

Г.П.Ишмурзин, И.А.Латфуллин, Р.М.Юльметьев, Ф.М.Гафаров

АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА И СТЕНОКАРДИЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Казанский государственный медицинский университет, Казанский государственный педагогический университет

Математический анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) предложен для оценки вегетативного баланса у пациентов с острым инфарктом миокарда на 1, 3, 7, 11 день болезни и стенокардией напряжения.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, вегетативная нервная система, инфаркт миокарда, симпатическая и парасимпатическая активность, динамическая информационная шенноновская энтропия, спектры мощности.

The mathematical analysis of heart rate variability (HRV) is proposed as method of autonomic tone assessment in patients with myocardial infarction on the 1, 3, 7, 11 days of the disease and patients with stable angina pectoris.

Key words: heart rate variability, autonomic nervous system, myocardial infarction, sympathetic and parasympathetic activity, dynamical information Shannon entropy, power spectra.

ВВЕДЕНИЕ.

Сердечный ритм (СР) в физиологических условиях является результатом ритмической активности пейсмекеров синусового узла (СУ) и влияния, в основном, симпатической и парасимпатической активности. Для оценки вегетативного баланса в последние годы широко используется исследование ВРС с целью прогноза у больных с острыми коронарными синдромами [1, 3].

Изучение ВРС позволяет количественно охарактеризовать активность различных отделов ВНС посредством влияния их на СУ. Отмечено, что изменения ВРС сопровождают различные кардиологические и некардиологические заболевания [2, 4]. В отечественной и зарубежной литературе имеются немногочисленные упоминания о влиянии на ВРС различных вмешательств, применяемых при лечении ИМ, в частности, селективных бета-адреноблокаторов, о состоянии ВНС на ранних сроках ИМ и в динамике заболевания.

В связи с этим целью настоящего исследования явилось определение особенностей вегетативной реакции в динамике лечения больных ИМ с различной локализацией некротического очага и больных стенокардией напряжения I-IV функциональных классов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование включены 60 больных (все мужчины) в возрасте от 32 до 65 (в среднем $48,6 \pm 0,65$) лет с крупноочаговым ИМ. 30 пациентов с передней локализацией ИМ и 30 с задней, поступивших в кардиологическое отделение больницы скорой медицинской помощи г.Казани в первые 24 часа от начала заболевания. Другую группу составили 20 мужчин стенокардией напряжения различных функциональных классов в возрасте от 41 до 70 (в среднем $55,5 \pm 0,42$) лет. Для определения ВРС нами использовалась система, состоящая из датчика пульса, персонального компьютера IBM с пакетом прикладных программ.

Регистрация не менее 300 R-R интервалов осуществлялась на 1, 3, 7, 11 дни болезни. Длительность

регистрации эктопических импульсов была другой. Полученные данные обрабатывались с помощью специальной компьютерной программы, созданной с использованием алгоритмов, описанных Р.М.Баевским и соавт. (1984). Программа предусматривала выполнение вариационной пульсометрии и спектрального анализа, включая спектр динамической энтропии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Средние значения математического анализа ВРС представлены в табл 1. В первые сутки ИМ с передней локализацией характеризуется уменьшением продолжительности R-R интервалов ($0,8 \pm 0,13$ сек), что не наблюдается при нижней локализации ($0,98 \pm 0,15$ сек) $p < 0,05$. В последующие сутки происходит стирание различий, что, по-видимому, связано с увеличением ВРС и стабилизацией пульса.

Величина индекса напряжения (ИН) максимальна в первый день острого ИМ с передней локализацией, что указывает на централизацию управления сердечным ритмом и компенсаторным актом на слабость механизмов автономной регуляции. Неблагоприятным прогностическим признаком являются значения ИН менее 20,5 и более 320,7 усл. ед., при которых высока вероятность развития внезапной смерти (ВС) или тяжелых осложнений.

Из 60 пациентов летальным исходом завершились три случая; у 33 больных (51%) развились те или иные осложнения. В динамике показатель ИН остается недостоверно выше при передней локализации, с повторным его увеличением на 11 сутки, которое мы расценили как результат расширения режима или присоединения осложнений. С помощью программы, разработанной на основе метода динамической информационной энтропии [5, 6], были получены частотные спектры энтропии. Спектр энтропии для здорового человека имеет вид монотонно возрастающей спектральной функции, почти весь спектр находится в области низких и средних частот.

В случае ИМ наблюдаются отдельные сильно выделяющиеся пики, большинство которых расположено в области средних и высоких частот. Расположение и

Таблица 1.

День болезни и локализация ИМ	M	ЧП	Cv	Mo	AMo	Δx	ИН	ВПР
1 передний	0,81±0,13	75±11,6	6,9±3,1	0,8±0,1	43,9±11,8	0,41±0,13	109±84	5,4±4,2
1 нижний	0,98±0,15	67±11	9,05±3,5	0,92±0,1	38,1±12,1	0,54±0,2	53±23,4	2,5±1,3
3 передний	0,89±0,1	68±11,3	6,4±2,4	0,87±0,1	46,6±8,5	0,45±0,21	89,5±56	3,74±1,8
3 нижний	0,91±0,14	67±10,7	6,2±2,5	0,9±0,14	41±9,3	1,8±0,5	84,6±54	3,9±2,1
7 передний	0,93±0,1	65±7,2	5,9±1,8	0,9±0,1	45,5±0,5	0,44±0,21	83,6±52,1	3,5±1,8
7 нижний	0,96±0,14	64±10,7	6,04±1,9	0,9±0,14	41,2±9,11	0,48±0,31	73,4±53	3,3±1,8
11 передний	0,81±0,26	72±15,6	6,5±2,5	0,8±0,16	48,5±11,6	0,48±0,3	115±80,1	4,4±2,3
11 нижний	0,99±0,14	61,7±9,3	6,04±3,3	0,99±0,17	44,3±7,8	0,41±0,31	83,3±54	3,67±2,1
Стенокардия	0,94±0,01	65±2,7	5,7±0,4	0,92±0,01	43,7±2,6	0,4±0,05	50,1±10,3	3,9±0,6

Примечание: M – математическое ожидание; ЧП – частота пульса в 1 минуту; Cv – коэффициент вариации в %; Mo – мода; AMo – амплитуда моды; Δx – вариационный размах; ИН – индекс напряжения; ВПР – вегетативный показатель ритма

высота пиков существенно изменяется в зависимости от степени и локализации ИМ, а также большой совокупности других факторов (осложнения, возраста, пола и т. д.).

На рис. 1 (А, Б, В, Г) показано изменение частотного спектра энтропии в ходе лечения. В спектре энтропии, построенном на 1 день заболевания (рис. 1,А), наблюдается группа пиков в высокочастотной области (0,3–0,4 Гц). В результате лечения большая часть пиков сдвигается в область средних частот (рис. 1,Б), но в дальнейшем (рис. 1,В) пики переходят вновь в область высоких частот, что связано с расширением режима больного. В конце лечения высокочастотные пики полностью исчезают (рис. 1,Г).

Такая картина наблюдается в большинстве случаев, что надежно характеризует динамику состояния пациента в ходе лечения. На рисунках 2, 3, 4, 5 представлены спектры энтропии в различных случаях локализации ИМ. При нижнем ИМ (рис. 2) заметны слабые высокочастотные пики в области 0,4 Гц. В случае нижнебокового инфаркта (рис. 3) пики появляются в области средних частот (0,2 Гц), а в области высоких частот наблюдается лишь несколько слабых пиков.

При переднебоковом инфаркте (рис. 4) пики расположены в области средних и высоких частот. Циркулярный

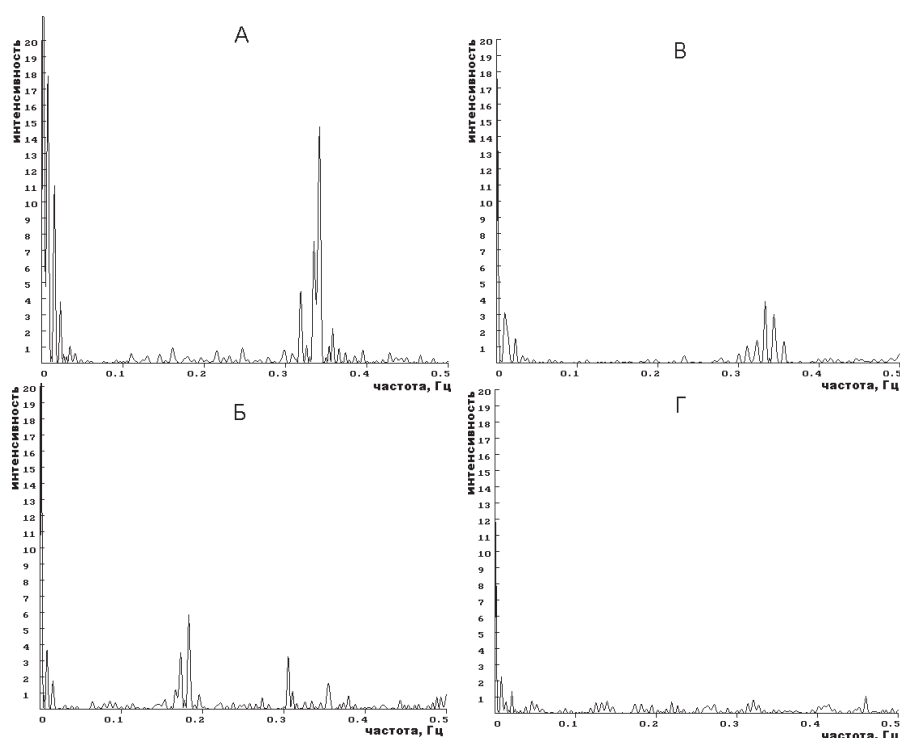


Рис. 1. Изменение спектра динамической энтропии в ходе лечения при переднебоковом инфаркте миокарда: А – 1 день, Б – 3 день, В – 7 день, Г – 11 день заболевания.

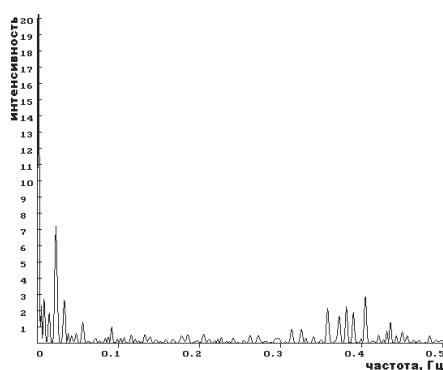


Рис. 2. Спектр динамической энтропии при нижнем инфаркте.

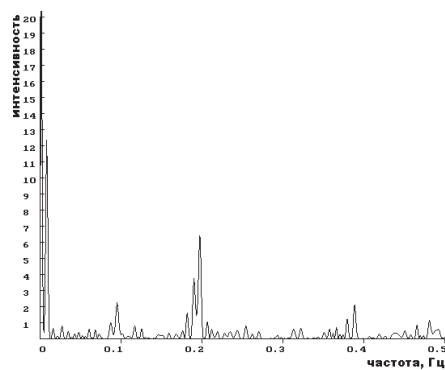


Рис. 3. Спектр динамической энтропии при нижнебоковом инфаркте.

инфаркт (рис. 5) характеризуется появлением пиков в области низких частот, среди которых один имеет очень сильную интенсивность, а в области средних и высоких частот пики вообще не наблюдаются.

ВЫВОДЫ.

1. Перенапряжение регуляторных механизмов достоверно выражены при передней локализации острого инфаркта миокарда с вовлечением центральных звеньев управления сердечным ритмом.

2. Неблагоприятным прогностическим признаком острого инфаркта миокарда служат значения ИН менее 20,2 усл. ед. и более 320,7 усл. ед.

3. Коэффициент вариации достоверно меньше при стенокардии напряжения, что, по-видимому, связано с ригидностью сердечного ритма.

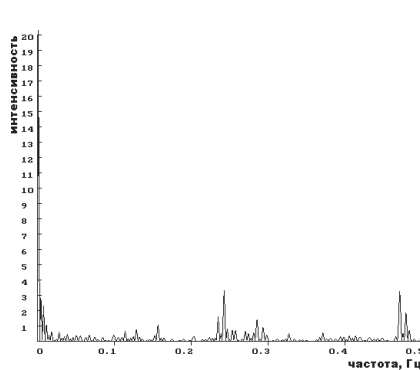


Рис. 4. Спектр динамической энтропии при переднебоковом инфаркте.

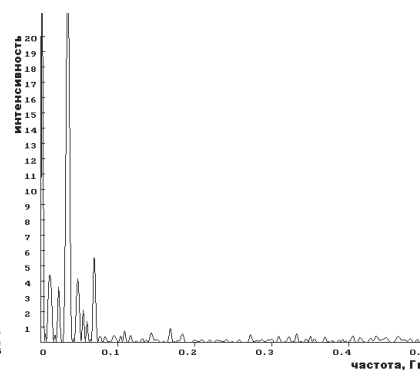


Рис. 5. Спектр динамической энтропии при циркулярном инфаркте.

4. Исследование ЭКГ методом динамической информационной энтропии показало, что спектр динамической энтропии исключительно чувствителен к различным изменениям в работе сердца. Это позволяет использовать его для надежной и тонкой диагностики состояния больного в ходе его лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гриднев В.И., Довгалецкий П.Я., Котельникова Е.В. Анализ variability сердечного ритма больных ишемической болезнью сердца при физической нагрузке. // Вестник аритмологии. – 1998. – №7. – С. 42–45.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М., 1984. – С.150–159.
3. Casolo G.C., Stroder P., Signorini C. et al. Heart rate variability during the acute phase of myocardial infarction. *Circulation* 1992; 85: 2073-9.
4. Malliani A., Lombardi F., Pagani M. Power spectral analysis of heart rate variability: a tool to explore neural regulatory mechanisms. *Br. Heart J.* 1994; 71:1-2.
5. R.M.Yulmetyev, F.M.Gafarov, *Physica A*, 273 (1999) 416.
6. R.M.Yulmetyev, F.M.Gafarov, *Physica A*, 274 (1999) 381.

АНАЛИЗ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА БОльНЫХ ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА И СТЕНОКАРДИЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Г.П.Ишмурзин, И.А.Латфуллин, Р.М.Юльметьев, Ф.М.Гафаров

Математический анализ variability ритма сердца (ВРС) предложен для оценки вегетативного баланса у пациентов с острым инфарктом миокарда на 1, 3, 7, 11 день болезни и стенокардией напряжения. Приведены показатели, характеризующие ВРС, которые позволяют оценить состояние вегетативной нервной системы. Неблагоприятная прогностическая цена снижения ВРС связана с изменением вегетативного баланса, который характеризуется признаками симпатической активации и снижением парасимпатического тонуса. В статье показано применение динамической информационной энтропии при анализе RR-интервалов при инфаркте миокарда. Спектры мощности динамической энтропии рассмотрены при различной локализации острого инфаркта миокарда. Продемонстрировано также изменение спектра динамической энтропии в ходе лечения.

HEART RATE VARIABILITY AFTER MYOCARDIAL INFARCTION END IN PATIENTS WITH STABLE ANGINA PECTORIS

G.P.Ischmurzin, I.A.Latfoullin, R.M.Yulmetyev, F.M.Gafarov

The mathematical analysis of heart rate variability (HRV) is proposed as method of autonomic tone assessment in patients with myocardial infarction on the 1, 3, 7, 11 days of the disease and patients with stable angina pectoris. The parameters, describing HRV, are proposed for the autonomic nervous system assessment. The negative predictive value of a reduced HRV has been associated with an altered autonomic balance, characterized by signs of sympathetic activation and of reduced vagal tone. In this paper we demonstrate application of the dynamical information entropy for the analysis of RR-intervals with myocardial infarction. Power spectra of dynamical information entropy are considered for different cases of infarction localization. Also, we illustrate the results for the change of the power spectrum of dynamical entropy during the treatment.