

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра динамического моделирования и биомедицинской инженерии

«Исследования связанности контуров вегетативной регуляции
системы кровообращения у пациентов, перенесших острый инфаркт
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
Кривоножкин Никита Алексеевич

Научный руководитель:
доцент, к.ф.-м.н.


_____ 14.06.2024
подпись, дата

В.В. Сказкина

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


_____ 14.06.2024
подпись, дата

А.С. Карavaев

Саратов 2024

Введение. Целью данной работы является исследование особенностей контуров вегетативной регуляции системы кровообращения у пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда (ОИМ). Достижение этой цели предполагает выполнение следующих задач:

1. Анализ современного состояния знаний о вегетативной регуляции системы кровообращения.

2. Оценка методов исследования вегетативной регуляции у пациентов после ОИМ.

3. Анализ клинических данных о состоянии вегетативной регуляции у данной категории пациентов.

В последние десятилетия, связанность контуров вегетативной регуляции системы кровообращения привлекает все больше внимания исследователей в контексте кардиологии. Острый инфаркт миокарда (ОИМ) — серьезное заболевание, которое требует не только немедленного лечения, но и последующего внимательного наблюдения за восстановлением функций сердца. Изучение механизмов вегетативной регуляции при ОИМ может способствовать разработке новых подходов к реабилитации пациентов.

Острый инфаркт миокарда является одним из наиболее распространенных и опасных заболеваний сердечно-сосудистой системы. Нарушения вегетативной регуляции у больных ОИМ могут привести к развитию тяжелых осложнений, в том числе нарушений ритма сердца, артериальной гипертензии и сердечной недостаточности.

Данное исследование является актуальной. Будем опираться на гипотезу о том, что у пациентов после ОИМ наблюдаются специфические изменения в контурах вегетативной регуляции, которые могут быть связаны с риском развития осложнений. Для проверки гипотезы будет использован комплекс методов, включая статистический анализ и метод оценки связанности контуров вегетативной регуляции кровообращения с помощью расчета оценки степени фазовой синхронизации.

Описание структуры ВКР:

- 1 Объект и методы исследования
- 2 Выборы пациентов исследования
- 3 Метод статистического анализа
- 4 Метод анализ фазовой динамики.

Основное содержание работы. Для начала опишем организацию контуров вегетативного контроля кровообращения, обоснуем некоторые способы регистрации сигналов активности исследуемых объектов и методов анализа данных.

Объектом исследования в данной работе являются компоненты регуляции состояния сердечно-сосудистой системы (ССС). В регуляции работы ССС принимает участие сложные процессы комплексов компонентов контроля. Наибольшее влияние на регуляцию сердечного ритма и артериального давления оказывают симпатический и парасимпатический контуры, а также процесс дыхания и гуморальная регуляция.

При использовании некоторых методов, такие как спектральный, корреляционный и статистический анализа сигналов. Благодаря таким методам получаем информацию о функционировании контуров вегетативного контроля кровообращения (в первую очередь, с помощью сигнала последовательности RR-интервалов), также была выявлена возможность диагностики функционального состояния ССС, которые в свою очередь выявляют многие патологий, для того чтобы преждевременно предотвратить и не позволить развиться болезни болею сложную стадию.

В настоящее время методы статистического анализа и оценки фазовой динамики variability сердечного ритма широко используются в исследованиях и клинической медицине. Они применяются для прогнозирования риска смерти у людей с патологиями ССС, выявления групп риска по развитию опасных патологий, выбора эффективного медикаментозного лечения, более точного исследования организма во время физической нагрузки, оценки состояния внутренних систем и органов в

разных возрастных группах, а также для исследования состояния плода в акушерстве и других областях.

Спектральный и статистический анализ сигналов контуров вегетативного контроля кровообращения имеют свои ограничения из-за сложной организации регуляторных механизмов ССС и большого количества взаимодействующих нелинейных элементов. Для анализа таких сигналов необходимо использовать подходы, ориентированные на нелинейные системы, чтобы повысить точность исследований и получить новую важную информацию.

Однако для успешного внедрения нелинейных методов анализа взаимодействий сложных объектов биологической природы необходимо использовать специализированные методы, которые ориентированы на анализ конкретных систем, таких как контуры вегетативного контроля кровообращения. Параметры этих методов выбираются специально для анализа временных реализаций конкретных групп испытуемых. Разработка, настройка и апробация нелинейных методов анализа сигналов биофизической природы требуют специальных знаний и высокой квалификации исследования, поэтому их использование относительно редкое. Но, если эти методы получаются успешными, в конце получим важные результаты.

Выборы пациентов исследования. Современные исследования в области вегетативной регуляции после острого инфаркта миокарда сосредоточены на понимании механизмов, которые лежат в основе восстановления функций сердца и предотвращения повторных сердечно-сосудистых событий. Особое внимание уделяется методам неинвазивного мониторинга, таким как анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР), который позволяет оценить баланс между симпатической и парасимпатической активностью.

Недавние исследования показывают, что у пациентов с высокой вариабельностью сердечного ритма лучше прогнозы в отношении реабилитации и меньше риск развития постинфарктных осложнений. Кроме

того, исследуются новые фармакологические подходы, направленные на модуляцию вегетативной регуляции, что может способствовать улучшению исходов лечения.

Для дальнейших исследований нужно выбрать пациентов исследования. Он важен для обеспечения репрезентативности выборки и достоверности результатов. Основные моменты, которые следует рассмотреть:

1) возраст: участники должны быть в определенном возрастном диапазоне, чтобы обеспечить релевантность данных для возрастной группы, наиболее подверженной риску инфаркта миокарда;

2) пол: может быть важно включить участников обоих полов для изучения возможных различий в вегетативной регуляции;

3) анамнез: участники должны иметь подтвержденный диагноз острого инфаркта миокарда;

4) стадия Заболевания: участники должны находиться на определенной стадии восстановления после инфаркта, например, не менее 1 месяца и не более 6 месяцев после инфаркта;

5) отсутствие сопутствующих заболеваний: участники не должны иметь серьезных сопутствующих заболеваний, которые могут повлиять на результаты исследования, таких как хроническая сердечная недостаточность или диабет.

С помощью медицинских приборов, которые мы используем для анализа данных в научных исследованиях. Которые позволят точно измерить и проанализировать необходимые параметры. Список медицинских процедур, которые могут быть использованы:

1) кардиомониторы: использование ЭКГ для мониторинга сердечной активности;

2) измерение артериального давления: регулярное измерение давления для оценки работы сердечно-сосудистой системы;

- 3) анализ крови: определение уровней различных биомаркеров, связанных с сердечной функцией;
- 4) стресс-тесты: проведение тестов с физической нагрузкой для оценки реакции сердца на стресс;
- 5) импедансная кардиография: измерение изменений электрического сопротивления грудной клетки для оценки объема крови и скорости ее движения;
- 6) статистический анализ: применение статистических методов для анализа собранных данных и проверки гипотез.

Исследование будет опираться на гипотезу о том, что у пациентов после ОИМ наблюдаются специфические изменения в контурах вегетативной регуляции, которые могут быть связаны с риском развития осложнений. Для проверки этой гипотезы будет использован комплекс методов, включая статистический анализ и сравнение с контрольной группой здоровых лиц.

У пациентов с ОИМ в остром периоде выявлено статистически значимое снижение показателей ВРС (SDNN, RMSSD, pNN50) и повышение показателей АД (САД, ДАД, ПАД) по сравнению с контрольной группой.

Так для метода статического анализа данных здоровых и больных ОИМ пациентов возьмем несвязанные или независимые выборки. Таким образом, для несвязанных выборок характерно, что в них обязательно входят разные испытуемые.

Для оценки достоверности различий между несвязными выборками используется ряд непараметрических критериев. Одним из наиболее распространенных является U-критерий Манна-Уитни. Этот критерий применяют для оценки различий по уровню выраженности какого-либо признака для двух независимых (несвязных) выборок. При этом выборки могут различаться по числу входящих в них испытуемых.

Формула U-критерий Манна-Уитни:

$$U_{\text{эмп}} = n_1 * n_2 + \frac{n_x * (n_x - 1)}{2} * T_x, \quad (1)$$

где n_1 – количество испытуемых в первой выборке; n_2 – количество испытуемых во второй выборке; T_x – большая из двух ранговых сумм; n_x – количество испытуемых в группе с большей суммой рангов. Эмпирическое значение критерия $U_{эмп}$ отражает, насколько велика зона совпадения между рядами, поэтому чем меньше $U_{эмп}$, тем более вероятно, что различия достоверны.

В таблице 1 представлены все показатели здоровых и больных ОИМ, с помощью данных проанализируем с помощью U-критерий Манна-Уитни.

В ходе статистического анализа с помощью теста Манна-Уитни не было выявлено статистически значимых различий между показателями S ($U_{эмп}=448$, $U_{кр}=338$ при $p < 0.05$), SDNN ($U_{эмп}=297$, $U_{кр}=338$ при $p < 0.05$), RMSSD ($U_{эмп}=381$, $U_{кр}=338$ при $p < 0.05$) и PNN50 ($U_{эмп}=386$, $U_{кр}=338$ при $p < 0.05$).

С помощью оценки степени фазовой синхронизации систем, для которой необходимо будет рассчитать суммарный процент фазовой синхронизации.

Для количественной оценки синхронизации исследуемых процессов использовала суммарный процент фазовой синхронизации (индекс S), который представляет собой отношение суммы длин d_k интервалов синхронизации к общей длине T записи:

$$S = \frac{\sum_{k=1}^N d_k}{T} * 100\%, \quad (2)$$

где k – номер интервала синхронизации, а N – количество таких интервалов. Индекс S представляет собой процент времени, когда исследуемые процессы вегетативного контроля кровообращения проявляли фазовую синхронизацию.

С помощью готовой программы SurrSynch (2.33), которая позволяет загрузить результаты сигналов ФПГ и КИГ, представленные в текстовом

формате, и на выходе получить изображения промежуточных вычислений и искомый суммарный процент фазовой синхронизации S.

Так же для анализа данных ВРС (SDNN, RMSSD, pNN50) будем использовать другую программу Varistat.

- SDNN — это суммарный показатель variability интервалов R-R.
- RMSSD — это показатель, демонстрирующий физиологическое восстановление организма.
- pNN50 — это показатель, отражающий неравномерность вашего сердцебиения.

Полученные результаты были занесены в таблицу 1, чтобы можно было произвести сравнение здоровых пациентов и пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда. Для сравнения были рассчитаны такие показатели как среднее значение, стандартное отклонение, SDNN, RMSSD и pNN50.

Таблица 1 – Среднее значение, стандартное отклонение, SDNN, RMSSD и pNN50

№	Здоровые			Больные ОИМ				
	S	SDNN	RMSSD	PNN50	S	SDNN	RMSSD	PNN50
1	38.69	40.76	28.34	5.89	21.41	37.78	59.42	4.81
2	20.63	50.91	47.98	26.96	25.91	37.64	41.68	5.47
3	31.42	68.2	53.55	37.64	32.02	25.87	25.62	1.47
4	27.03	50.48	46.51	4.59	22.06	70.26	107.89	64.89
5	77.93	24.61	11.61	0.9	15.77	28.46	18.36	2.06
6	24.42	137.41	108.62	13.41	33.94	29.47	44.06	2.76
7	19.62	75.88	70.03	50.56	46.45	47.98	51.84	11.4
8	23.5	483.71	61.09	3.96	51.41	47.11	33.95	2.3
9	33.9	51.58	34.36	14	23.17	19.83	13.04	0
10	53.78	48.16	26.94	6.2	23.12	23.58	21.17	1.77
11	35.59	127.79	121.45	50.76	29.76	46.72	52.24	21.96
12	45.86	67.21	38.24	17.5	34.45	40.2	75.69	48.78
13	24.58	584.68	507.01	67.9	47.14	35.25	35.01	13.85
14	34.6	33	16.11	0.6	2	147.89	137.23	7
15	49.74	31.65	34.19	15.08	47.71	32.81	43.46	2.32

16	64.5	10	11.44	0	86.23	29.98	26.03	5.57
17	42.45	56.15	37.75	16.12	28.49	31.24	40.21	5.93
18	62.51	40.27	17.95	1.47	12.44	311.23	384.38	27.75
19	10	49.77	35.8	15.87	58.65	30.24	44.68	17.82
20	28.85	41.62	21.24	2.71	8	46.24	54.06	3.7
21	21.59	68.83	48.25	19.08	38	332	553.04	69.55
22	26.82	64.49	34.55	15.42	43.99	84.94	114.33	25.08
23	19.78	78.02	61.13	46.77	43.98	14.77	8.94	0
24	26.4	67.18	58.6	41.95	71.61	181.45	263.11	32.84
25	32.62	89.2	38.39	20.72	39.93	147.19	195.19	73.04
26	65.84	37.04	19.79	2.22	45.39	170.44	212.49	20.42
27	63.16	48.12	29.15	6.05	39.73	30.16	35.18	15.41
28	30.67	50.24	34.97	11.4	11.65	47.51	36.59	4.32
29	5	73.8	60.77	50.15	30.58	22.13	23.3	6.69
30	23.72	62.03	41.78	16.01	29.76	27.08	29.9	1.73
Ср.знач	35.50233	90.42633	58.58633	19.39633	34.847	72.58167	92.73633	16.68967
std	17.72161	124.1769	88.28268	18.62825	18.19995	81.58397	121.3661	21.12004

Исходя из таблицы, можно сказать, что суммарный процент фазовой синхронизации (S) у здорового пациента среднее значение -35.5%, а стандартное отклонение -17.72%, у больных пациентов среднее значение - 34.84%, а стандартное отклонение -18.19%.

По результатам анализа фазовой синхронизации тоже не было выявлено статистически значимых различий между групп здоровых и больных перенесших ОИМ.

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод о том, что было показано отсутствие различий в статистических характеристиках вариабельности сердечного ритма сразу после ОИМ. Изменение степени связанности контуров вегетативной регуляции кровообращения после ОИМ также не было обнаружено.

Эти результаты могут свидетельствовать о перспективности использование других более чувствительных методов, а также разработке новых для оценки состояния системы кровообращения после ОИМ.

14. 06 2021  Кувалович. М.А.