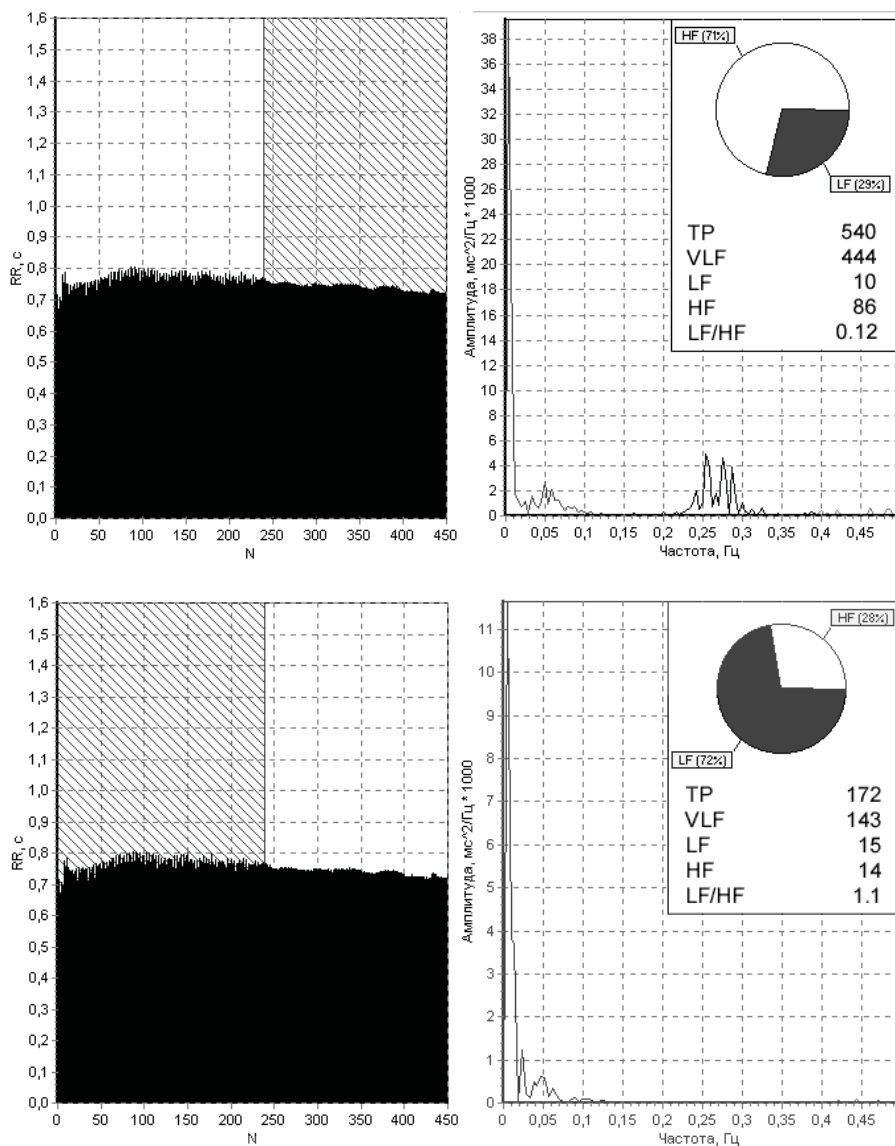


Рисунок 92. Ритмограмма больного с синкопальными состояниями.  
Исчезновение парасимпатических механизмов регуляции в ходе АОП.

Методика и интерпретация пробы с длительным ортостазом, проводимая с целью выявления больных с нейрогенными обмороками, приведена в разделе 3.1. “Активная ортостатическая проба”.



### Синокаротидные синкопы (синдром гиперчувствительности каротидного синуса)

Обычно считается, что синдром КС чаще встречается у мужчин пожилого и старческого возраста при исходной парасимпатикотонии. Методика проведения пробы для выявления гиперчувствительности каротидного синуса изложена выше. Для подтверждения поражения каротидного синуса необходимо установить наличие прямой связи между стимуляцией каротидного синуса и выраженным замедлением интервала R-R вплоть до асистолии и/или потерей сознания. При выявлении удлинения интервала R-R более 3 с показано имплантация ИВР.

Приведем несколько примеров типичного синдрома каротидного синуса (КС).

При проведении синокаротидной пробы у пациента П.возникла кратковременная асистолия, затем наблюдалось восстановление синусового ритма на фоне брадикардии с постепенным учащением ритма, хотя он (ритм) и оставался ниже исходного уровня. Данный пример лишний раз показывает важность одновременного ЭКГ контроля при проведении данной пробы. Кроме того, наглядно показывает, что даже кратковременный (менее 2 с) массаж КС достаточен для выявления синдрома гиперчувствительности каротидного синуса (рисунок 88).

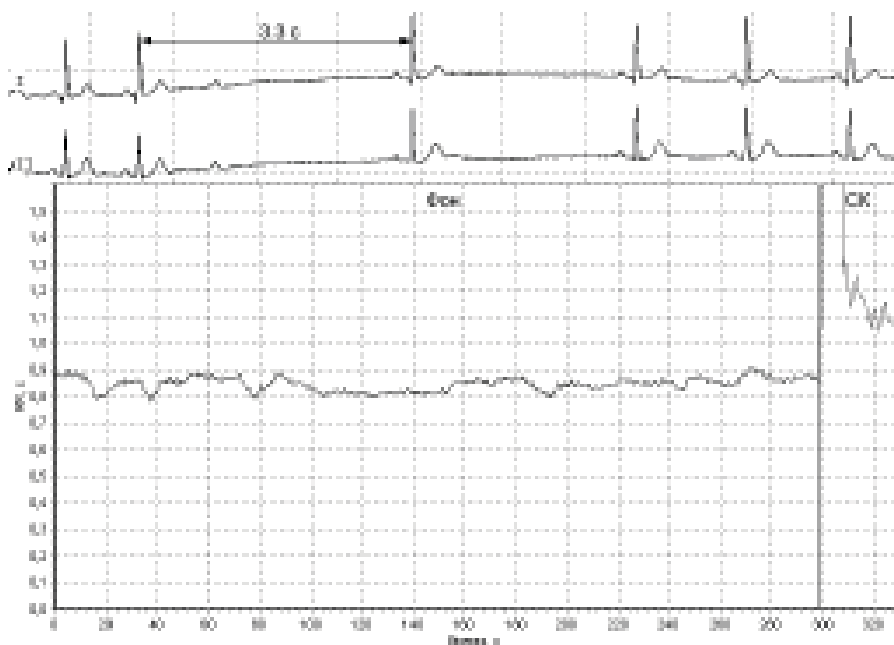


Рисунок 93. Асистолия (около 3 сек) при проведении синокаротидной пробы.

Больной Г., 69 лет, направлен на обследование с жалобами на головокружение, периодически возникающую слабость, утомляемость. Предварительный диагноз: остеохондроз шейного отдела позвоночника, ИБС. На ЭКГ регистрируется синусовый ритм, средняя ЧСС 46 уд. в 1 мин. Ритм нерегулярный, прерывается наджелудочковыми экстрасистолами, временами по типу аллоритмии (1:1, 2:1). При анализе ВРС после исключения из анализа экстрасистол наблюдалась выраженная ваготония. Во время ортостатической пробы в течение нескольких секунд синусовый ритм сменился ускоренным ритмом из АВ-соединения, что было расценено как проявление дисфункции СА-узла. При проведении синокаротидной пробы на первой же секунде - асистолия продолжительностью до 7.4 с. Диагностирован синдром каротидного синуса. Учитывая продолжительность асистолии более 3 с, показана имплантация ИВР (рисунок 94).

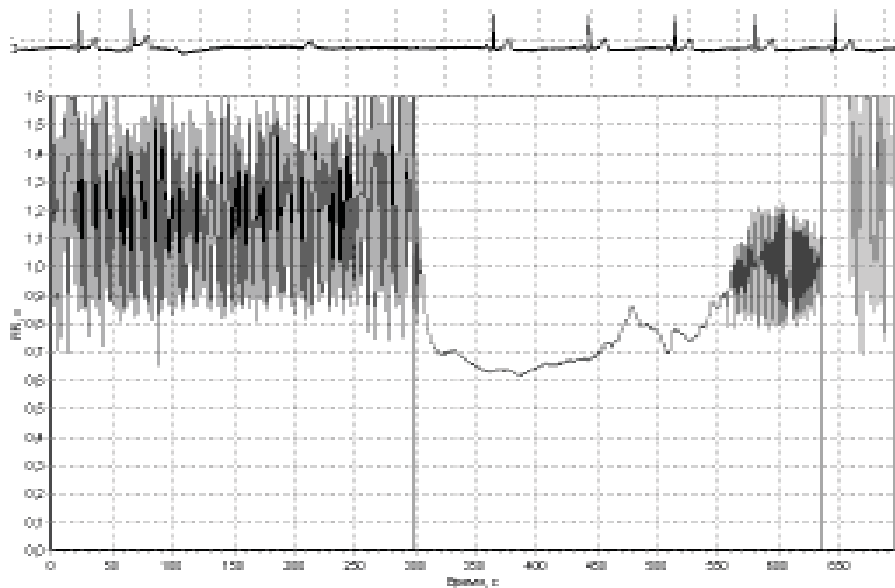


Рисунок 94. ЭКГ, ритмограмма (фоновая запись, АОП, синокаротидная проба). Асистолия (более 7 сек) при проведении синокаротидной пробы

Возможны и иные механизмы развития синкопальных состояний при проведении синокаротидной пробы. На рисунке 95 представлена ритмограмма пациента К., у которого во время массажа КС развилась экстрасистолия по типу бигемении, что клинически сопровождалось ощущением слабости и головокружения.

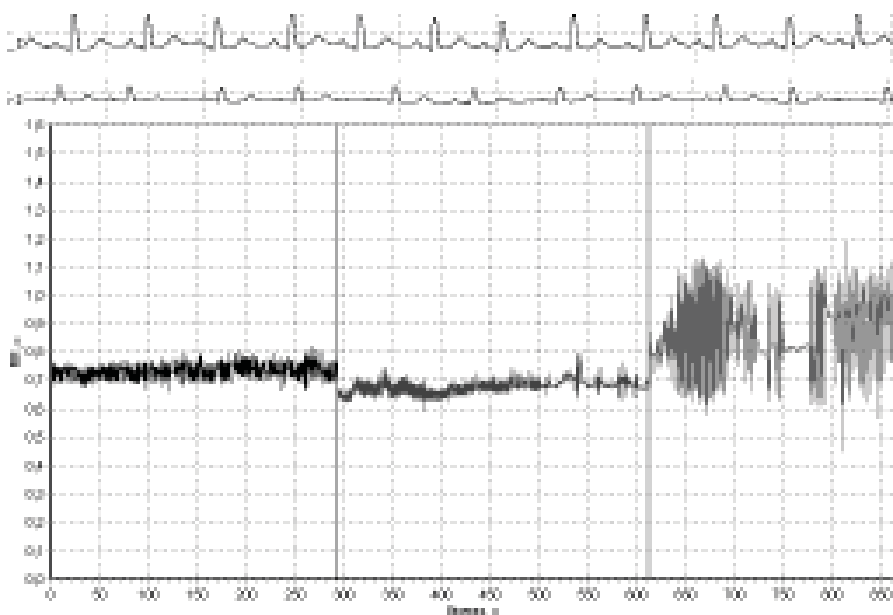


Рисунок 95. ЭКГ, ритмограмма. Появление экстрасистолии при проведении синокаротидной пробы: а) фоновая запись, б) синокаротидная проба.

Есть предложения для повышения диагностической ценности синокаротидной пробы использовать модифицированный протокол проведения синокаротидной пробы (M. Brignole, C. Menozzi, 1997). В частности, предлагается увеличить продолжительность проведения пробы до 10 с и более, предварительно провести атропинизацию с целью выявления вазодеперссорного компонента. Кроме того, рекомендуется проводить одновременно двухсторонний массаж КС как в положении пациента лежа, так и стоя.

Методика и интерпретация пробы с длительным ортостазом, проводимая с целью выявления больных с нейрогенными обмороками, приведена в разделе 3.1. “Активная ортостатическая проба”.

Итак, ВРС и КВП являются ценными диагностическими методами в оценке генеза и прогноза синкопальных состояний и должны, наряду с данными анамнеза, физикальным исследованием и ЭКГ, применяться уже на первом этапе обследования больных.

**Диабетическая нейропатия.** Вегетативная нейропатия, осложняющаяся течением сахарного диабета, характеризуется ранней и диссеминированной нейрональной дегенерацией малых нервных волокон как симпатического, так и парасимпатического трактов. Её клинические проявления представляют собой разнообразные функциональные нарушения и включают постуральную гипотензию, персистирующую тахикардию, потливость, гастропарез, атонию мочевого пузыря. С момента

появления клинической симптоматики диабетической вегетативной нейропатии ожидаемая смертность в течение следующих 5 лет составит 50%. Таким образом, выявление вегетативной дисфункции на доклиническом этапе важно для стратификации риска и последующего лечения. Наиболее характерными признаками диабетической нейропатии, выявляемыми при спектральном анализе, являются:

- снижение мощности во всех частотных диапазонах;
- отсутствие прироста LF-компонента при вставании, что является отражением нарушенной реакции симпатического звена или сниженной чувствительности барорефлекса;
- аномально сниженная общая мощность с неизменным отношением LF/HF;
- смещение центральной частоты LF-компонента влево, физиологический смысл которого нуждается в дальнейшем изучении (Task Force..., 1999).

Оценка информативности показателей ВРС и КВП при диагностике периферической вегетативной недостаточности (ПВН) у больных СД (А.М. Вейн с соавт., 1998) подтвердили высокую информативность указанных выше методов для диагностики и оценки тяжести ПВН у больных сахарным диабетом II типа. В частности, выявлено снижение мощности во всех диапазонах (VLF, LF, HF), а также показателя SDNN (снижение данного показателя было выражено в наибольшей степени). Среди КВП наиболее информативным оказалось снижение показателей Кдых. и К 30:15. При этом подчеркнуто, что исследование КВП имеет наибольшую информативную ценность при длительном течении заболевания, т.е. отражает более выраженные изменения со стороны периферической нервной системы. Имеются и половые различия при СД II типа. В частности, нарушение ВРС у мужчин более неблагоприятно, чем у женщин.

#### **4.8. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВРС В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И ХИРУРГИИ**

Оценка показателей ВРС может использоваться в качестве предоперационной оценки вегетативной системы с целью прогнозирования влияния анестезии на гемодинамику. Например, пониженная высокочастотная составляющая при спектральном анализе позволяет прогнозировать риск возникновения выраженной брадикардии при введении препаратов, угнетающих активность парасимпатической системы. У больных с выраженной вегетативной дисфункцией достоверно увеличиваются случаи гипотензии.

Приведем пример вазовагального рефлекса у больной с артериальной гипертензией, которой предстояла плановая операция под общим наркозом.

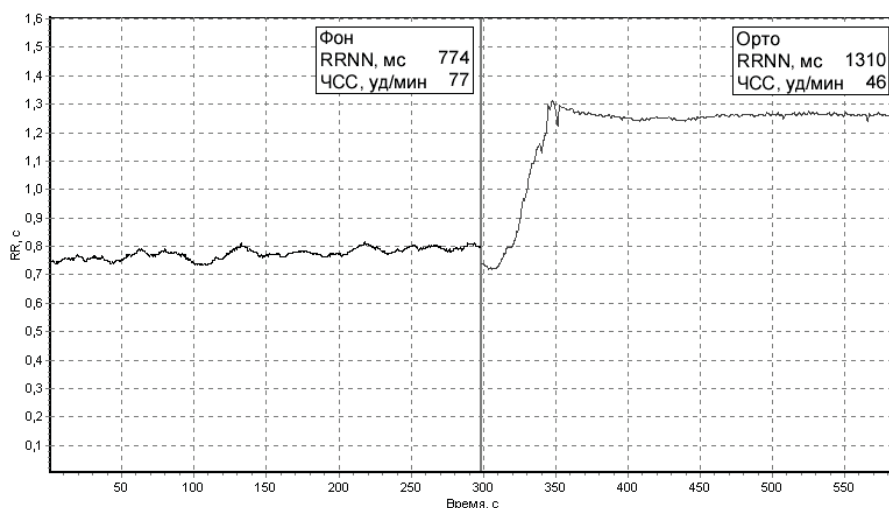


Рисунок 96. Вазовагальная реакция на ритмограмме.

При фоновой записи наблюдалось умеренное снижение мощности спектра, преобладание гуморальных и центральных эрготропных механизмов регуляции ритма сердца. Во время ортостатической пробы зафиксировано выраженное замедление ЧСС (до 47 ударов в минуту), сопровождающееся снижением АД. Понятно, что раздражение вагуса в ходе операции крайне нежелательно, и требуется соответствующая коррекция при выборе и проведении анестезии (рисунок 91).

Непосредственно в ходе операции ВРС используется для оценки выраженности операционного стресса, который зависит от тяжести операции и адекватности по отношению к ней анестезиологической защиты. Если это соответствие достигается, то операционный стресс выражен слабо или умеренно и во время операции не наступает централизации кровообращения и связанных с ней нарушений гомеостаза.

Развитие большинства патологических процессов имеет многоступенчатый характер: первоначально наступает расстройство функциональных связей нейрогуморального аппарата, затем появляются нарушения обмена энергии и обмена веществ и, наконец, наступают структурные разрушения. Поэтому ранняя диагностика патологического процесса на этапе нарушения нейровегетативной регуляции имеет большое практическое значение, позволяя предотвратить или уменьшить развитие клинкоморфологических признаков “болезней адаптации”. Оценка показателей ВРС как индикатора вегетативного баланса наиболее полно отвечает поставленной задаче (С.З. Клецкин, 1981).

Изучение характеристик ритма сердца во время операции позволяет получать информацию о степени воздействия относительно кратковременных факторов в конкретный момент операции. Установлено, что

от начала резко выраженного напряжения симпатического звена вегетативной системы до появления сдвигов гуморального гомеостаза обычно проходит 10-15 минут. Это позволяет своевременно предотвратить сдвиги гомеостаза. Иначе говоря, интраоперационный мониторинг ВРС позволяет объективизировать выраженность операционного стресса и тем самым повысить безопасность пациента за счет своевременной оптимизации анестезиологического пособия (С.И.Ситкин, 1999). Целесообразно оценивать показатели ВРС и как метод контроля послеоперационных больных.

По мнению В.А. Федяева (1998), оценку параметров ВРС целесообразно проводить и при острых отравлениях с целью:

- оценки степени тяжести состояния больного с острыми отравлениями;
- ориентации врача при выборе лечебной тактики;
- контроля эффективности проводимой терапии;
- контроля реабилитации токсикологических больных;
- характеристики исходного вегетативного тонуса, вегетативной реактивности и вегетативного обеспечения сердечной деятельности.

#### **4.9. Влияние некоторых фармакологических средств на ВРС**

##### β-блокаторы:

β-блокаторы изменяют спектр сердечного ритма в сторону увеличения высокочастотной составляющей (48.5% до лечения и 61% после лечения), вклад среднечастотной и низкочастотной составляющих, напротив, уменьшается с 20.4 до 19.5% и с 30.1 до 19.5% соответственно. β-блокаторы у больных ИБС приводят к значительному увеличению ВРС за счет увеличения ее компонентов, обусловленных влиянием парасимпатической нервной системы, предупреждают усиление низкочастотной составляющей спектра в ранние утренние часы. Прирост мощности высокочастотной составляющей спектра достигает 62-64%, RMSSD - 62-70%, увеличивается pNN50, SDNN возрастает на 16-20% (Ю.А. Зуйков, 1998).

В экспериментах над животными (неанестезированными собаками) после инфаркта миокарда β-блокаторы не изменяли показатели ВРС. В то же время до развития ИМ β-блокаторы увеличивали ВРС только у животных, отнесенных к группе низкого риска в отношении смерти от летальных аритмий в постинфарктном периоде. Это может служить основой нового подхода к стратификации постинфарктного риска.

##### Антиаритмические препараты:

*Мексилетин* - снижает вариабельность, но нормализует соотношение высоких и низких частот.

*Ритмонорм* - подобно β-блокаторам усиливает парасимпатическую активность, однако его влияние выражено меньше. (В.Н. Ослопов и др.).

*Пропафенон* - независимо от состояния вегетативной нервной системы повышает тонус симпатического отдела и одновременно снижает вагусное влияние на сердце (П.В. Дмитриук, 1997)

*Этмозин* - увеличивает вклад низкочастотной (от 29.5 до 38.9%) и среднечастотной (от 15.3 до 28%) составляющих и уменьшает высокочастотные составляющие (от 55.2 до 35.1%), т.е. усиливает влияние симпатического отдела нервной системы.

### Эстрогены.

По данным G. Rosano у здоровых женщин, находящихся в периоде постменопаузы на заместительной гормональной терапии 17 $\beta$ -эстрадиолом в дозе 1 мг в сутки на протяжении 4 месяцев, достоверно повышались показатели ВРС, что свидетельствует о нормализации функции ВНС в отношении контроля над сердечно-сосудистой системой.

### Антагонисты AT1-рецепторов

Действие антагониста AT1 -рецепторов Лозартана (Козаар) у больных сердечной недостаточностью на фоне ревматических пороков сердца изучено С.Р. Гиляревским с соавт. (1999). Короткий курс Лозартана в дозе 25 мг/сут достоверно снижает симпатическую составляющую у больных ХСН II-III ФК.

## **4.10. СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ВРС**

При синусовом ритме - дать характеристику синусового ритма:

1. Указать тип ритмограммы.
2. Оценить данные спектрального анализа. Рекомендуется придерживаться следующей последовательности составления протокола по результатам спектрального анализа:
  - указать общую мощность спектра;
  - оценить состояние нейрогуморальной регуляции (НГР) или исходный вегетативный тонус: уравновешенность и высокий уровень симпатических и вагальных механизмов регуляции вегетативного тонуса или преобладание церебральных эрготропных (надсегментарных) влияний;
  - дать характеристику баланса отделов ВНС: преобладание симпатической регуляции, абсолютная при значениях LF выше средних величин или относительная, когда на фоне сниженной мощности медленных волн сохраняются высокие значения соотношения LF/HF; преобладание парасимпатической регуляции (абсолютное или относительное) или смешанный тип регуляции - баланс отделов ВНС.
  - при проведении кардиоритмографических проб оценить: вегетативную реактивность (нормальная, сниженная, избыточная), вегетативное обеспечение деятельности (нормальное, недостаточное, избыточная активация);

- с учетом общей мощности спектра, структуры спектральной мощности сердечного ритма и баланса отделов ВНС, принимая во внимание результаты кардиоритмографических проб, сделать предположительное заключение об адаптационных резервах и стрессовой устойчивости организма;

- по возможности, с учетом результатов кардиоваскулярных проб, оценить качество нейро-гуморального контроля системы кровообращения (эффективный, недостаточный, чрезмерный) соответственно с преимущественным нарушением чувствительности сосудистых барорецепторов к АД, чувствительности и скорости симпатической и парасимпатической реакций на сигналы барорецепторов, чувствительность СА-узла к симпатическим сигналам, чувствительность периферического сосудистого сопротивления к изменениям АД.

В заключение, при необходимости, дать прогностическую оценку проводимого исследования: риск опасных аритмий и сердечно-сосудистых осложнений (низкий, умеренный, высокий, очень высокий).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Серия программно-аппаратных комплексов фирмы “НейроСофт” позволяет реализовать самые современные подходы к оценке variability ритма сердца на коротких участках записи. Основными показаниями к исследованию variability ритма сердца являются:

1. Оценка фона вегетативной регуляции, вегетативной реактивности, вегетативного обеспечения деятельности и на этой основе:

- оценка здоровья здорового человека (“профессионального здоровья”) космонавтов и летчиков, спасателей и работников силовых структур, человека-оператора др;

- в качестве метода оценки функциональных состояний при массовых профилактических (донозологических) обследованиях разных контингентов населения;

- контроль за адаптационным потенциалом и состоянием гомеостаза лиц, ведущих активный образ жизни, в т.ч. спортсменов;

- “физиологическая цена” того или иного вида деятельности (школьники и студенты, рабочие и т.д.)

2. Выделение группы риска (стратификация риска):

- в группе здоровых-угрожаемых по развитию заболевания;

- при сердечно-сосудистой патологии (артериальной гипертензии, ИБС, сердечной недостаточности) - диагностика поражения органа-мишени (вегетативной нервной системы) и риска развития сердечно-сосудистых осложнений, в том числе риск внезапной сердечной смерти;

- при нарушениях ритма (экстрасистолии) - выделение группы больных, угрожаемых по развитию злокачественных аритмий;



- при сахарном диабете, интоксикации, инфекционной патологии (дифтерии) - риск развития и/или наличия нейропатии;
- прогнозирование риска развития гестозов у беременных женщин и перинатальных осложнений у плода.

3. Уточнение генеза синкопальных состояний (выявление обморочных состояний неврокардиогенного генеза).

4. Оценка выраженности вегетативных дисфункций при заболеваниях центральной и периферической нервных систем, желудочно-кишечного тракта, бронхиальной астме, профессиональных заболеваниях и др.

5. При нарушениях ритма и проводимости:

- как один из методов диагностики дисфункции и синдрома слабости СА-узла, различных аритмий (миграция водителя ритма, парасистолия, уточнение характера экстрасистолии и др.);
- диагностика вагусной и адренергической форм пароксизмальной фибрилляции предсердий.

6. Оценка выраженности дисгормональных сдвигов при сахарном диабете, заболеваниях щитовидной железы, гипофиза, гипоталамическом синдроме, климаксе и др.

7. Выбор лекарственной терапии (препаратов первого ряда) при различных нозологических формах (артериальная гипертензия, ИБС, фибрилляции предсердий) с учетом фона вегетативной регуляции.

8. Оценка эффективности лечебно-профилактических и оздоровительных мероприятий, в том числе адекватности и эффективности физических методов восстановительной терапии.

9. Интраоперационный мониторинг ВРС с целью объективизации выраженности операционного стресса и контроля адекватности анестезии.

Приведенные выше диагностические возможности оценки ВРС далеко не исчерпывают возможности метода. Учитывая мощную нейрогуморальную регуляцию легких, можно предполагать большие потенциальные возможности метода ВРС в этой области, особенно в сочетании с синхронной регистрацией и математической обработкой параметров паттерна дыхания. В доступной литературе удалось найти лишь единичные работы, посвященные этому вопросу, что явно не соответствует возможностям метода. Мы не касались использования метода в акушерской практике, хотя ценность метода при наблюдении за беременными женщинами очевидна. Что касается исследования ритма сердца плода с целью оценки зрелости плода и прогнозирования возможных нарушений развития, то именно этот раздел медицины явился “колыбелью” использованию метода ВРС в клинической практике (Е.Н. Hon and S.T. Lee, 1965).

Надеемся, что эта книга послужит лучшему пониманию методик, реализованных в аппаратах “Поли-Спектр” фирмы “НейроСофт”, поможет быстрее освоить клиническую интерпретацию параметров ВРС и даст

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Пример 1

© 1995-2000 НейроСофт. Поли-Спектр-12

### **7-Я ГОРОДСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА ОТДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

#### **Вариабельность ритма сердца**

Ф.И.О., возраст пациента: Л., 21 год      Отделение: Амб

Диагноз : Практически здоров

#### **Фоновая проба**

Исследование проводилось в положении лежа. Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин. (300 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 289.

Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 58 уд./мин. - умеренное урежение сердечного ритма.

#### **Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	807,0	TP, мс <sup>2</sup>	7192,1
R-R max, мс	1285,0	VLF, мс <sup>2</sup>	1615,6
RRNN, мс	1038,2	LF, мс <sup>2</sup>	2183,0
SDNN, мс	86,6	HF, мс <sup>2</sup>	3392,5
RMSSD, мс	95,7	LF norm, n.u.	39,2
pNN50, %	58,0	HF norm, n.u.	60,8
CV, %	8,3	LF/HF	0,64
		Структура спектральной мощности	
		%VLF	22,5
		%LF	30,3
		%HF	47,2

#### **Медико-физиологическая интерпретация показателей ВРС**

#### **Оценка ритмограммы и типа регуляции синусового ритма:**

Ритмограмма variability ритма сердца соответствует 2-му классу (по Д. Жемайтите) и характеризуется хорошо выраженными волнами короткого, длинного и очень длинного периода. При этом моделирующее симпато-парасимпатическое воздействие преобладает над гуморально-

метаболическими и центральными эрготропными влияниями. Наибольший вклад в регуляцию сердечного ритма вносит парасимпатический отдел вегетативной нервной системы (фоновая ваготония покоя). Данный вариант регуляции ритма сердца, вероятнее всего, отражает хорошее физическое состояние, высокие адаптационные возможности и высокую стрессовую устойчивость организма.

#### **Оценка спектрограммы и показателей спектрального анализа:**

Мощность спектра ВРС очень высокая. Вегетативная регуляция сердечного ритма развитая. Баланс отделов вегетативной нервной системы.

#### **Ортостатическая проба**

Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(340 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 455 (подлежит анализу: 311).

Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 83 уд./мин.

#### **Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	648,0	TP, мс <sup>2</sup>	1277,49
R-R max, мс	982,0	VLF, мс <sup>2</sup>	334,75
RRNN, мс	723,8	LF, мс <sup>2</sup>	847,40
SDNN, мс	35,8	HF, мс <sup>2</sup>	95,33
RMSSD, мс	18,0	LF norm, n.u.	89,89
pNN50, %	2,3	HF norm, n.u.	10,11
CV, %	4,9	LF/HF	8,89
K30/15, y.e.	1,7	Структура спектральной мощности	
		%VLF	26,20
		%LF	66,33
		%HF	7,46

#### **Заключение по результатам ортостатической пробы:**

Реактивность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы при проведении ортостатической пробы - нормальная.

Вегетативное обеспечение деятельности при проведении ортостатической пробы характеризуется адекватной активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Пример 2

© 1995-2000 НейроСофт. Поли-Спектр-12

**7-Я ГОРОДСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА  
ОТДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

**Вариабельность ритма сердца**

Ф.И.О., возраст пациента: Н., 22 года      Отделение: Амб

Диагноз при направлении: Практически здоров.

Проходит обследование перед устройством на военную службу по контракту.

**Фоновая проба**

Исследование проводилось в положении лежа. Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(300 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 321.

Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 64 уд./мин. - нормальная частота сердечного ритма.

**Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	785,0	TP, мс <sup>2</sup>	943,94
R-R max, мс	1005,0	VLF, мс <sup>2</sup>	148,13
RRNN, мс	932,5	LF, мс <sup>2</sup>	364,90
SDNN, мс	31,2	HF, мс <sup>2</sup>	430,91
RMSSD, мс	31,4	LF norm, n.u.	45,85
pNN50, %	12,6	HF norm, n.u.	54,15
CV, %	3,3	LF/HF	0,85
		Структура спектральной мощности	
		%VLF	15,69
		%LF	38,66
		%HF	45,65

**Медико-физиологическая интерпретация показателей ВРС**

**Оценка спектрограммы и показателей спектрального анализа:**

Мощность спектра ВРС низкая. Вегетативная регуляция сердечного ритма характеризуется сохраненным балансом отделов вегетативной нервной системы.

### Ортостатическая проба

Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(340 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 537 (подлежит анализу: 485).

Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 96 уд./мин.

#### Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	535,0	TP, мс <sup>2</sup>	2479,28
R-R max, мс	845,0	VLF, мс <sup>2</sup>	904,08
RRNN, мс	625,1	LF, мс <sup>2</sup>	1556,36
SDNN, мс	50,2	HF, мс <sup>2</sup>	18,84
RMSSD, мс	17,3	LF norm, н.у.	98,80
pNN50, %	2,7	HF norm, н.у.	1,20
CV, %	8,0	LF/HF	82,59
K30/15, у.е.	1,70	Структура спектральной мощности	
		%VLF	36,47
		%LF	62,77
		%HF	0,76

#### Заключение по результатам ортостатической пробы:

Реактивность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы при проведении ортостатической пробы - высокая.

Вегетативное обеспечение деятельности при проведении ортостатической пробы характеризуется выраженной избыточной активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Комментарий: Сниженная мощность спектра ВРС, выраженная активация симпатического отдела автономной нервной системы при проведении ортостатической пробы может указывать на сниженные адаптационные возможности и стрессовую устойчивость организма.

Пример 3

© 1995-2000 НейроСофт. Поли-Спектр-12

**7-Я ГОРОДСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА  
ОТДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

**Вариабельность ритма сердца**

Ф.И.О., возраст пациента: *С., 55 лет*      Отделение: *Амб*  
 Диагноз при направлении: ИБС. Постинфарктный кардиосклероз.  
 10 лет назад перенес инфаркт миокарда нижней стенки. В настоящее время боли в области сердца практически не беспокоят. Временами отмечает подъемы АД, в связи с чем обратился в поликлинику.

**Фоновая проба**

Исследование проводилось в положении лежа. Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(300 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 366.

Ритм синусовый, прерываемый одиночными предсердными экстрасистолами.

Средняя ЧСС: 73 уд./мин. - нормальная частота сердечного ритма.

**Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	785,0	TP, мс <sup>2</sup>	197,66
R-R max, мс	870,0	VLF, мс <sup>2</sup>	98,92
RRNN, мс	817,0	LF, мс <sup>2</sup>	88,35
SDNN, мс	14,6	HF, мс <sup>2</sup>	10,39
RMSSD, мс	7,5	LF norm, n.u.	89,47
pNN50, %	0,3	HF norm, n.u.	10,53
CV, %	1,8	LF/HF	8,50
		Структура ритма	
		%VLF	50,05
		%LF	44,70
		%HF	5,26

**Медико-физиологическая интерпретация показателей ВРС**

**Оценка ритмограммы и типа регуляции синусового ритма:**

Ритмограмма variability ритма сердца соответствует 5-му классу (по Д.Жемайтите). Данный вариант ритмограммы и структура variability ритма сердца указывают на стабилизацию регуляции сердечного ритма с переходом его регуляции с рефлекторного вегетативного уровня

руководства на более низкий - гуморально - метаболический, который и не способен быстро обеспечивать гомеостазис. Функциональные возможности сердца снижены.

#### **Оценка спектрограммы и показателей спектрального анализа:**

Мощность спектра ВРС очень низкая. Вегетативная регуляция сердечного ритма характеризуется относительным преобладанием активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.

#### **Ортостатическая проба**

Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(340 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 492 (подлежит анализу: 427).

Ритм синусовый, прерываемый предсердными экстрасистолами. Средняя ЧСС: 87 уд./мин.

#### **Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	650,0	TP, мс <sup>2</sup>	237,51
R-R max, мс	745,0	VLF, мс <sup>2</sup>	150,33
RRNN, мс	686,4	LF, мс <sup>2</sup>	79,47
SDNN, мс	20,1	HF, мс <sup>2</sup>	7,71
RMSSD, мс	6,7	LF norm, n.u.	91,16
pNN50, %	0,0	HF norm, n.u.	8,84
CV, %	2,9	LF/HF	10,31
K30/15, y.e.	0,98	Структура спектральной мощности	
		%VLF	63,30
		%LF	33,46
		%HF	3,25

#### **Заключение по результатам ортостатической пробы:**

Реактивность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы при проведении ортостатической пробы - парадоксальная.

Вегетативное обеспечение деятельности при проведении ортостатической пробы характеризуется адекватной активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Учитывая повышенную вероятность риска сердечно-сосудистых осложнений, больному для уточнения степени риска рекомендуются провести велоэргометрию.

При проведении медикаментозной терапии, в качестве препарата "первого" ряда можно рекомендовать прием  $\beta$ -блокаторов.

Пример 4

© 1995-2000 НейроСофт. Поли-Спектр-12

**7-Я ГОРОДСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА  
ОТДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

**Вариабельность ритма сердца**

Ф.И.О., возраст пациента: *Я., 55 лет*Отделение: *Амб*Диагноз при направлении: *ИБС. Постинфарктный кардиосклероз.*

*Два года назад перенес обширный передний инфаркт миокарда с патологическим зубцом Q.*

*В настоящее время беспокоит одышка при ходьбе (проходит менее 100 м). В прошлом году лечился по поводу преходящего нарушения мозгового кровообращения.*

*Артериальное давление 180/100 мм.рт.ст.*

**Фоновая проба**

*Исследование проводилось в положении лежа. Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(300 с).*

*Зарегистрировано комплексов QRS: 441.*

*Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 88 уд./мин. - умеренное учащение сердечного ритма.*

**Показатели временного анализа****Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	625,0	TP, мс <sup>2</sup>	500,06
R-R max, мс	740,0	VLF, мс <sup>2</sup>	468,72
RRNN, мс	678,1	LF, мс <sup>2</sup>	13,85
SDNN, мс	23,4	HF, мс <sup>2</sup>	17,49
RMSSD, мс	9,2	LF norm, n.u.	44,19
pNN50, %	0,7	HF norm, n.u.	55,81
CV, %	3,5	LF/HF	0,79
		Структура спектральной мощности	
		%VLF	93,73
		%LF	2,77
		%HF	3,50



## Медико-физиологическая интерпретация показателей ВРС

### Оценка ритмограммы и типа регуляции синусового ритма:

Ритмограмма variability ритма сердца соответствует 5-му классу (по Д.Жемайтите). Данный вариант ритмограммы и структура variability ритма сердца указывают на стабилизацию регуляции сердечного ритма с переходом его регуляции с рефлекторного вегетативного уровня руководства на более низкий - гуморально-метаболический, который и не способен быстро обеспечивать гомеостазис. Функциональные возможности сердца снижены.

### Оценка спектрограммы и показателей спектрального анализа:

Мощность спектра ВРС низкая. Вегетативная регуляция сердечного ритма характеризуется балансом отделов вегетативной нервной системы. В структуре спектральной мощности сердечного ритма - выраженное преобладание гуморально-метаболических влияний.

### Ортостатическая проба

Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(340 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 503 (подлежит анализу: 385).

Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 89 уд./мин.

### Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	645,0	TP, мс <sup>2</sup>	157,68
R-R max, мс	720,0	VLF, мс <sup>2</sup>	136,26
RRNN, мс	672,0	LF, мс <sup>2</sup>	13,30
SDNN, мс	14,6	HF, мс <sup>2</sup>	8,11
RMSSD, мс	5,7	LF norm, n.u.	62,12
pNN50, %	0,0	HF norm, n.u.	37,88
CV, %	2,2	LF/HF	1,64
K30/15, y.e.	1,12	Структура спектральной мощности	
		%VLF	86,42
		%LF	8,44
		%HF	5,15

### Заключение по результатам ортостатической пробы:

Реактивность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы при проведении ортостатической пробы - сниженная.

Вегетативное обеспечение деятельности при проведении ортостатической пробы характеризуется сниженной активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Комментарий: Учитывая данные анамнеза и клиническую картину заболевания, выраженное преобладание гуморально-метаболических

влияний в модуляции сердечного ритма, больному в комплексной терапии как препарат первого ряда, можно рекомендовать прием ингибиторов ангиотензин-превращающего фермента.

#### Пример 4

© 1995-2000 НейроСофт. Поли-Спектр-12

### 7-Я ГОРОДСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА ОТДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

#### Кардиоваскулярные пробы

Ф.И.О., возраст пациента: С., 43 года      Отделение: Амб

Диагноз при направлении: ВСД

**Таблица показателей кардиоваскулярных проб**

Параметр	Значение	Норма	Погранич. значение	Патологич. значение	Балл
Кдых	1,38	> 1,20	1,10-1,20	< 1,10	0
К30/15	1,49	> 1,35	1,20-1,35	< 1,20	0
Квальс	1,92	> 1,29	1,11-1,29	< 1,11	0
Разница АДс (орто)	10	< 11	11-25	> 25	0
Разница АДд (изо)	30	> 14	10-14	< 10	0

**Диаграмма результатов КВП**



#### Оценка результатов кардиоваскулярных проб

Степень выраженности отклонений в баллах: 0

Анализ КВП свидетельствует об отсутствии поражений сегментарного отдела вегетативной нервной системы.

Пример 5

© 1995-2000 НейроСофт. Поли-Спектр-12

**7-Я ГОРОДСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА  
ОТДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

**Вариабельность ритма сердца**

Пациент: *Н., 48 лет*

Направлен на обследование для стационарного лечения в наркологическом диспансере. В анамнезе длительное злоупотребление алкоголем.

**Фоновая проба**

Исследование проводилось в положении лежа. Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(300 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 406.

Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 81 уд./мин. - умеренное учащение сердечного ритма.

**Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	716,0	TP, мс <sup>2</sup>	92,8
R-R max, мс	761,0	VLF, мс <sup>2</sup>	73,1
RRNN, мс	738,5	LF, мс <sup>2</sup>	9,6
SDNN, мс	10,4	HF, мс <sup>2</sup>	10,1
RMSSD, мс	5,5	LF norm, n.u.	48,7
pNN50, %	0,0	HF norm, n.u.	51,3
CV, %	1,4	LF/HF	0,95
		Структураспектральной мощности	
		%VLF	78,8
		%LF	10,3
		%HF	10,9

**Медико-физиологическая интерпретация показателей ВРС**

Оценка ритмограммы и типа регуляции синусового ритма:

Ритмограмма variability ритма сердца соответствует 5-му классу (по Д.Жемайтите). Данный вариант ритмограммы и структура variability ритма сердца указывают на стабилизацию регуляции сердечного ритма с переходом его регуляции с рефлекторного вегетативного уровня руководства на более низкий - гуморально-метаболический, который и не способен быстро обеспечивать гомеостазис.

**Оценка спектрограммы и показателей спектрального анализа:**

Мощность спектра ВРС очень низкая. Баланс отделов вегетативной нервной системы характеризуется смешанным типом модуляции сердечного ритма.

В структуре спектральной мощности сердечного ритма преобладают очень медленные, гуморально-метаболические влияния.

**Ортостатическая проба**

Продолжительность записи сердечного ритма 6 мин.(360 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 605 (подлежит анализу: 508).

Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 102 уд./мин.

**Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	564,0	TP, мс <sup>2</sup>	146,7
R-R max, мс	625,0	VLF, мс <sup>2</sup>	129,7
RRNN, мс	589,2	LF, мс <sup>2</sup>	16,5
SDNN, мс	13,7	HF, мс <sup>2</sup>	0,6
RMSSD, мс	2,2	LF norm, n.u.	96,7
pNN50, %	0,0	HF norm, n.u.	3,3
CV, %	2,3	LF/HF	29,4
K30/15, y.e.	0,83	Структура спектральной мощности	
		%VLF	88,4
		%LF	11,2
		%HF	0,38

**Заключение по результатам ортостатической пробы:**

Реактивность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы при проведении ортостатической пробы - парадоксальная реакция.

Вегетативное обеспечение деятельности при проведении ортостатической пробы характеризуется выраженной активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы. Однако в структуре спектральной мощности ВРС сохраняется выраженное преобладание гуморально-метаболических влияний.

Подобная направленность показателей ВРС (выраженное снижение спектральной мощности в покое, сниженная реактивность парасимпатического отдела ВНС и неадекватное вегетативное обеспечение деятельности при проведении ортостатической пробы) является формальным свидетельством автономной нейропатии, в данном случае - алкогольной нейропатии.

## Кардиоваскулярные пробы

Таблица показателей кардиоваскулярных проб

Параметр	Значение	Норма	Погранич. значение	Патологич. значение	Балл
Кдых	1,09	> 1,20	1,10-1,20	< 1,10	2
К30/15	1,02	> 1,35	1,20-1,35	< 1,20	2
Квальс	1,35	> 1,29	1,11 -1,29	< 1,11	0
Разница АДС (орто)	-2	< 11	11-25	> 25	0
Разница АДД (изо)	15	> 14	10-14	< 10	0

### Диаграмма результатов КВП



### Оценка результатов кардиоваскулярных проб

Степень выраженности отклонений в баллах: 4

Заключение: Анализ КВП свидетельствует о несомненном поражении сегментарного отдела парасимпатической нервной системы. Таким образом, отдельные проявления симпатикотонии у данного больного обусловлены относительным преобладанием активности симпатического отдела автономной нервной системы на фоне преимущественного поражения блуждающего нерва.

Более выраженные изменения полученные по результатам оценки ВРС, обусловлены большей чувствительностью и, в то же время, меньшей специфичностью показателей ВРС по сравнению с КВП.

Пример 6

© 1995-2000 НейроСофт. Поли-Спектр-12

**7-Я ГОРОДСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА  
ОТДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

**Вариабельность ритма сердца**

Ф.И.О., возраст пациента: *Б., 47 лет*      Отделение: *Амб*  
 Диагноз при направлении: *СД 1-го типа. В сутки получает 48 ЕД инсулина.*

**Фоновая проба**

Исследование проводилось в положении лежа. Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(300 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 458.

Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 92 уд./мин. - умеренное учащение сердечного ритма.

**Показатели временного анализа****Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	632,0	TP, мс <sup>2</sup>	67,43
R-R max, мс	679,0	VLF, мс <sup>2</sup>	35,71
RRNN, мс	654,2	LF, мс <sup>2</sup>	24,27
SDNN, мс	9,4	HF, мс <sup>2</sup>	7,45
RMSSD, мс	4,6	LF norm, n.u.	76,52
pNN50, %	0,0	HF norm, n.u.	23,48
CV, %	1,4	LF/HF	3,26
		Структура спектральной мощности	
		%VLF	52,96
		%LF	36,00
		%HF	11,05

---

**Медико-физиологическая интерпретация показателей ВРС**

**Оценка ритмограммы и типа регуляции синусового ритма:**

Ритмограмма variability ритма сердца соответствует 5-му классу (по Д.Жемайтите). Данный вариант ритмограммы и структура variability ритма сердца указывают на стабилизацию регуляции сердечного ритма с переходом его регуляции с рефлекторного вегетативного уровня

---

руководства на более низкий - гуморально-метаболический, который и не способен быстро обеспечивать гомеостазис. Функциональные возможности сердца снижены.

#### **Оценка спектрограммы и показателей спектрального анализа:**

Мощность спектра ВРС очень низкая. Вегетативная регуляция сердечного ритма характеризуется преобладанием активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.

#### **Ортостатическая проба**

Продолжительность записи сердечного ритма 5 мин.(340 с).

Зарегистрировано комплексов QRS: 602 (подлежит анализу: 512).

Ритм синусовый. Средняя ЧСС: 107 уд./мин.

#### **Показатели временного анализа      Показатели спектрального анализа**

Параметр	Значение	Параметр	Значение
R-R min, мс	531,0	TP, мс <sup>2</sup>	118,72
R-R max, мс	601,0	VLF, мс <sup>2</sup>	91,99
RRNN, мс	561,9	LF, мс <sup>2</sup>	21,76
SDNN, мс	11,4	HF, мс <sup>2</sup>	4,97
RMSSD, мс	4,4	LF norm, n.u.	81,39
pNN50, %	0,0	HF norm, n.u.	18,61
CV, %	2,0	LF/HF	4,37
K30/15, y.e.	1,07	Структура ритма	
		%VLF	77,49
		%LF	18,33
		%HF	4,19

#### **Заключение по результатам ортостатической пробы:**

Реактивность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы при проведении ортостатической пробы - сниженная.

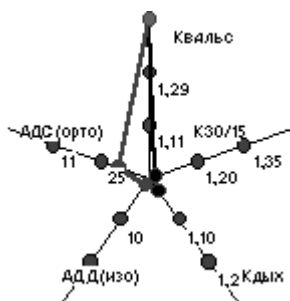
Вегетативное обеспечение деятельности при проведении ортостатической пробы характеризуется сниженной активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы и выраженным преобладанием гуморально-метаболических влияний в модуляции сердечного ритма.

## Кардиоваскулярные пробы

Таблица показателей кардиоваскулярных проб

Параметр	Значение	Норма	Погранич.	Патологич.	Балл
Кдых	1,03	> 1,20	1,10-1,20	< 1,10	2
К30/15	1,07	> 1,35	1,20-1,35	< 1,20	2
Квальс	1,68	> 1,29	1,11-1,29	< 1,11	0
Разница АДс (орто)	30	< 11	11-25	> 25	2
Разница АДд (изо)	0	> 14	10-14	< 10	2

### Диаграмма результатов КВП



### Оценка результатов кардиоваскулярных проб

Степень выраженности отклонений в баллах: 8

Анализ КВТ свидетельствует о несомненном поражении сегментарного отдела автономной нервной системы.

Заключение: Как показатели ВРС, так и результаты КВП свидетельствуют о несомненном поражении автономной нервной системы. При сравнении с показателями, полученными при обследовании предыдущего пациента с алкогольной нейропатией, в данном случае отмечается большая выраженность нарушений и, наряду с парасимпатической недостаточностью, имеет место сниженная активность симпатического отдела автономной нервной системы.



---

## ЛИТЕРАТУРА.

1. Айдаралиев А.А., Максимов А.Л. Адаптация человека к экстремальным условиям. Л.: Наука, 1988.
  2. Андреев А.Н. и др. Значение вариабельности пульсометрии в диагностике ИБС при массовых осмотрах населения. Клиническая медицина 1997;12:26.
  3. Астахов А.А. Физиологические основы биоимпедансного мониторинга гемодинамики в анестезиологии (с помощью системы "КЕНТАВР"): Учебное пособие в 2-х томах. Челябинск, 1996.
  4. Атаханов Ш.Э., Робертсон Д. Ортостатическая гипотония и вегетативная недостаточность (механизмы и классификация). Кардиология 1995;3:41-50.
  5. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М: Наука, 1984.
  6. Беленков Ю.Н. Реабилитация больных с хронической сердечной недостаточностью. Кардиология 1999;4:4-7.
  7. Березный Е.А. Корреляционная ритмография при исследовании и лечении больных с мерцательной аритмией. Кардиология 1981;5:94-96.
  8. Березный Е.А., Липовецкий Б.М. Динамика сердечного ритма и его вариабельность при велоэргометрии у больных ИБС. Кардиология;1997;7:29-32.
  9. Березный Е.А., Рубин А.М. Практическая кардиоритмография. С.-Пб: НПО "Нео", 1997.
  10. Блудов А.А., Воронцов В.А. Информационные возможности анализа трехмерной скаттерграммы для оценки функциональной активности синусового узла. Кардиология 1999;6:54-59.
  11. Борисов В.И., Матусова А.П., Мудрова Л.А., Рейман А.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в оценке состоянии больных инфарктом миокарда: Методические рекомендации. Нижний Новгород, 1997.
  12. Вегетативные расстройства. Клиника, диагностика, лечение. Под ред. А.М. Вейна. М: Медицинское информационное агентство, 1998.
  13. Гаврилушкин А.П., Медведев А.П., Маслюк А.П. и др. Анализ вариабельности ритма сердца у спортсменов: Методические рекомендации. Нижний Новгород, 1998.
  14. Гиляревский С.Р., Орлов В.А., Боева О.А. и др. Влияние антагониста АТ1 - рецепторов Лозартана (Козаара) на ВРС у больных сердечной недостаточностью на фоне клапанных пороков сердца. Клиническая фармакология и терапия 1999;8:55-57.
  15. Гласс Л., Мэки М. От часов к жизни: Ритмы жизни. Пер. с англ. М: Мир, 1991.
-

16. Григорьев Е.В., Слепушкин В.Д. Возможности неинвазивного мониторинга регуляторных процессов у больных с шоком. Вестник интенсивной терапии 1998;3:54-56.
  17. Гуков А.О., Жданов А.М. Неврокардиогенные (вазовагальные) синкопе. РМЖ 1999;6:260-265.
  18. Дабровски А., Дабровски Б., Пиотрович Р. Суточное мониторирование ЭКГ. М: Медпрактика, 1998.
  19. Данилов А.Б. и др. Кардиоваскулярные пробы при некоторых формах патологии. Невропатология и психиатрия 1991;5:22-26.
  20. Дзизинский А.А., Смирнова Ю.Ю., Белялов Ф.И. Оценка активности вегетативной нервной системы при приступе ишемии миокарда с помощью исследования variability ритма. Кардиология 1999;1: 34-37.
  21. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология: Руководство для врачей. Л: Медицина, 1989.
  22. Дмитриук П.В. и др. Влияние пропафенона на динамику ритмографических показателей и качество жизни у больных с экстрасистолической аритмией. Кардиология 1997;3:47-50.
  23. Жемайтите Д., Кепеженас А., Мартинкенас А. и др. Зависимость характеристик сердечного ритма и кровотока от возраста у здоровых и больных заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Физиология человека 1998;6:56-65.
  24. Жемайтите Д., Варонецкас Г., Жилюкас Г. Автономный контроль сердечного ритма у больных ИБС в зависимости от сопутствующей патологии или осложнений. Физиология человека 1999;3:79-90.
  25. Жемайтите Д.И., Янушкевичус З.И. Выводы о результатах анализа синусового ритма и экстрасистолии по ритмограмме: Методические рекомендации. М, 1981.
  26. Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. С.-Пб: Гиппократ, 1995.
  27. Зуйков Ю.А., Явелов И.С., Грацианский Н.А. Нестабильная стенокардия: влияние  $\beta$ -блокаторов атенолола и метопролола на variability ритма сердца. Кардиология 1998;2:9-15.
  28. Зуйков Ю.А. и др. Влияние  $\beta$ -адренергических блокаторов на ВРС зависит от ЧСС до лечения. Кардиология 1998;6:30-36.
  29. Иванов Г.Г., Сметнев А.С., Сыркин А.Л. и др. Основные механизмы, принципы прогноза и профилактики внезапной сердечной смерти. Кардиология 1998;12:64-73.
  30. Канорский С.Г., Скибицкий В.В., Кудряшов Е.А. Новые возможности оценки профилактической эффективности антиаритмических препаратов у больных с пароксизмальной фибрилляцией предсердий. Кардиология 1997;3:42-46.
  31. Канорский С.Г. Предпосылки возможного улучшения прогноза
-

больных с пароксизмальной фибрилляцией предсердий на фоне органической сердечно-сосудистой патологии: результаты двухлетней контролируемой противорецидивной терапии. Вестник аритмологии 1998;9:20-26.

32. Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий. Тез. докл. международного симпозиума. М, 1999.

33. Кудряшова О.Ю., Затейщиков Д.А., Сидоренко Б.А. Возможная роль эстрогенов в профилактике и лечении атеросклероза у женщин после наступления менопаузы. Кардиология 1998;4:51-61.

34. Куприянова О.О., Нидеккер И.Г. Метод компьютерного анализа ритма сердца у детей по данным суточного мониторирования. Физиология человека 1995;2:160-165.

35. Кутерман Э.М., Хаспекова Н.Б. Типологические особенности тонических составляющих ритма сердца. Физиология человека 1995;6:146-152.

36. Кушаковский М.С. Аритмии сердца. Руководство для врачей. Издание 2-е. С.-Пб: Фолиант, 1998.

37. Лютикова Л.Н., Салтыкова М.М., Рябыкина Г.В. Методика анализа суточной вариабельности сердечного ритма. Кардиология 1995;1:45-50.

38. Ляликов В.Б. Синусовый сердечный ритм в оценке тяжести состояния детей с острыми пневмониями. Вопросы охраны материнства и детства 1983;2:32.

39. Малиани А. Физиологическая интерпретация спектральных компонентов вариабельности сердечного ритма. Лекция. Вестник аритмологии 1998;9:47-57.

40. Миронова Т.Ф., Миронов В.А. Клинический анализ волновой структуры синусового ритма сердца. (Введение в ритмокардиографию и атлас ритмокардиограмм). Челябинск, 1998.

41. Мусаева З.А., Хаспекова Н.Б. Вариабельность ритма сердца у больных нейрогенными обмороками в пробе длительного стояния. Материалы международного симпозиума "Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий". Тез. докл. Москва, 1999;175-176.

42. Мясников И.Г. Хронические сосудистые заболевания нервной системы: Автореф. дисс... д.м.н. Иваново, 1998.

43. Недоступ А.В., Платонова А.А., Богданова Э.А. Синоатриальная блокада с периодами Самойлова-Венкебаха: диагностика при помощи автоматизированного анализа структуры сердечного ритма и клиническая оценка. Кардиология 1981;10:38-42.

44. Недоступ А.В., Вейн А.М. Состояние вегетативной нервной системы у больных с пролапсом митрального клапана и дисфункцией СА узла. Клиническая медицина 1996;3:35-39.

45. Нидеккер И.Г. Проблема математического анализа сердечного

ритма. Физиология человека 1993;19;3:80-84.

46. Пархоменко А.Н. "Детерминированный хаос" и риск внезапной смерти. Тер. архив 1996;4:43-44.

47. Попов В.В., Копица Н.И., Опарин А.Л. Вариабельность ритма сердца у больных, перенесших инфаркт миокарда. Клиническая медицина 1998;2:15-19.

48. Ритм сердца у спортсменов. Под общей ред. Р.М. Баевского, Р.Е. Мотылянской. М: ФиС, 1986.

49. Рябыкина Г.В. Анализ вариабельности ритма сердца. Кардиология 1996;10:87-97.

50. Рябыкина Г.В. Влияние различных факторов на вариабельность ритма у больных артериальной гипертонией. Тер. архив 1997;3:55-58.

51. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Вариабельность ритма сердца. Монография. М: Издательство "Стар'Ко", 1998.

52. Савельева И.В. Стратификация больных с желудочковыми аритмиями по группам риска внезапной смерти. Кардиология 1997;8:82-96.

53. Сандриков В.А. Предикторы риска летальности больных в раннем периоде после операции аортокоронарного шунтирования. Кардиология 1997;8:24-28.

54. Ситкин С.И., Голубев А.А. Вариабельность сердечного ритма в оценке адекватности анестезии. Материалы международного симпозиума "Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий". Тез. докл. Москва, 1999;187-188.

55. Сметнев А.С. Вариабельность ритма сердца, желудочковые аритмии и риск внезапной смерти. Кардиология 1995;4:49-56.

56. Соколов С.Ф., Алекперов И.И., Попов А.Ю., Беленков Ю.Н. Антиаритмическая эффективность  $\beta$ -адреноблокаторов у больных с разными вариантами частотной зависимости желудочковой эктопической активности. Кардиология 1999;2:70-74.

57. Семенов Ю.Н., Баевский Р.М. Аппаратно-программный комплекс "Варикард" для анализа вариабельности сердечного ритма и перспективы его развития. Материалы международного симпозиума "Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий". Тез. докл. Москва, 1999;172-174.

58. Судаков К.В., Тараканов О.П., Юматов Е.А. Кросс-корреляционный вегетативный критерий эмоционального стресса. Физиология человека 1995;3:87-95.

59. Судаков К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. Москва, 1998;267

60. Татарченко И.П. Поздние потенциалы желудочков и показатели вариабельности ритма у больных ИБС. Кардиология 1997;10:21-24.

61. Тезисы III Международного славянского Конгресса по электро-стимуляции и электрофизиологии сердца. V Всероссийская конференция

по электростимуляции и электрофизиологии сердца. Вестник аритмологии 1998;8.

62. Теория и практика автоматизации электрокардиологических и клинических исследований. Тезисы II Всесоюзного совещания. Каунас, 1981.

63. Хаспекова Н.Б., Вейн А.М. Анализ variability сердечного ритма в неврологии. Материалы международного симпозиума. "Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий". Тез. докл. Москва, 1999; 131-133.

64. Хаютин В.М., Бекбосынова М.С., и др. Изменения мощности колебаний частоты сокращений сердца, вызываемые пропранололом у больных с нарушением ритма. Кардиология 1997;7:4-14.

65. Хаютин В.М., Бекбосынова М.С. и др. Изменения частоты сокращений сердца и спектра мощности ее колебаний у больных с разными формами нарушений ритма при коротком курсовом приеме хинидина. Кардиология 1998;1:22-31.

66. Хаютин В.М., Майков Е.Б., Мазыгула Е.П. и др. Полная поперечная блокада во время ночного апноэ. Кардиология 1998;12:84-90.

67. Явелов И.С., Грацианский Н.А., Вариабельность ритма сердца при острых коронарных синдромах: значение для оценки прогноза заболевания (часть 1). Кардиология 1997;2:61-70.

68. Явелов И.С., Грацианский Н.А., Вариабельность ритма сердца при острых коронарных синдромах: значение для оценки прогноза заболевания (часть II). Кардиология 1997;3:74-81.

69. Явелов И.С., Травина Е.Е., Грацианский Н.А. Изменения variability ритма сердца, оцененной за короткое время в стандартных условиях у больных, перенесших инфаркт миокарда. Кардиология 1999;5: 4-13.

70. Явелов И.С., Деев А.Д., Травина Е.Е., Грацианский Н.А. Прогностическое значение средней частоты сердечных сокращений и variability ритма сердца, оцененных за короткое время в стандартных условиях в ранние сроки инфаркта миокарда. Кардиология 1999;6:6-15.

71. Современное состояние методов неинвазивной диагностики в медицине. Материалы V международной конференции и школа "АНГИОДОП-98", 1998.

72. Федяев В.А., Суходолова Г.Н. Метод кардиоинтервалографии в детской токсикологии. Педиатрия 1988;7:37-39.

73. Физиология и патофизиология сердца в 2 т. Под ред. Н.Сперелакиса. 2-е изд. М: Медицина, 1990.

74. Янушкевичус З.И., Забела П.В. Ритмографическое исследование частотной зависимости экстрасистолии у больных ХИБС. Кардиология 1981;10:43-46.

75. Akselrod S., Gordon, Ubel F.A. et al. Power spectrum analysis of

heart rate fluctuation. *Science* 1981;213:220-222.

76. Brignole M., Menozzi C. Methods other than tilt testing for diagnosing neurocardigenic syncope. *PACE* 1997;20:806-809.

77. Cripps T.R., Malik M., Forelli T.G. et al. Prognostic value of reduced heart rate variability after myocardial infarction: clinical evaluation of a new analysis method. *Br. Heart J.* 1991;65:14-19.

78. Ewing D.J. Noninvasive evaluation of heart rate: The time domain / / Clinical autonomic disorders / Ed. P. A. Low.-Boston etc.: Little Brown and Co., 1993;297-315.

79. Fei L., Camm A.J., Malik M. Short- and long-term assessment of heart rate variability for postinfarction risk stratification. *Eur Heart J.* 1995;16:444.

80. Kenny R.A. et al. Head up tilt: A useful test for investigating unexplained syncope. *Lancet* 1989;1:1352-1355.

81. Linzer M., Yang E.H., Estes III M. et al. Diagnosing syncope. Part 1. *Ann Intern Med.* 1997;126:989-996.

82. Malliani A., Lombardi P., Pagani M. Power spectrum analysis of heart rate variability: a tool to explore neural regulatory mechanisms. *Br. Heart J.*, 1994;71:1-2.

83. 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. *Circulation.* 1996;93:1043-1065.

---

