

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДИКИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Буй Минь Зиен*, Таратухин Е. О.

ГОУ ВПО РГМУ, кафедра госпитальной терапии № 1, Москва.

Резюме

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) — новый метод неинвазивной оценки функционального состояния организма, позволяющий исследовать функционирование регуляторных механизмов на различных уровнях, адаптацию организма к изменениям внешней и внутренней среды. В настоящем обзоре рассмотрена история развития анализа variability сердечного ритма, его физиологическое обоснование, некоторые аспекты методики анализа и возможные области применения.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, регуляция ритма сердца, вегетативная нервная система

История возникновения методики variability сердечного ритма

В настоящее время существует множество методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, из них большую долю занимают методы с использованием компьютеров. Компьютеризация обеспечивает оптимальный и достаточно точный результат при снижении затрат времени и сокращении вероятности ошибок, вызванных так называемым человеческим фактором. Одним из этих методов является оценка variability сердечного ритма, который можно назвать перспективным направлением в последние десятилетия. С помощью математического анализа ритма сердца можно, в частности, оценить регуляцию сердечной деятельности, в том числе выявить преобладание центральных либо автономных механизмов регуляции, превалирование влияний симпатической либо парасимпатической активности вегетативной нервной системы и многое другое.

В истории становления ВСР как объективного метода изучения адаптивных возможностей организма было пройдено несколько этапов.

Открытие волн Мейера в 1876 г. — колебания артериального давления, с частотой 0,1 Гц, которые связывали, в первую очередь, с работой сосудодвигательного центра — первое открытие, выявившее закономерную цикличность колебаний в работе сердечно-сосудистой системы. В то же время первые апробации математического расчета ВСР на ЭВМ не встретили отклика в медицинских кругах. Этот метод и в дальнейшем представлял бы интерес лишь в экспериментальной науке, однако он был бы бессмысленным для практического применения, если бы не выявленная многочисленными исследованиями его прогностическая значимость. Так, уже в 1965 г., у самых истоков возникновения анализа ВСР как метода диагностики, его клиническая значимость была выявлена Ноп и Lee: дистрессу плода, как они отметили, предшествовали изменения в динамическом ряде кардиоинтервалов и, таким образом, можно было предупреждать данное патологическое состояние [1963]. Это заявление вызвало большой интерес, и были сделаны

повторные попытки изучения этой новой методики. В СССР лидирующую позицию в развитии анализа ВСР занимали специалисты в области космической медицины, и это вполне закономерно — в такой сфере как космонавтика важно не только оценить соматическое здоровье человека в конкретный момент, но и предусмотреть возможные сбои адаптации в условиях длительного космического полета, который сам по себе является сильным стрессом. Основные работы этого времени в СССР связаны с Р.М. Баевским, который в своих многочисленных трудах одним из первых описал статистический анализ ВСР, ввел основные понятия, суммарные вегетативные индексы, объяснил регуляцию ритма сердца и происхождение отдельных показателей ВСР [Баевский Р.М., Парин В.В., 1968]. Под руководством этих ученых уже в 1966 г. — гораздо раньше, чем на Западе, — состоялся первый симпозиум по математическому анализу ритма сердца. Их монография, выпущенная в 1984 г, подвела итоги результатов трудов исследователей, работающих в области анализа ВСР в 70–80 гг. — Жемайтис Д.И., Безруких М.М., Нидеккер И.Г., Габинского Я.Л., Воскресенского А.Д., Воробьева В.И., Вентцель М.Д., Клецкина С.З. и др.

Внедрение в широкое использование персональных компьютеров дало толчок интенсификации изучения ВСР, а в 70-х годах начался бум научно-исследовательской деятельности в этой области. В 1981 г., с установлением прогностической значимости методов спектрального анализа у больных после острого инфаркта миокарда, данная методика стала одной из основных, рекомендуемых в практическом применении. В 1996 г. произошла первая попытка стандартизации технологии ВСР, унифицирования основных понятий, разработка практических рекомендаций рабочей группой Европейского Общества Кардиологов и Северо-Американского общества Стимуляции и Электрофизиологии, на которые ссылаются исследователи и по настоящее время [14]. Это был большой шаг, так как проблема сопоставимости результатов — одна из основных при использовании данного метода. Внедрение ВСР в повседневную пра-

ктику врача связано с использованием аппаратов холтеровского мониторинга ЭКГ с прилагаемым программным обеспечением, позволяющим быстро и точно рассчитать ВСР.

Итак, что следует понимать под ВСР? В узком понимании — это изменчивость RR-интервалов. Однако по мере изучения этой проблемы становится ясно, что ВСР не ограничивается простым математическим анализом ритма сердца. Метод объединяет в себе изучение совокупности всех свойств сердечно-го ритма — от его переменчивости до вызывающих эту переменчивость причин.

Регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы

Функционирование сердечно-легочной системы подчиняется классическим законам теории адаптации Г. Селье, и под воздействием любого стрессорного воздействия адаптация проходит определенные фазы с помощью регуляторных механизмов. Регуляция сердечной деятельности является многоконтурной многоуровневой системой, функции всех звеньев которой в каждый момент направлены на достижение определенной цели оптимальным путем. В ней условно можно выделить центральный и периферический контуры регуляции. Центральный контур регуляции представлен несколькими иерархически упорядоченными уровнями, на каждом из которых происходит постоянное взаимодействие входящих элементов [1]:

1) так называемый уровень А — обеспечивает взаимосвязь организма с внешней средой, изменение параметров внутреннего гомеостаза в ответ на внешние раздражители, смену внешних условий — представлен корой головного мозга;

2) уровень Б обеспечивает взаимодействие различных систем организма для достижения наиболее выгодного синергизма, включает в себя гипоталамо-гипофизарную систему, высшие вегетативные центры, находящиеся в межоточном мозге на уровне третьего желудочка и имеющие представительство в коре головного мозга — моторной, премоторной, орбитальной областях;

3) уровень В — подкорковые нервные центры (сердечно-сосудистый центр и его составная часть — сосудисто-двигательный центр), обеспечивает гомеостаз в пределах функциональной системы.

В нормальных условиях влияния центрального контура регуляции на сердечный ритм не выражены, так как основную функцию контроля сердечной деятельности берёт на себя автономный контур регуляции — ядра блуждающего нерва, парасимпатический отдел периферической вегетативной нервной системы и непосредственная точка приложения регуляции — синусовый узел. Таким образом, в контексте биологической кибернетики функционирование сердечно-сосудистой системы можно представить схе-

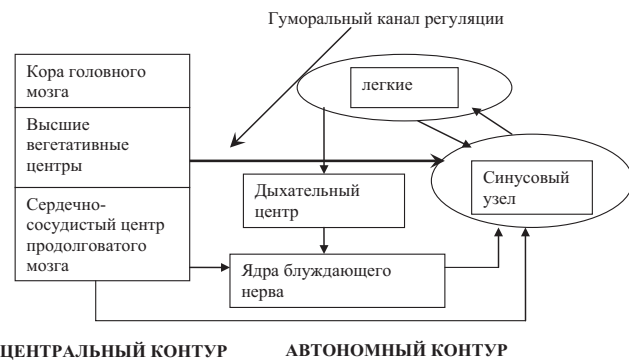


Рис. 1. Кибернетическая двухконтурная модель регуляции сердечного ритма.

мой, предложенной Р.М. Баевским, как показано на рис 1.

Непосредственная иннервация сердца обеспечивается автономной нервной системой. Парасимпатическая нервная система представлена блуждающим нервом, берущим начало от бульбарного центра, симпатические нервы подходят к сердцу из тораколюмбального центра. В норме при базовом уровне функционирования вегетативной нервной системы автоматизм синусового узла обеспечивает должную частоту сердечных сокращений в диапазоне (по данным разных авторов, 60–120 уд/мин) в зависимости от работы той или иной группы пейсмекеров (гетерогенность синусового узла), при возбуждении блуждающего нерва под действием ацетилхолина на М-холинорецепторы синусового узла водитель ритма смещается к группе пейсмекерных клеток с более низкой возбудимостью, что проявляется синусовой брадикардией; возбуждение симпатических нервов, напротив, сопровождается высвобождением катехоламинов, стимулирующих бета-адренорецепторы, активируются клетки с более высокой возбудимостью, и мы наблюдаем синусовую тахикардию. Действие вегетативной нервной системы не заключается только лишь в хронотропном эффекте, каждый её отдел имеет множество других предназначений. При возбуждении симпатической нервной системы (СНС) возможно смещение водителя ритма вплоть до левого предсердия, либо в базальные отделы предсердий, ускорение проведения по атриовентрикулярному узлу, укорочение фазы изгнания при увеличении скорости изгнания крови из желудочка. Блуждающий нерв обеспечивает противоположные эффекты. Сложное взаимодействие СНС и ПСНС не есть простое математическое их сложение. Ранее существовало единое мнение о реципрокности их взаимодействия — при усилении влияний одного отдела ослабевают влияния другого, однако на современном этапе это всего лишь одна из теорий, все большее распространение имеет теория об акцен-

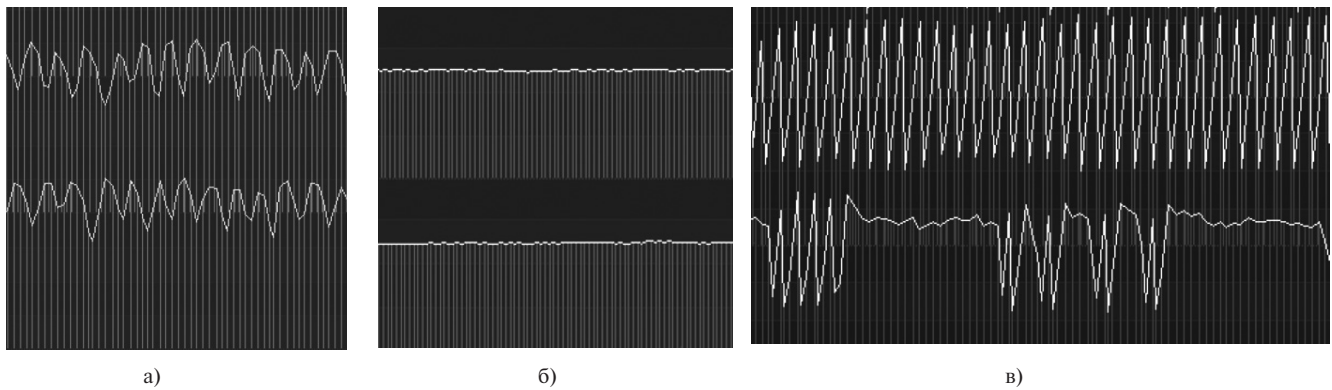


Рис. 2. Примеры ритмограмм из практики.

- а) предельное усиление автономной регуляции, выражающееся в выраженной дыхательной аритмии (высокочастотные волны, см. ниже) у молодого больного с предполагаемой вегетативной дисфункцией синусового узла.
 б) одна из самых неблагоприятных кардиоритмограмм — выраженная ригидность ритма, полное отсутствие волновой активности у больной с тромбоэмболией легочных артерий говорит о срыве адаптации, а следовательно — о плохом прогнозе заболевания.
 в) частая интерполированная желудочковая экстрасистолия у больной с ишемической болезнью сердца.

тированном антагонизме — при повышении тонуса одного отдела реакция миокарда на воздействие другого отдела усиливается [2]. Обратная связь регуляции работы сердечно-сосудистой системы происходит, в основном, посредством афферентных импульсов с баро- и хеморецепторов сердца и сосудов. Чем выше уровень регуляции, тем больше времени затрачивается на механизм обратной связи, а, следовательно, больше и периодика колебаний и, напротив, чем ниже по иерархии уровень регуляции, тем быстрее его сигналы достигают исполнительного органа, а, значит, этому уровню будут соответствовать колебания более высокой частоты [4]. Самая длительная периодика колебаний наблюдается при гуморальной регуляции ритма сердца, включающая в себя не только циркулирующие в крови, но и тканевые гормоны. Самая короткая периодика колебаний ритма сердца соответствует парасимпатической регуляции.

Основные методы анализа ВСР

Для начала работы с ВСР строится ритмограмма. После исключения всех артефактов последовательно откладываются вертикальные линии, высота которых соответствует значению RR. Уже по внешнему виду ритмограммы (по характеру огибающей её кривой) можно предварительно судить о ритме сердца и его регуляции, что отражено на примерах (рис. 2).

При дальнейшем исследовании ВСР все колебания сердечного ритма принято измерять с помощью следующих категорий показателей [14]:

1. **Статистические методы** используются для количественной оценки вариальности;
 - Основные показатели, полученные непосредственным измерением RR-интервалов:
 - SDNN [мс] — стандартное отклонение NN-интервала. Отражает все периодические компоненты

ритма. Увеличение SDNN происходит при усилении автономной регуляции, уменьшение говорит о прева-лировании симпатических влияний.

- SDANN [мс] — стандартное отклонение средних значений NN-интервалов, вычисленных по 5-минутным промежуткам в течение всей записи. Отражает низкочастотные компоненты.

- Показатели, получаемые сравнением RR-интервалов. Все они отражают активность парасимпатического отдела ВНС, его автономного контура.

- RMSSD [мс] — квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между соседними NN-интервалами.

- NN50 — количество пар соседних NN-интервалов, различающихся более чем на 50 мс.

- pNN50 [%] — значение NN50, деленное на общее число NN-интервалов.

2. **Геометрические методы** позволяют образно представить распределение RR-интервалов. Общепринято использовать гистограмму распределения RR-интервалов (в литературе также можно встретить синоним — «вариационная пульсограмма»), по ширине которой откладывают значения RR-интервалов, а по высоте — частоту встречаемости этих кардиоинтервалов.

Мода [мс] — наиболее часто встречающиеся по длительности кардиоинтервалы, на основании значения Моды (M_o) можно определить доминирующую ЧСС. Моде соответствует амплитуда моды ($A_m o$) — число или процентная доля кардиоинтервалов, попадающих под значение M_o . Чем больше $A_m o$, тем больше стабильность ритма и соответственно меньше его вариальность.

Вариационный размах X — разность между максимальным и минимальным значением RR-интервалов, — характеризует максимальную изменчивость

сердечного ритма (за исключением случаев, когда регистрируются нарушения ритма).

Триангулярный индекс ВСР — общее количество NN-интервалов, деленное на высоту гистограммы всех NN-интервалов.

На основании этих показателей Баевский Р.М. [1] также ввел суммарные вегетативные индексы, из которых часто используются:

ИВР — индекс вегетативного равновесия ($\text{ИВР} = \text{АМо} / \text{Х}$). Характеризует соотношение симпатических и парасимпатических влияний на ритм сердца;

ВПр — вегетативный показатель ритма ($\text{ВПр} = 1 / \text{Мо} \times \text{Х}$), характеризует степень влияния парасимпатического звена регуляции;

ИН — индекс напряжения регуляторных систем ($\text{ИН} = \text{АМо} / 2\text{Х} * \text{Мо}$)

ПАПр — показатель адекватности процессов регуляции

($\text{ПАПр} = \text{АМо} / \text{Мо}$);

Пример гистограммы распределения RR-интервалов и её основные показатели представлены на рис. 3.

3. Спектральный анализ ритма сердца основан на волновой изменчивости сердечного ритма. Чаще всего разбиение общей мощности спектра на её составляющие диапазоны волн производится с помощью быстрого преобразования Фурье. Метод хорош тем, что дает большую точность и по сравнению со статистическим анализом позволяет четче разделить регуляторные компоненты различного генеза. Волны с диапазоном 0,4–0,15 Гц (2,5–6,5 с) являются высокочастотными (HF — High Frequency), чаще всего отождествляются с дыхательной аритмией как проявление функционирования парасимпатической системы. Далее следуют низкочастотные волны с диапазоном 0,15–0,04 Гц (6,5–25 с), в российской литературе они также называются медленными волнами 1 порядка (LF — Low Frequency); вклад в них вносит функционирование не только парасимпатической, но и, в большей степени, — симпатической нервной системы, а также, по мнению ряда авторов, сопряжен с работой вазомоторного центра. Волны с очень низкой частотой 0,04–0,015 Гц (25–66 с) (VLF — Very Low Frequency) отражают функционирование нейрогуморального звена регуляции, надсегментарных (центральных) отделов симпатической нервной системы. При длительных записях можно также выделить ультранизкочастотные волны с частотой 0,015–0,003 Гц (периодичность 66 с — 333 с), физиологическое значение их на данном этапе не ясно, предполагается влияние центра терморегуляции, ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, уровня катехоламинов в крови.

Для каждого из компонентов можно рассчитать не только абсолютную мощность, но и относительную (в процентах от суммарной мощности всех волн

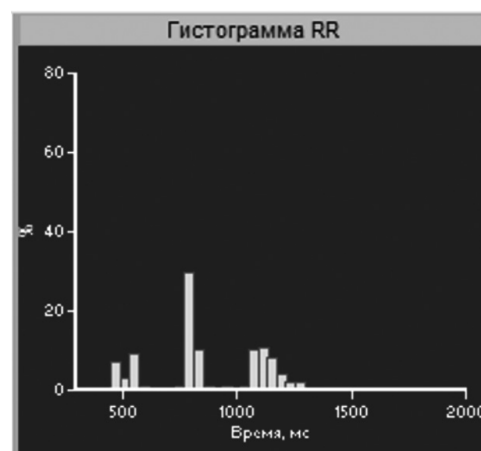


Рис. 3. Пример гистограммы распределения RR-интервалов у больной с частой желудочковой экстрасистолой. $\text{Мо} = 750$ мс, $\text{АМо} = 30\%$, первый столбик — интервалы сцепления, последний — компенсаторные паузы, посередине — основной массив нормальных кардиоинтервалов.

TP — Total Power). Также широко используются их производные: индекс централизации (Index of Centralization $\text{IC} = (\text{HF} + \text{LF}) / \text{VLF}$) и вагосимпатический индекс LF / HF . Пример спектрального анализа изображен на рис. 4.

4. Корреляционная ритмограмма, в отличие от кардиоритмограммы, позволяет наиболее компактно представить весь ряд кардиоинтервалов независимо от того, сколько длилось исследование — несколько минут или много часов. В прямоугольной системе координат каждая точка проецируется по горизонтали на длительность текущего кардиоинтервала RR_n , по вертикали — на длительность предыдущего интервала RR_{n-1} . Таким образом, на биссектрисе корреляционной ритмограммы будут лишь те кардиоинтервалы, длительность которых будет примерно равна длительности предыдущего интервала. Нормальная корреляционная ритмограмма (синоним — скаттерограмма) выглядит как эллипсовидное «облако», несколько растянутое по длине на биссектрисе, самые нижние точки которого соответствуют кардиоинтервалам с наибольшей мгновенной ЧСС, самые высокие — с наименьшей мгновенной ЧСС. Те точки, которые отстоят от основного «облака», и являются теми, требующими дифференциальной диагностики, отклонениями. Каждый вид отклонений имеет свои характерные особенности, поэтому в типичных случаях уже только по анализу скаттерограммы можно предварительно дать заключение (рис. 5).

В контексте практического применения удобно ввести рабочую классификацию рассмотренных выше показателей и условно разделить их на 4 группы:

1) показатели общей variability сердечного ритма — SDNN, триангулярный индекс, общая мощность спектра. Физиологический смысл их заключается в суммарном влиянии всех регуляторных уровней;

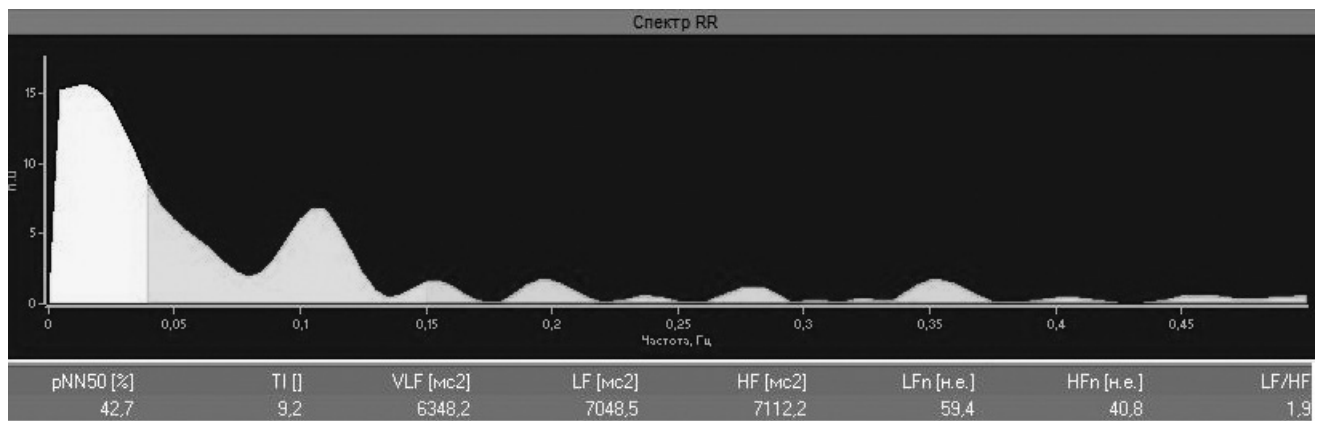


Рис. 4. Спектральный анализ. У больного преобладают высокочастотные волны HF, что связано с усилением влияний парасимпатического отдела ВНС.

2) показатели, отражающие влияние парасимпатической нервной системы: изменения сердечного ритма с малой продолжительностью цикла – NN 50, pNN50%, RMSSD, HF; а также ВПР;

3) показатели, отражающие влияние симпатической нервной системы: изменения сердечного ритма с большей продолжительностью цикла – SDANN, LF, возможно VLF; а также соотношение LF/HF, ИБР;

4) показатели гуморальной регуляции – возможно VLF и ULF, которые являются малоизученными.

Это деление очень условное, так как некоторые показатели трактуются неоднозначно и относительно друг друга. Так, показатели LF и HF следует оценивать только совместно, так как парасимпатические влияния также вносят свой вклад в LF, а VLF трактуется как показатель не только надсегментарного уровня симпатической нервной системы, но и нейрогуморальной системы регуляции.

Развитие метода на современном этапе, возможные области применения ВСР

На сегодняшний день уже накоплено достаточно много информации о том, что может означать то или иное отклонение ВСР при некоторых патологических процессах. Уже не остается сомнений в том, что снижение общей вариабельности ритма резко ухудшает прогноз у больных, перенесших острый инфаркт миокарда, в том числе за счет повышения у данной категории больных риска внезапной смерти. По прогностической ценности у этой категории больных ВСР сравнима с оценкой фракции выброса левого желудочка, оставаясь, в то же время, независимым фактором прогноза. Резко сниженная ВСР наблюдается у лиц, перенесших фибрилляцию желудочков. Вегетативная нейропатия у больных сахарным диабетом также приводит к снижению ВСР и изменению соотношения её компонентов. Изучены изменения ВСР у больных артериальной гипертензией, хронической сердечной недостаточностью, дилатационной

кардиомиопатией, у больных с нарушениями ритма, пролапсом митрального клапана, перенесших трансплантацию сердца.

На современном этапе дополнительно производятся попытки применить относительно ВСР новые методики, включая математическую теорию хаоса, биоадаптивного управления, нелинейных методов и т.д. [9]. Эти методы являются весьма перспективными, однако их применение пока не выходит за пределы экспериментальной науки. Метод неинвазивной оценки функционального состояния организма был апробирован не только в кардиологии, но и практически во всех областях медицины: в акушерстве – при артериальной гипертензии у беременных [10], в гинекологии – при синдроме поликистоза яичников [12], в онкологии – для выявления грубых метаболических дефектов, в ревматологии – у детей с острой ревматической лихорадкой [11], в эндокринологии – у больных ожирением, сахарным диабетом [8], тиреотоксикозом, в гастроэнтерологии – у больных язвенной болезнью желудка – всего не перечислить. При этом всё же наибольший интерес анализ ВСР представляет в области кардиологии [7,13,15]. Сохраняется ценность анализа ВСР в сфере космической и спортивной медицины в целях диагностики функционального состояния [3,5]. Изменения в показателях ВСР ни в коем случае не являются специфическими и не могут говорить конкретно о какой-либо патологии, но в то же время это высокочувствительный метод в плане оценки степени функциональных нарушений, прогноза течения заболевания, с помощью которого можно, к тому же, оценивать эффективность терапии.

В целом в последнее время имеется тенденция к повышению интереса ко всем биоритмологическим процессам – не только к изменчивости ритма сердца, артериального давления, но и флюктуации нейродинамических процессов, суточному ритму

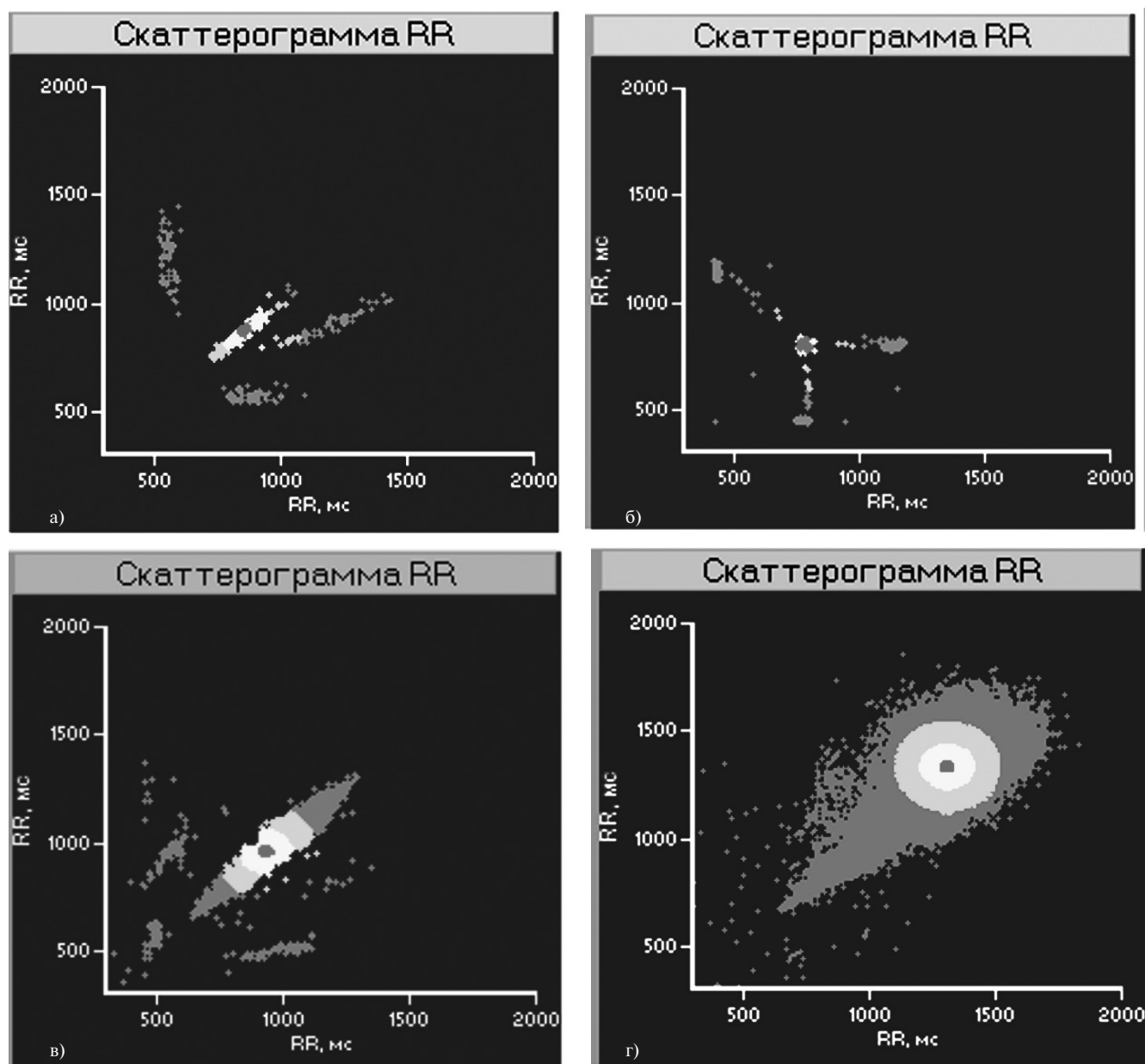


Рис. 5. Примеры скаттерограмм из клинической практики.

- а) 5-минутный отрезок. Частая экстрасистолия, видны 4 группы точек, соответствующие интервалам сцепления, компенсаторным паузам, постэкстрасистолическим интервалам и массиву нормальных кардиоинтервалов.
- б) 5-минутный отрезок. Парасистолия — бросается в глаза вариabельность предэктопических интервалов до 185 мс, что на обычной ЭКГ было бы затруднительно отследить настолько четко.
- в) Многочасовая запись. Интерполированная экстрасистолия.
- г) Суточная запись у больного с дисфункцией синусового узла. Широкий разброс кардиоинтервалов вокруг центра «облака» означает наличие выраженной дыхательной аритмии и возможной миграции водителя ритма.

гормонального фона и т.д. По мнению Р.М. Баевского, «... изучение ВСР следует рассматривать как стимул к дальнейшему развитию исследований вариabельности физиологических, биохимических и других показателей с целью углубления представления о жизни как о движении материи во времени и пространстве» [6]. Целостная картина регуляции динамических процессов организма

и особенности таковых при адаптации позволила бы приблизиться к пониманию общей патофизиологии.

Заключение

Исследования в различных областях медицины позволяют сделать вывод об универсальности описываемого метода, он может быть использован для оценки адаптивных процессов практически при

любых заболеваниях, так как циклическая деятельность сердца является своеобразным индикатором суммарного взаимодействия всех регуляторных систем организма. Кроме того, это технически доступное и, что немаловажно, неинвазивное исследование состояния здоровья, у которого нет противопоказаний, что позволяет использовать его при необходимости практически у любых пациентов.

Несмотря на большую доказательную базу о клинической значимости ВСР, в практику анализ ВСР внедрен лишь в некоторых клинических целях:

1) оценка степени автономной нейропатии у больных сахарным диабетом;

2) прогнозирование риска фатального исхода при остром инфаркте миокарда; хронической сер-

дечной недостаточности, желудочковых нарушений ритма дилатационной кардиомиопатии;

3) подбор и контроль эффективности медикаментозной терапии (преимущественно это касается кардиологии);

4) своеобразная модификация анализа ВСР используется для контроля внутриутробного состояния плода при кардиотокографии;

5) оценка интраоперационного риска у хирургических больных.

Этот (сравнительно новый) метод обследования таит в себе поистине неисчерпаемые возможности, однако потребуются ещё немало времени и усилий, чтобы внедрить его в повсеместную практику.

Литература

1. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. и соавт. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации)//Вестник аритмологии 2001;24:65–87.
2. Берёзный Е. А., Рубин А. М., Утехина Г. А. Практическая кардиоритмография, 3-е издание. СПб., 2005; 140 с.
3. Баевский Р. М. Введение в донозологическую диагностику/Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. — М.: Слово, 2008; 216 с.
4. Яблучанский Н. И., Мартыненко А. В. Variability сердечного ритма в помощь практическому врачу. Харьков, 2010; 131 с.
5. Баевский Р. М. Проблема оценки и прогнозирования функционального организма и ее развитие в космической медицине//Успехи физиологических наук 2006;37:42–57.
6. Баевский Р. М. Анализ variability сердечного ритма: история и философия, теория и практика//Клиническая информатика и телемедицина 2004;1:54–64.
7. Джамалдинова Р. К. Особенности variability сердечного ритма при желудочковых экстрасистолиях//Российский кардиологический журнал 2008;1:22–26.
8. Sucharita S, Bantwal G, Idiculla J et al. Autonomic nervous system function in type 2 diabetes using conventional clinical autonomic tests, heart rate and blood pressure variability measures//Endocrinol Metab 2011;15 (3):198–203.
9. Skinner JE, Weiss DN, Anchin JM et al. Nonlinear PD2i heart rate complexity algorithm detects autonomic neuropathy in patients with type 1 diabetes mellitus//Clin Neurophysiol 2011;122 (7):1457–62.
10. Pal GK, Shyma P, Habeebullah S et al. Vagal withdrawal and sympathetic overactivity contribute to the genesis of early-onset pregnancy-induced hypertension//Int J Hypertens 2011;36:14–17.
11. Karacan M, Ceviz N, Olgun H. Heart rate variability in children with acute rheumatic fever//Cardiol Young. 2011;21:1–8.
12. Sá de, JC, Costa EC, da Silva E et al. Analysis of heart rate variability in polycystic ovary syndrome//Gynecol Endocrinol 2011;27 (6):443–7.
13. Perkiömäki JS, Hämeikoski S, Junttila MJ, et al. Predictors of long-term risk for heart failure hospitalization after acute myocardial infarction//J Ann Noninvasive Electrocardiol 2010;15 (3):250–8.
14. Heart rate variability: standards of measurements, physiological interpretation and clinical use//Circulation. 1996;93:1043–1065.
15. J. Kors, C. Swenne, K. Greiser. Cardiovascular disease, risk factors, and heart rate variability in the general population//J Electrocardiol., 2007;40:19–21.

Abstract

Heart rate variability (HRV) is a new method of non-invasive assessment of functional status, various levels of regulatory systems, and adaptation to internal and external factors. This review describes the development of HRV analysis, its physiological basis, some methodological aspects, and clinical potential.

Key words: Heart rate variability, cardiac rhythm regulation, autonomic nervous system.

Поступила 19/07 – 2011