

## МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЭКСТРАСИСТОЛИЧЕСКИХ СОКРАЩЕНИЙ ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ (ФИЛЬТРАЦИИ) КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАММ В СИСТЕМАХ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА**

Рыбак О.К., Фурман Н.В., Мухортов В.В., Бурлака А.П., Шматова С.С., Лазарева Е.В., Иванникова Н.П.  
Саратовский НИИ кардиологии МЗ РФ

**Резюме**

Обследовано 560 человек (217 клинически здоровых добровольцев, 121 больной острым инфарктом миокарда и 222 пациента с хроническими формами ИБС). Фоновым ритмом был синусовый ритм (73,7%) и синусовая аритмия (26,3%). Лица с мерцательной аритмией, желудочковой и наджелудочковой тахикардией, синоатриальной и А-V блокадой в исследование не включались.

В основу дифференциальной диагностики синусовых и “аритмичных” интервалов RR, положен поиск “порогового” значения, позволяющего провести деление “синусовых” и “несинусовых” интервалов RR. Используемый подход может быть привлечен и к идентификации “укороченных” интервалов между синусовыми сокращениями и “шумовым артефактом”, что позволяет провести кластеризацию синусовых и патологически “укороченных” интервалов RR.

При автоматической оценке вариабельности ритма сердца по кардиоинтервалограммам, имеющим экстрасистолы и “артефакты”, возможно проведение эффективной фильтрации сигнала. Кластеризация синусовых и “несинусовых” интервалов RR возможна путем оценки информации, заложенной в смежных интервалах RR. Вторичное преобразование типа  $RR_i/RR_{i+1}$  при пороговом значении, равном или большем 1,18, обеспечивает оптимальное соотношение чувствительности (94,8%) и специфичности (94,9%) при показателе полезности, равном 0,89, в распознавании патологически укороченных интервалов  $RR_{(K)}$  на фоне синусового ритма и синусовой аритмии.

**Ключевые слова:** вариабельность ритма сердца, кардиоинтервалограммы, автоматическая диагностика экстрасистол, фильтрация сигнала.

Анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) требует соблюдения ряда условий [15]:

- фоновый регистрируемый ритм должен быть синусовым, возможна синусовая аритмия;
- исходные данные должны быть представлены в виде кардиоинтервалограммы с возможностью ее редактирования (удаление артефактов и экстрасистол);
- необходимо предусмотреть автоматическое распознавание аритмий (экстрасистол) и их интерполяцию без нарушения стационарности динамического ряда интервалов RR.

В настоящее время коммерческие приборы, предназначенные для анализа ВРС, предварительную обработку ЭКГ-сигнала (идентификация каждого из текущих кардиоциклов, включая и эктопические) проводят в режиме “закрытой программы” и представляют пользователю уже сформированный ряд интервалов  $RR_{i,n}$  и рассчитанные показатели ВРС. Естественно, что дальнейшая идентификация интервалов RR между синусовыми сокращениями ( $RR_N$ ), диагностика предэкстрасистолических интервалов ( $RR_K$ ), полных компенсаторных пауз ( $RR_{ПК}$ ) или выпадений желудочковых комплексов ( $RR_d$ ) и интервалов между

синусовым сокращением и артефактом, имитирующих интервалы RR синусового происхождения, которые также следует отнести к группе “коротких” ( $RR_K$ ), становится возможной только путем оценки распределения длительностей текущих интервалов RR.

Решением этой задачи занимаются на протяжении 40 лет. В 1960-е годы были разработаны первые мониторные методы автоматического выявления аритмий [12], когда в качестве информативных признаков было предложено использовать длительности соседних  $RR_i$  и  $RR_{i+1}$  интервалов, преобразованные во вторичные признаки – их разницу ( $RR_i - RR_{i+1}$ ) или частное от деления ( $RR_i/RR_{i+1}$ ) – метод, который получил название “скаттерографии” и нашел широкое распространение как за рубежом, так и у нас в стране [14].

Из клинической электрокардиографии известно, что для “нормального” синусового ритма характерно непостоянство величины длительностей текущих интервалов  $RR_{i,n}$ . Последнее является проявлением синусовой аритмии и расценивается как естественное физиологическое явление. Фактически для синусово-

го ритма справедливо выражение:  $RR_i \neq RR_{i+1} \neq RR_{i+2} \dots$

С другой стороны, экстрасистола — это преждевременное сокращение, что и характеризуется “укороченным” предэкстрасистолическим интервалом ( $RR_K$ ). Степень преждевременности появления экстрасистолического сокращения может быть различной.

На практике мы всегда имеем две причины “укорочения” интервала  $RR_i$ , первая из которых является отражением синусовой аритмии, а вторая — патологическое “укорочение” интервала  $RR$  ( $RR_K$ ) в результате появления экстрасистолического сокращения.

Таким образом, в общем виде решающее правило для диагностики экстрасистол может быть представлено в виде неравенства:

$$RR_i - RR_{i+1} > C,$$

где  $C$  — пороговая величина, которая должна служить критерием дифференциального деления “физиологического” и “патологического” укорочения  $i$ -интервала  $RR$ .

Такое, или подобные ему выражения, применялись и ранее для автоматического распознавания экстрасистолических сокращений. Из-за высокой надежности автоматического выделения зубца “R”, даже на фоне имеющихся помех, этот подход применяется и сегодня [9].

По данным некоторых авторов [13] оценка только длительностей интервалов  $RR_i$ ,  $RR_{i+1}$  позволяет выявить желудочковые и наджелудочковые экстрасистолы в 92–96% случаях. Г.И. Сидоренко с соавт. (1980) [8], используя алгоритм, обеспечивающий функциональную взаимосвязь величины допустимой разницы между  $RR_i$  и  $RR_{i+1}$  с текущей частотой сердечных сокращений, нашли, что диагностика экстрасистолических сокращений возможна более чем в 99% случаев.

В другой работе этих же авторов показана зависимость частоты выявления экстрасистол от их формы: точность выявления одиночных экстрасистол составляет 98%, ранних экстрасистол — 95%, групповых — 80% [7].

Однако, надо заметить, что при оценке только длительностей интервалов  $RR$  нельзя распознать поздние экстрасистолы и выскальзывающие сокращения. Это закономерно, так как эти эктопические сокращения не сопровождаются значительными изменениями длительности последовательных интервалов  $RR_i$  и  $RR_{i+1}$  [11].

Нельзя дифференцировать желудочковые и наджелудочковые экстрасистолы, используя наличие или отсутствие полной компенсаторной паузы, хотя некоторые авторы допускают такую возможность [3]. Для распознавания групповых экстрасистол требуется введение дополнительных логических операций,

чтобы избежать ошибочной оценки при сравнении между собой двух  $RR_i$  и  $RR_{i+1}$ , являющихся предэкстрасистолическими интервалами.

Особое место занимает вопрос ложного отнесения синусовых интервалов  $RR$  к классу предэкстрасистолических — “гипердиагностика”, которая, как считают некоторые авторы [4], в зависимости от величины выбранного порогового значения допустимой разницы между соседними интервалами  $RR_i$  и  $RR_{i+1}$ , может достигать 37,6%.

Известно, что в одной и той же записи ЭКГ длительность предэкстрасистолических интервалов  $RR(K)$  может быть различной. Естественно, что при фиксированной величине порогового значения разницы между соседними  $RR_i$  и  $RR_{i+1}$ , для деления на “физиологическую” и “патологическую” преждевременность наступления сокращения, некоторые экстрасистолы (R/T, ранние) могут быть распознаны, а другие (поздние) — нет. Это подтверждает то, что надежность диагностики факта экстрасистолической аритмии выше, чем надежность обнаружения каждой экстрасистолы. Это, вероятно, значимо при проведении скрининговых исследований, но является недостатком процедуры фильтрации КИГ для оценки ВРС.

Естественно, что степень непостоянства величины синусовых интервалов  $RR$  влияет как на процент правильно распознанных экстрасистол, так и на “ложное отнесение” синусовых интервалов к классу “аритмичных”.

Прямыми факторами, влияющими на нестабильность временных характеристик синусовых интервалов  $RR$ , является сама форма синусового ритма [5], которая подразделяется на “ригидную”, нормальную и синусовую аритмию. Величина разницы между соседними синусовыми сокращениями тесно коррелирует с числом сердечных сокращений: чем чаще ритм — тем меньше предел физиологической разницы интервалов  $RR_i$  и  $RR_{i+1}$  и наоборот, с возрастом обследованных и функциональным состоянием системы кровообращения.

В доступной нам литературе мы не нашли исследований, посвященных комплексному изучению влияния этих факторов на методику выбора величины порогового значения разницы между соседними интервалами  $RR_i$  и  $RR_{i+1}$  для дифференциального деления их на “синусовые” и “аритмичные”.

Кроме того, судить об эффективности использования того или иного “диагностического критерия” возможно только при условии проведения эксперимента на одной и той же выборке больных.

Целью нашей работы было изучение эффективности дифференциального деления интервалов  $RR_{i,n}$  на классы “синусовых” и “аритмичных” с использованием в качестве обучающей выборки одного и того же массива интервалокардиограмм.

**Материал и методы**

В основу работы положены результаты обследования 560 человек, в состав которых вошли 217 клинически здоровых добровольцев (ЗД), 121 больной острым инфарктом миокарда (ОИМ) и 222 пациента со стабильной стенокардией напряжения II-III ФК и постинфарктным кардиосклерозом (ХИБС).

В группу ЗД вошли 128 мужчин и 89 женщин, средний возраст —  $32,4 \pm 2,3$  года. В группу больных ОИМ вошли 86 мужчин (средний возраст —  $59,8 \pm 3,3$  года) и 35 женщин (средний возраст —  $62,4 \pm 2,9$  лет).

Среди 222 больных ХИБС мужчин было 156, женщин — 66 человек, средний возраст —  $58,9 \pm 4,5$  лет.

Фоновым ритмом во всех случаях был синусовый ритм (73,7%) и синусовая аритмия (26,3%). Лица с мерцательной аритмией (постоянной и пароксизмальной), желудочковой и наджелудочковой тахикардией, А-V блокадой высоких градаций, синоатриальной блокадой в исследование не включались.

В группе ЗД количество зарегистрированных интервалов RR составило 21700. Экстрасистолических сокращений не было. В группе больных ОИМ число интервалов RR составило 37435, из которых 796 были отнесены к классу экстрасистол (2,1%).

Среди больных ХИБС число интервалов RR составило 32412, из которых к классу экстрасистолических были отнесены 1694 сокращения (5,2%).

За единичные экстрасистолы мы принимали те случаи, когда на 100 RR имелась одна экстрасистола; за множественные экстрасистолы — случаи, когда на 100 RR было 2 и более экстрасистолы; за групповую экстрасистолию — принимались 2 и более экстрасистолы, следующие одна за другой. Кардиоинтервалограммы (КИГ), в которых регистрировались более трех следующих одна за другой экстрасистол, из анализа исключались (табл. 1).

Это было связано с тем, что наличие “куплетов” экстрасистол, коротких пароксизмов тахикардии может менять характер работы всей сердечно-сосудистой системы и, как следствие этого, искажать показатели ВРС.

Для регистрации КИГ был использован цифровой электрокардиограф VDC-804, предназначенный для регистрации ЭКГ и КИГ и их долговременного хранения. Точность измерения интервалов RR — 4 мсек.

Для контроля предусмотрена возможность “просмотра” как ЭКГ, так и КИГ. Проводится визуальная диагностика экстрасистолических сокращений, полных компенсаторных пауз, выпадений желудочковых комплексов и “артефактов”, принятых за кардиоцикл и вошедших в массив КИГ. Все “аритмичные” интервалы маркируются.

Регистрация КИГ проводилась с 9 до 12 часов дня, в положении лежа, после не менее чем пятиминутного пребывания в покое.

**Таблица 1****Характер экстрасистолической аритмии отдельно по группам обследованных**

| Характер экстрасистолии | Группа обследованных |              |
|-------------------------|----------------------|--------------|
|                         | ОИМ                  | ХИБС         |
| желудочковая:           | 627 (78,7%)          | 1132 (66,8%) |
| единичная               | 168 (26,8%)          | 534 (47,2%)  |
| множественная           | 338 (53,9%)          | 496 (43,8%)  |
| групповая               | 121 (19,3%)          | 102 (9,0%)   |
| наджелудочковая:        | 169 (21,3%)          | 562 (33,2%)  |
| единичная               | 31 (18,3%)           | 230 (40,9%)  |
| множественная           | 102 (60,4%)          | 204 (36,3%)  |
| групповая               | 36 (21,3%)           | 128 (22,8%)  |

**Таблица 2****Величина ранговой корреляции между изучаемыми признаками**

| Интервалы и их отношения | $\overline{RR}$ | BP   | $H_{RR}$ | возраст |
|--------------------------|-----------------|------|----------|---------|
| $RR_i/RR_{i+1}$          | 0,33            | 0,76 | 0,74     | -0,48   |
| $ RR_i - RR_{i+1} $      | 0,55            | 0,83 | 0,80     | -0,47   |
| $RR - RR_i$              | 0,64            | 0,90 | 0,81     | -0,49   |

**Результаты и обсуждение**

В основу дифференциальной диагностики синусовых и “аритмичных” интервалов RR, с использованием в качестве информативного признака длительности самих интервалов, положен поиск “порогового” значения (“С”), позволяющего оптимально провести деление “синусовых” и “несинусовых” интервалов RR с минимизацией ошибок I-го и II-го рода.

Для этого мы выбрали три вида вторичного преобразования смежных интервалов  $RR_i$  и  $RR_{i+1}$ :  $RR_i/RR_{i+1}$  (для удобства бралось отношение большего к меньшему),  $|RR_i - RR_{i+1}|$  и  $RR - RR_i$ ,  $\overline{RR}$  — среднее значение интервалов RR, по всей записи КИГ и определяли степень их ранговой корреляции (по Спирмену) с такими величинами, как  $\overline{RR}$ , BP — вариационный размах ( $RR_{\max} - RR_{\min}$ ),  $H_{RR}$  (энтропия) — как интегративный показатель функционального состояния системы кровообращения, и возраст. В литературе имеются указания на то, что степень физиологического непостоянства интервалов RR зависит от частоты сердечных сокращений (RR) [4], степени синусовой аритмии (СА), выраженной через величину BP (вариационного размаха) [5], функционального состояния сердечно-сосудистой системы, о чем косвенно можно судить по величине энтропии ( $H_{RR}$ ) [1] и возраста [6].

Для вычисления коэффициентов ранговой корреляции нами была использована исходная выборка КИГ. Среди КИГ с наличием экстрасистолической аритмии “выбирались” те отрезки КИГ, которые не содержали экстрасистолических сокращений; необходимым условием была фиксированная длина ана-

Таблица 3

**Частота появления (в %) различных величин отношения  $RR_i/RR_{i+1}$   
в зависимости от значения вариационного размаха**

| $RR_i/RR_{i+1}$ BP (сек.) | $\leq 1,09$ | 1,0-1,14 | 1,15-1,17 | 1,18-1,19 | 1,2-1,24 | $\geq 1,25$ |
|---------------------------|-------------|----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| $\leq 0,1$                | 95,5        | 0,5      | -         | -         | -        | -           |
| 0,11-0,20                 | 98,4        | 0,9      | 0,5       | 0,1       | -        | -           |
| 0,21-0,30                 | 93,3        | 3,9      | 1,2       | 1,1       | 0,5      | -           |
| 0,31-0,39                 | 87,7        | 4,2      | 3,5       | 1,4       | 1,2      | 2,0         |
| $\geq 0,40$               | 76,8        | 5,4      | 8,1       | 3,2       | 2,7      | 3,8         |

Таблица 4

**Частота появления (в %) различных величин отношения синусового интервала  
( $RR_i$ ) к предэкстрасистолическому ( $RR_{i+1}$ )**

| $RR_i/RR_{i+1}$ | $\leq 1,09$ | 1,0-1,14 | 1,15-1,17 | 1,18-1,19 | 1,2-1,24 | $\geq 1,25$ |
|-----------------|-------------|----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| N               | 59          | 91       | 132       | 298       | 1886     | 2831        |
| %               | 1,11        | 1,71     | 2,48      | 5,61      | 35,5     | 53,3        |

лизируемого участка КИГ, равная 100 RR, что позволяло провести сравнимое определение величины BP. Ряд КИГ не отвечали этим условиям, поэтому 67 КИГ были исключены из анализа.

Из представленных данных (табл. 2) видно, что все три из предложенных вторичных преобразований последовательности интервалов RR, имеют достоверную связь с вариационным размахом (BP) и энтропией ( $H_{RR}$ ) ( $p < 0,01$ ). Иными словами, степень непостоянства “синусовых” интервалов во многом определяется характером синусового ритма (“ригидный”, нормальный, синусовая аритмия) и функциональным состоянием системы кровообращения. С величиной среднего значения интервалов RR ( $\overline{RR}$ ) и возрастом такой тесной связи нет.

На примере отношения  $RR_i/RR_{i+1}$ , в связи с тем, что оно имеет меньшую корреляционную связь с BP и  $H$  (RR), мы исследовали характер частотного распределения величины этого отношения по диапазонам с различными значениями величины BP.

Полученные результаты (табл. 3) подтверждают факт, что чем больше величина вариационного размаха (BP), а, следовательно, и степень выраженности синусовой аритмии, тем чаще встречаются значения  $RR_i/RR_{i+1}$  больших величин.

Так, например, для КИГ с величиной  $BP \leq 0,1$  с, 95,5% отношений синусовых интервалов ( $RR_i/RR_{i+1}$ ), имели значение меньшее или равное 1,09, а при  $BP \geq 0,40$  с. – только 76,8%.

Сопоставив данные табл. 3 и табл. 4, можно определить диагностическую ценность конкретной величины отношения  $RR_{i+1}/RR_i$  (“С”), как порогового значения для дифференциального деления синусовых и предэкстрасистолических интервалов RR.

Если за пороговую величину “С” для дифференциального деления физиологического и патологического укорочения длительности  $i$ -го интервала RR принять значение  $\geq 1,25$ , то 46,7% истинно предэк-

страсистолических (табл.4) будут ложно отнесены к классу синусовых (гиподиагностика), но 5,8% (согласно данным табл.3) синусовых интервалов RR будут отнесены к предэкстрасистолическим (гипердиагностика).

В свое время Б.М. Цукерман с соавт. показали, что 83% всех синусовых интервалов при пороговом отношении  $RR_{i+1}/RR_i \geq 1,1$  принадлежат к классу синусовых [10].

Согласно нашим данным, этот процент будет больше и составит 98,89% (табл. 4). Но даже в случае нерезко-выраженной синусовой аритмии, когда вариационный размах составляет 0,21-0,30 с (табл.3), число ложного отнесения синусовых интервалов RR к классу экстрасистолических составляет 6,7%.

Эффективность использования того или иного диагностического решающего правила может быть выражена через “чувствительность”, “специфичность” и “показатель полезности” [2]. Нами были вычислены эти показатели для “случайного потока” обследованных, то есть, когда отсутствовала априорная информация о характере синусового ритма, для различных величин “С”.

Как видно из табл. 5, оптимальным пороговым значением величины отношения  $RR_i/RR_{i+1}$  может быть величина 1,18, когда обеспечиваются сравнительно высокие показатели чувствительности (94,8%) и специфичности (94,9%).

Таблица 5

**Чувствительность, специфичность и показатель полезности (ПП) диагностического признака  $RR_i/RR_{i+1}$  в распознавании предэкстрасистолических интервалов RR(к) при различной величине “С”**

| “С”                  | $\geq 1,1$ | $\geq 1,15$ | $\geq 1,18$ | $\geq 1,20$ |
|----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| чувствительность (%) | 98,89      | 97,18       | 94,8        | 88,8        |
| специфичность (%)    | 89,16      | 92,32       | 94,98       | 89,8        |
| ПП                   | 0,88       | 0,89        | 0,89        | 0,78        |

Таблица 6

Частота появления (в %) различных величин  $RR_i/RR_{i+1}$  по группам кардиоинтервалограмм в зависимости от характера синусового ритма

| Характер синусового ритма | КИГ (n) | BP(сек)     | $RR_i/RR_{i+1}$ |          |           |           |          |             |
|---------------------------|---------|-------------|-----------------|----------|-----------|-----------|----------|-------------|
|                           |         |             | $\leq 1,09$     | 1,1-1,14 | 1,15-1,17 | 1,18-1,19 | 1,2-1,24 | $\geq 1,25$ |
| ригидный                  | 120     | 0,05        | 96,7            | 3,3      | -         | -         | -        | -           |
| нормальный                | 220     | 0,06        | 87,1            | 6,2      | 4,8       | 1,4       | 0,5      | 1,4         |
| синусовая аритмия         | 110     | $\geq 0,21$ | 61,8            | 10,9     | 11,8      | 7,3       | 3,6      | 4,6         |

**Примечание:**  $RR^S$  – интервал синусового происхождения.

Дополнительно нами было исследовано, каким будет число (%) истинно-отрицательных ответов в диагностике экстрасистолических сокращений отдельно по группам “ригидного” синусового ритма, нормального синусового ритма и синусовой аритмии (табл. 6).

Из представленных данных (табл. 6) видно, что при пороговой величине  $C \geq 1,18$ , которая обеспечивает максимальную чувствительность и специфичность при “случайном потоке” обследованных, в диагностике экстрасистолических сокращений (табл. 5), в случаях “ригидного” синусового ритма в класс экстрасистол не попадает ни одно синусовое сокращение.

При нормальном синусовом ритме число ложноположительных ответов составляет 3,3%, а при синусовой аритмии значительно возрастает – 15,5%.

Используемый подход в диагностике предэкстрасистолических интервалов  $RR(K)$  может быть привлечен и к идентификации “укороченных” интервалов  $RR(K)$  между синусовыми сокращениями и “шумовым артефактом”, что позволяет провести кластеризацию синусовых и патологически “укороченных” интервалов  $RR$ . Однако при решении задачи выделения как

групповых экстрасистол, так и полных компенсаторных пауз и случаев выпадения желудочковых комплексов, как это было отмечено выше, требуется введение проверки ряда логических условий, что может рассматриваться как самостоятельная задача.

### Выводы

1. При автоматической оценке вариабельности ритма сердца (ВРС) по кардиоинтервалограммам, имеющим экстрасистолы и “артефакты”, возможно проведение эффективной фильтрации сигнала.

2. Кластеризация синусовых и “несинусовых” интервалов  $RR$  возможна путем оценки информации, заложенной в смежных интервалах  $RR$  ( $RR_i$  и  $RR_{i+1}$ ).

3. Вторичное преобразование типа  $RR_i/RR_{i+1}$  (отношение большего к меньшему) при пороговом значении равном или большем 1,18, обеспечивает оптимальное соотношение чувствительности (94,8%) и специфичности (94,9%), при показателе полезности равном 0,89, в распознавании патологически укороченных интервалов  $RR(K)$  на фоне синусового ритма и синусовой аритмии.

### Литература

- Асриева А.А., Фитилева Е.Б., Бадалян Е.А., Авдеева М.А., Фитилева Л.М. Энтропия сердечного ритма – один из показателей ритмограммы – в клинической оценке больных хронической ишемической болезнью сердца. // Кардиология. 1990. – №6. – с. 98-100;
- Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. Киев. “Морион”. 2000. – 319 С.;
- Миронова Т.Ф., Миронов В.А., Богданов Д.В., Зарипова Г.Р. Ритмокардиографическая диагностика нарушений сердечного ритма. – В сб. Новые технологии в медицине/ Труды научно-практической конференции. Трехгорка. 1998. – с. 21-24;
- Никитин Я.Г. Проблема мониторинга больных с нарушениями сердечного ритма и их решение при помощи портативных автономных систем – микрокардиографов. Автореф ... докт. наук. Минск. 1992. – 58 С.;
- Овсыйер И.А. К вопросу о клинической оценке ритмической деятельности миокардиального узла в норме и патологии. – в сб.: Ритм сердца в норме и патологии. Вильнюс, 1970. – с. 162-170;
- Панова Н.А., Бородин В.А., Олешневич Т.Г. Возрастные особенности статистических характеристик сердечного ритма. – В сб.: Функциональные особенности сердца при физиологических нагрузках в возрастном аспекте. Ставрополь. 1975. – с. 95-102;
- Сидоренко Г.И., Никитин Я.Г., Якубович В.М. и др. Опыт клинического применения и перспективы разработки кардиомонитора. // Кардиология. – 1987. – №5. – с. 5-8;
- Сидоренко Г.И., Якубович В.М., Никитин Я.Т., Усачев О.И. Проблема создания портативных кардиомониторов. // Кардиология. – 1980. – №12. – с. 31-33;
- Татарченко И.П., Позднякова Н.В., Рахматулов Ф.К., Морозова О.И. Избранные методы исследования в кардиологии. – 1999. – 191 С.;
- Цукерман Б.М., Финкельштейн И.Е. Исследование закономерностей распределения интервалов R-R ЭКГ для разработки способов автоматической диагностики нарушений ритма сердца. // Кардиология. – 1987. – №7. – с. 22-25;
- Чирейкин Л.В., Шурыгин Д.Я., Лабугин В.К. Автоматический анализ электрокардиограмм. 1977. – 248 С.;
- Harrison D.C., Sanders W.T. Perspectives on Cardiovascular Monitoring in 1977. // Med. Instrument., 1977. 11, 5. – p. 265-303;
- Manoli S., Wuthnow M., Schroder D.C. Real time evaluation of on electrocardiogram using a personal computer. // Proc. 9th Annu. Symp. Comput. Appl. Med. Care, Baltimore, Md, Nov. 10-13, 1985. – p. 50-53;
- Stinton P., Tinker J., Vickery J.C., Yahe S.P. The scatterogram. A new method for continuous electrocardiographic monitoring. // Cardiovasc. Res. 1972, Vol. 6-№5. – p. 598-604;
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. // Circulation.-1996.-Vol.93.-P.1043-1065.

#### Abstract

*Heart rate variability analysis requires the following: registered rhythm must be sinus one, regular or arrhythmic; cardiac arrhythmias should be diagnosed automatically and interpolated without disturbing RR interval dynamic row.*

*The study included 560 patients: 217 clinically healthy volunteers, 121 patients with acute myocardial infarction, and 222 individuals with chronic coronary heart disease (CHD). Basal rhythms were sinus rhythm (73,7%), or sinus arrhythmia (26,3%). Patients with atrial fibrillation, ventricular and supraventricular tachycardia, sinoatrial and AV blockade were excluded.*

*Differential diagnostics of sinus and arrhythmic RR intervals was based on searching the cut-off point, discriminating sinus or non-sinus RR intervals. Similar approach could be applied to identifying shortened intervals between sinus impulse and “noise” artifacts. This gives a chance to cluster sinus and pathologically shortened RR intervals.*

*In automatic assessment of heart rate variability, on cardiointervalograms with extrasystoles and artifacts, effective signal filtration could be performed. Clustering sinus and non-sinus RR intervals can be achieved by analyzing information on adjacent RR intervals. Secondary modification, like  $RR_i/RR_{i+1}$ , with cut-off point no less than 118, provides optimal balance of sensitivity (94,8%) and specificity (94,9%), with utility coefficient 0,89, during diagnosing pathologically shortened RR intervals in sinus rhythm or sinus arrhythmia.*

**Keywords:** *heart rate variability, cardiointervalograms, automatic diagnostics of extrasystoles, signal filtration.*

*Поступила 25/01-2004*