

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра динамического моделирования и биомедицинской инженерии
«Изучение спектральных и нелинейных показателей, низкочастотных
составляющих сигнала электрокардиограммы у здоровых людей и
больных после инфаркта миокарда»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 4081 группы
направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
профиль подготовки «Методы и устройства обработки биосигналов»
институт физики

Фоменко Дмитрий Андреевич

Научный руководитель:
Зав. кафедрой динамического
моделирования и
биомедицинской инженерии,
д.ф.-м.н., профессор


_____ 19.06.2024
подпись, дата

А.С. Карavaев

Зав. кафедрой динамического
моделирования и
биомедицинской инженерии,
д.ф.-м.н., профессор


_____ 19.06.2024
подпись, дата

А.С. Карavaев

Саратов 2024

Введение. Сердечно-сосудистые заболевания остаются одной из ведущих причин смертности во всем мире, среди которых инфаркт миокарда занимает особое место. Инфаркт миокарда – это острая форма ишемической болезни сердца, характеризующаяся некрозом участка сердечной мышцы вследствие нарушения кровоснабжения. Ранняя диагностика и лечение инфаркта миокарда критически важны для снижения риска осложнений и улучшения прогноза пациентов.

Электрокардиография (ЭКГ) является основным методом диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, включая инфаркт миокарда. Однако традиционные методы анализа ЭКГ могут быть ограничены в выявлении ранних изменений, особенно в низкочастотных составляющих сигнала, которые могут содержать ценную информацию о состоянии миокарда.

Разработка новых методов ранней диагностики инфаркта миокарда требует проведения научных исследований, направленных на изучение механизмов развития заболевания, выявление его ранних признаков и симптомов. Результаты таких исследований могут стать основой для создания новых диагностических инструментов и методик, которые будут доступны широкому кругу пациентов.

Таким образом, исследование, направленное на разработку новых методов ранней диагностики инфаркта миокарда, является актуальным для современной медицины. Оно может спасти и улучшить качество жизни многих людей, страдающих от сердечно-сосудистых заболеваний.

Целью дипломной работы является изучение спектральных и нелинейных показателей, а также низкочастотных составляющих сигнала ЭКГ у здоровых людей и больных после инфаркта миокарда. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Изучить теоретические основы спектрального и нелинейного анализа сигналов ЭКГ.

2. Провести экспериментальное исследование спектральных и нелинейных показателей, а также низкочастотных составляющих сигнала ЭКГ у здоровых людей и больных после инфаркта миокарда.

3. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о возможности использования спектральных и нелинейных показателей, а также низкочастотных составляющих сигнала ЭКГ для диагностики и оценки тяжести инфаркта миокарда.

Данная работа имеет практическую значимость, поскольку её результаты могут быть использованы для разработки новых методов диагностики и оценки тяжести инфаркта миокарда, а также для создания новых медицинских приборов и программного обеспечения.

Структура выпускной квалификационной работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, заключения и списка использованных источников.

Во введении обосновывается актуальность темы, определяются цель и задачи ВКР, а также высказывается возможная практическая значимость работы.

Первая глава посвящена методам выделения кардиоинтервалограмм из сигнала ЭКГ, а также описанию основных показателей variability сердечного ритма (ВСР).

Вторая глава содержит в себе описание рабочей программы для выделения показателей ВСР и статистический анализ этих показателей.

В заключении подведены итоги исследования, а также высказана возможность применения исследования в будущих работах.

Список использованных источников включает все источники, использованные при написании работы.

Основное содержание работы. Методика изучения variability сердечного ритма (ВСР) базируется на понимании механизмов регуляции физиологических функций в организме. ВСР позволяет оценить общую

активность регуляторных механизмов, нейрогуморальную регуляцию сердца и соотношение между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы.

Анализ ВСР включает в себя измерение и анализ RR-интервалов электрокардиограммы, что позволяет получить информацию о текущем состоянии адаптационных возможностей организма и его способности реагировать на внутренние и внешние воздействия.

Первым этапом анализа ВСР является запись сигнала ЭКГ пациента.

К записи ЭКГ следует приступать не раньше, чем через 1,5–2 часа после приёма пищи, в тихой комнате с постоянной температурой 20–22 °С. Перед исследованием необходимо отменить физиотерапевтические процедуры и медикаментозное лечение. Либо эти факторы должны быть учтены при оценке результатов исследования.

Перед началом исследования необходим период адаптации к окружающим условиям в течение 5–10 минут. Регистрируется сигнал ЭКГ в одном из стандартных или грудных отведений. Продолжительность записи должна составлять не менее 5 минут.

Запись ЭКГ производится в положении лёжа на спине, при спокойном дыхании. Во время исследования обстановка должна быть спокойной. Необходимо устранить все помехи, вызывающие эмоциональное возбуждение, не разговаривать с пациентом и посторонними, исключить телефонные звонки и появление в кабинете других лиц, включая медицинских работников. Во время записи ЭКГ пациент должен дышать неглубоко, не кашлять и не глотать слюну.

Затем по полученному сигналу ЭКГ строится кардиоинтервалограмма (КИГ).

Кардиоинтервалограмма (КИГ) — это график, который показывает изменение длительности интервалов между сокращениями сердца. По этому графику можно оценить работу вегетативной нервной системы и общее состояние организма.

Анализ КИГ позволяет определить, насколько хорошо организм адаптируется к различным воздействиям, и выявить возможные нарушения в работе сердечно-сосудистой системы.

КИГ широко используется в медицине для диагностики различных заболеваний, а также для оценки эффективности лечения и реабилитации.

Из полученной КИГ выделяются основные показатели ВСР. К таким показателям относят:

1. HR (уд/мин) – Частота пульса, вычисляемая как количество NN-интервалов в записи, деленное на время их записи.

2. SDNN (Standard Deviation of the Normal-to-Normal Intervals) – это статистический показатель, который используется для оценки общей variability сердечного ритма.

3. RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences) – это показатель, который используется для оценки активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

4. pNN50 (%) – Отношение числа пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс к общему числу кардиоинтервалов в массиве в %.

5. Коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов (CV) является одним из ключевых показателей variability сердечного ритма (ВСР).

6. Вариационный размах (MxDMn) в анализе variability сердечного ритма позволяет оценить активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

7. Стресс-индекс (SI) в анализе ВСР является важным показателем, который отражает степень напряжения регуляторных систем организма и уровень стресса.

8. Общая мощность спектра (Total power, TP) в контексте variability сердечного ритма (ВСР) является ключевым показателем, отражающим общую активность регуляторных систем организма.

9. Мощность в высокочастотном диапазоне (HF) отражает активность парасимпатической нервной системы и связана с дыхательными волнами.

10. Мощность в низкочастотном диапазоне (LF) является важным показателем вариабельности сердечного ритма (BCP), который отражает активность как симпатической, так и парасимпатической нервной системы.

11. Мощность в очень низкочастотном диапазоне (VLF) является одним из ключевых показателей вариабельности сердечного ритма (BCP), который отражает активность высших надсегментарных вегетативных центров, влияющих на сердечно-сосудистую систему.

Так как возникновение у пациента инфаркта миокарда приводит к дисфункции вегетативной регуляции сердечного ритма, подобное отклонение может быть выявлено при помощи анализа BCP на ранних стадиях заболевания.

В ходе выполнения работы были изучены суммарно по 13 кардиоинтервалограмм (КИГ) здоровых людей и пациентов, перенесших инфаркт миокарда. Для выделения основных показателей вариабельности сердечного ритма (BCP) применялась программа Varistat, разработанная кафедрой динамического моделирования и биомедицинской инженерии Саратовского государственного университета (КДМиБИ СГУ). Рабочее окно программы представлено на рисунке 1:

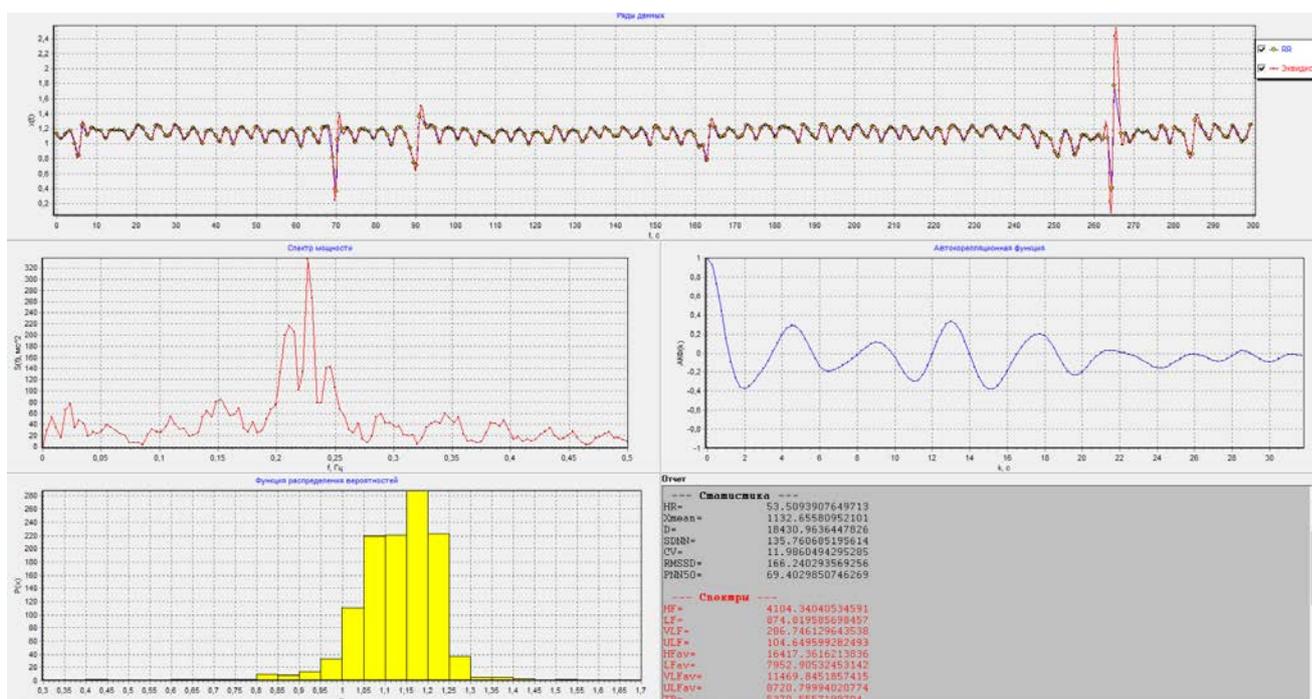


Рисунок 1 – Рабочее окно программы Varistat

После обработки КИГ испытуемых программой, полученные значения вносятся в таблицы, пример фрагмента представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Фрагмент таблицы с показателями ВСР

№	HR	SDNN	CV	RMSSD	PNN50
1	53.75	85.97	7.65	119.21	66.91
2	68.82	63.90	7.29	46.16	16.86
3	50.39	28.42	2.38	28.00	4.36
4	62.54	38.37	3.99	30.04	3.51

Затем был проведён статистический анализ полученных показателей ВСР с построением графиков типа «boxplot», с помощью которых были выявлены отклонения в значениях показателей вариабельности для больных, перенёсших инфаркт миокарда.

Статистический анализ позволил оценить распределение значений показателей ВСР в исследуемой выборке и выявить отклонения от нормы.

Графики типа «boxplot» наглядно представили эти отклонения, что позволило сделать выводы о состоянии пациентов. Пример графиков представлен на рисунке 2:

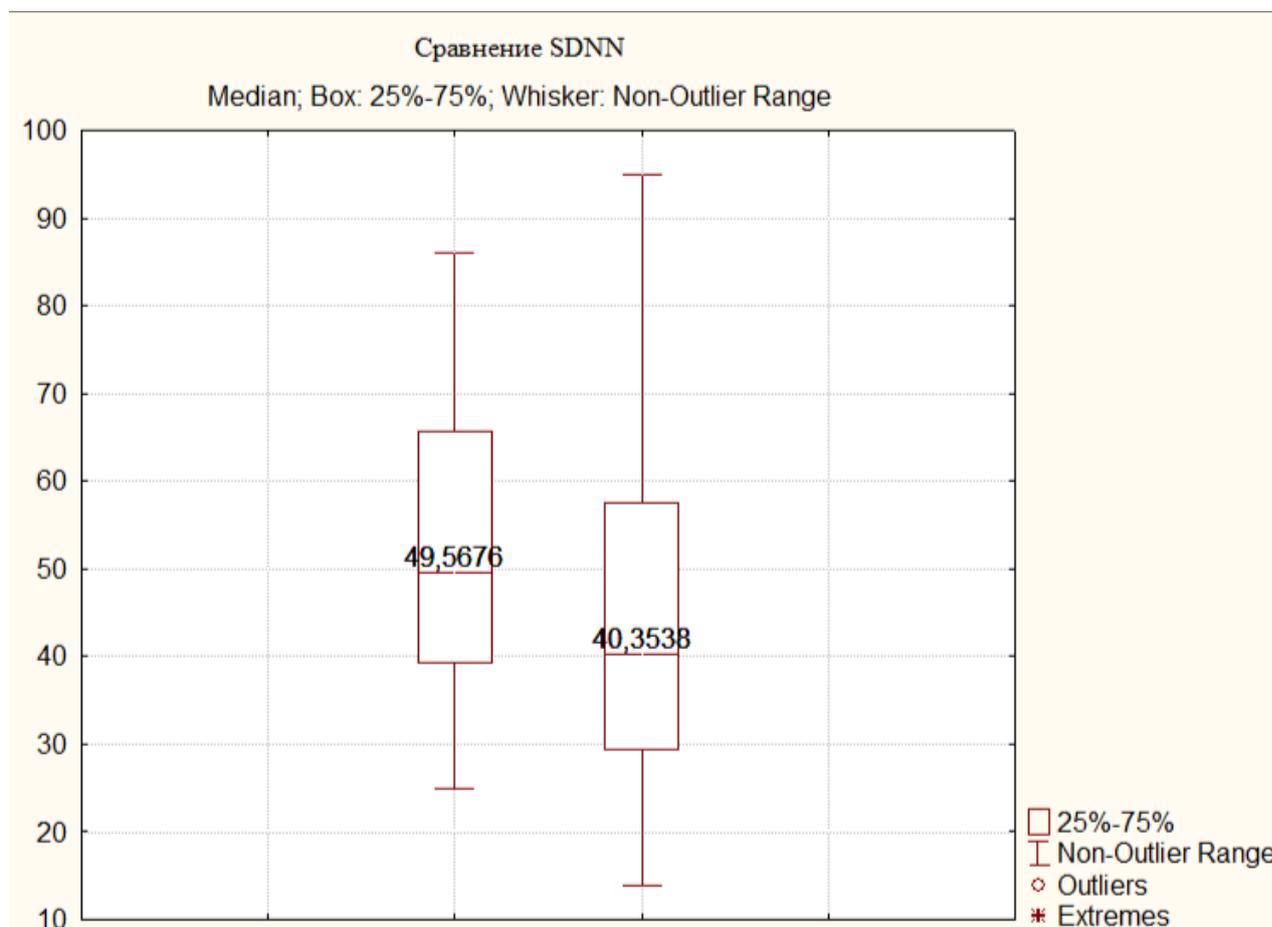


Рисунок 2 – Графики boxplot для здоровых (слева) и перенесших инфаркт миокарда (справа)

На графике видно, что значения показателей ВСР у больных, перенёсших инфаркт миокарда, отличаются от значений у здоровых людей. Это может свидетельствовать о нарушениях в работе сердечно-сосудистой системы и необходимости дополнительного обследования и лечения.

Исходя из полученных данных были выявлены наиболее значимые для исследования показатели ВСР, а именно:

1. SDNN (Standard Deviation of the Normal-to-Normal Intervals) – в среднем у перенесших инфаркт миокарда ниже, чем у здоровых
2. CV (Коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов) – у больных сильно ниже, чем у здоровых
3. RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences) – у больных данный показатель слегка снижен
4. pNN50 – заметно ниже у перенесших инфаркт миокарда
5. MxDMn (Вариационный размах) – значение показателя у больных, перенёсших инфаркт миокарда, в среднем ниже, чем у здоровых людей.
6. SI (Стресс-индекс) – среднее значение показателя у больных значительно выше, чем у здоровых людей.
7. TP (Общая мощность спектра) – у больных среднее значение данного показателя значительно ниже, чем у здоровых испытуемых

Заключение. В ходе исследования были изучены спектральные и нелинейные показатели низкочастотных составляющих сигнала электрокардиограммы у здоровых людей и больных после инфаркта миокарда. Полученные результаты позволили выявить существенные различия в характеристиках сигнала между этими двумя группами.

У больных, перенесших инфаркт миокарда, наблюдается усиление влияния симпатических узлов нервной системы на регуляцию работы сердца, кроме того, общая вариабельность сердечного ритма заметно падает.

Полученные результаты исследования могут быть использованы для разработки новых методов диагностики и мониторинга состояния пациентов после инфаркта миокарда. Дальнейшие исследования в этой области позволят более глубоко понять механизмы развития сердечно-сосудистых заболеваний и разработать эффективные методы их лечения.

14.06.2024

Романенко Д. А.