

УДК 543.421

СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА SPECTRAL HEARTS RATE MONITORING

М.С. Макаренко, Н.П. Ларионов

Научный руководитель – Ю.В. Суходолов, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

M.S. Makarenok, N.P. Larionov

Supervisor – Y.V. Sukhodolov, Doctor of engineering science, associate
professor

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Аннотация: В данной работе мы рассмотрим спектральный анализ сигналов ЭКГ связанных с нарушениями сердечного ритма и возникновением некоторых аритмий.

Abstract: In this paper, we will consider the spectral analysis of ECG signals associated with heart rhythm disorders and the occurrence of certain arrhythmias.

Ключевые слова: спектральный анализ, аритмия, электрокардиограмма, мерцательная аритмия

Keywords: spectral analysis, arrhythmias, electrocardiogram, atrial fibrillation.

Сердечная аритмия – патологическое состояние, приводящее к нарушению частоты, ритмичности и последовательности возбуждения и сокращения сердечной мышцы - миокарда. Аритмия — любой ритм сердца, отличающийся от нормального синусового ритма.

Правильным, или регулярным, синусовым ритмом принято называть ритм сердца, который в пределах наблюдения задаётся только активностью синусового узла. Правильный ритм синусового узла принято называть «нормальным синусовым ритмом», если он попадает в диапазон 60-90 ударов в минуту. Небольшие колебания значений ЧСС, менее 0,1 секунды, считаются нормальной (физиологической) синусовой аритмией, связанной с естественной вариабельностью ритма сердца; их не считают нарушением ритма сердца.

Диагностика

Стетоскоп по-прежнему является ценным инструментом для выявления аритмий, но есть и современные тесты, которые могут точно определить проблему и признаки аритмии сердца у женщин либо мужчин.

Электрокардиограмма (ЭКГ) отображает график электрической активности сердца с помощью небольших электродов, прикрепленных к груди. Кривая на этих графиках показывает тип аритмии. Поскольку аритмия может не возникнуть в больнице, есть портативные ЭКГ, которые пациент носит дома. Некоторые из них постоянно включаются в течение определенного периода времени (называемые монитором Холтера), а другие включаются, когда человек чувствует аритмию (это называется монитором событий или петлевым регистратором).

Определенные аритмии могут быть связаны с физическими упражнениями, поэтому пациентов могут попросить пройти по беговой дорожке или покататься на велотренажере, подключив его к аппарату ЭКГ.

Электрофизиологическое исследование (ЭФИ) – более сложный тест. Тонкие трубки вставляются в кровеносный сосуд ноги и направляются к сердцу (рисунок 1). Они удерживают электроды, которые могут найти мышечную ткань, которая может вызывать аномальную электрическую активность.

В данной работе представлен спектральный анализ сигналов ЭКГ связанных с нарушениями сердечного ритма и возникновением некоторых аритмий. Различные ЭКГ сравниваются с так называемыми «стандартными», полученными от здоровых пациентов (рисунки 2 и 3).



Рисунок 1 – Виды аритмии

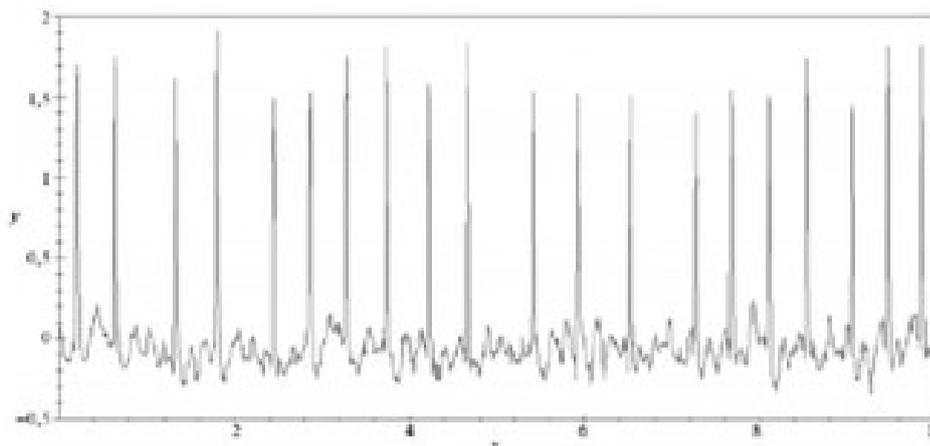


Рисунок 2 – Десятисекундная ЭКГ

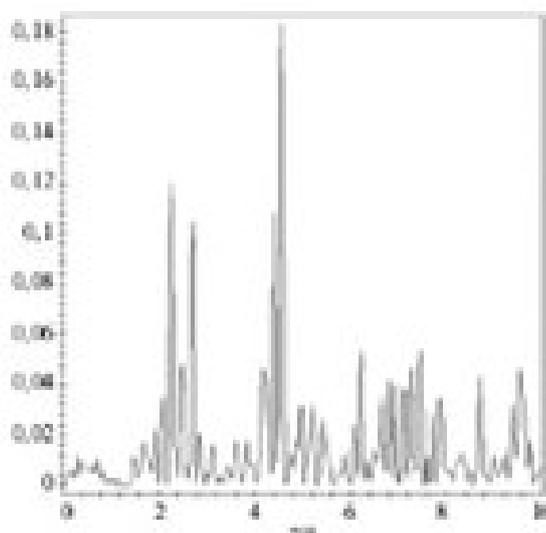


Рисунок 3 – Частотный спектр

Фибрилляция предсердий (мерцательная аритмия) – разновидность аритмии с хаотической электрической активностью предсердий с частотой импульсов 350–700 в минуту (рисунок 4). Это одна из наиболее распространенных аритмий, при которых сердцебиения происходят с нерегулярным интервалом. В ряде исследований было показано, что мерцание предсердий является независимым и существенным фактором риска развития тромбоэмболических осложнений (и в первую очередь ишемического инсульта), прогрессирования недостаточности кровообращения, смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и общей смертности. Окончательный диагноз выставляется по признакам электрокардиограммы (ЭКГ): отсутствие зубцов P, вместо которых появляется множество волн f-f (с частотой более 350 в минуту), нерегулярные интервалы R–R, наличие альтерации и часто – желудочковой аберрации.

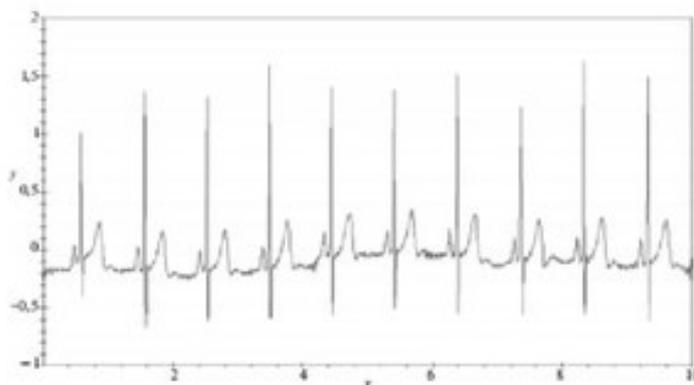


Рисунок 4 – Десятисекундное ЭКГ мерцательной аритмии

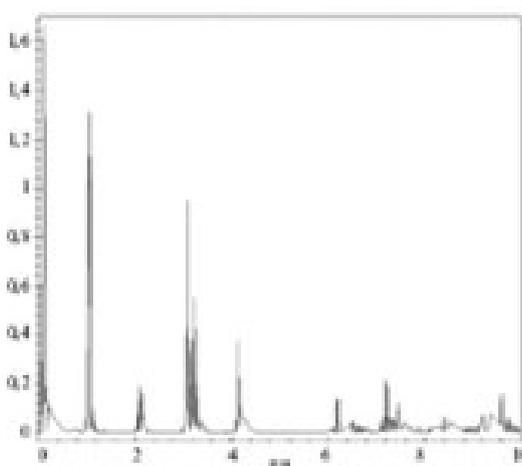


Рисунок 5 – Фурье-спектр мерцательной аритмии

Спектр (рисунок 5) рассчитан стандартным способом с использованием спектральной мощности, описываемой выражением:

$$P = \frac{1}{2\pi} \left| \int_0^{\infty} dt X(t) \exp(-2i\vartheta t) \right|^2 \quad (1)$$

где $X(t)$ – временной ряд сигнала ЭКГ, ϑ - скорость распространения сигнала, t - длительность распространения спектра.

При фибрилляции предсердий на ЭКГ возникают характерные признаки: отсутствие зубцов P, которые присутствуют при нормальном ритме сердца и характеризуют электрическую активность при сокращении предсердий. Вместо них появляется множество волн f, которые характеризуют фибрилляцию (т.е. мерцание, дрожание) предсердий.

Заключение

Во времени аритмия проявляется в некоторой нерегулярности, непредсказуемости и хаотичности сердечных циклов.

В спектральном представлении аритмия характеризуется уширением отдельных спектральных компонент или возникновением разупорядоченной структуры. Разупорядоченная спектральная структура при выраженной

патологии может относиться и ко всему спектру в целом. В итоге данная структура спектра может свидетельствовать о возникновении патологии в работе сердца.

Литература

1. Анализ предсердной электрокардиограммы с целью диагностики мерцательной аритмии [Электронный ресурс]/ анализ предсердной электрокардиограммы с целью диагностики мерцательной аритмии. – Режим доступа: <http://intecard.by/анализ-предсердной-электрокардиограммы.html>. – Дата доступа: 20.04.2021.
2. Аритмия сердца [Электронный ресурс]/ аритмия сердца. – Режим доступа: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Аритмия_сердца. – Дата доступа: 20.04.2021.
3. Аритмия [Электронный ресурс]/Аритмия. – Режим доступа: <https://www.smclinic-spb.ru/doctor/kardiolog/zabolevania/2465-aritmiya>. Дата доступа: 20.04.2021.