ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Байрамова Фарида Фазил-кзы

ОЦЕНКА ЛЕЧЕБНЫХ ПОДХОДОВ ПРИ ПЕРСИСТИРУЮЩЕЙ ФОРМЕ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

3.1.20. Кардиология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель
доктор медицинских наук
Зенин Сергей Анатольевич

Новосибирск – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. 4
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ГЕМОДИНАМИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) 11
1.1 Историческая справка. 11
1.2 Инструментальные методы исследования. 19
1.2.1 Трансторакальная эхокардиография. 21
1.2.2 Спекл-трекинг эхокардиография. 25
1.2.3 Магниторезонансная томография. 31
1.2.4 Однофотонная эмиссионная компьютерная томография. 34
1.2.5 Импедансная кардиография. 37
1.3 Особенности регистрации импедансных кардиограмм. 41
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. 46
2.1 Общая характеристика пациентов, включенных в исследование, дизайн исследования. 46
2.1.1 Включение в исследование. 48
2.1.2 Формирование групп. 49
2.1.3 Дизайн научного исследования. 50
2.2 Стандартный протокол импедансной кардиографии. 52
2.3 Оценка изменений сердечно-сосудистого статуса, полученной по данным импедансной кардиограммы. 53
2.4 Клиническая характеристика пациентов. 56
2.5 Динамическое наблюдение. 59
2.6 Статистический анализ. 59
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. 62
3.1 Анализ показателей гемодинамики исходно в обеих группах. 62
3.2 Анализ показателей гемодинамики через месяц в обеих группах. 66
3.3 Анализ индекса Гранова-Гурова. 79
3.4 Клинический пример 1. 81

3.5 Клинический пример 2. 84
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ. 86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ. 95
ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. 97
ВЫВОДЫ. 98
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ. 99
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ. 100
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ. 101
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. 103

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность избранной темы и степень разработанности темы диссертации

На сегодняшний день фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенной формой нарушения ритма сердца. Фибрилляция предсердий поражает более 33 миллионов человек во всем мире, при этом ее распространенность резко возросла с 33,5 миллиона до 59 миллионов в период с 2010 по 2019 год [71; 101], что оправдывает ее значимость в XXI веке. Также данная форма нарушения ритма влияет на образ жизни пациента, может привести к стойкой и/или временной нетрудоспособности пациента.

При различных формах фибрилляции предсердий осуществление контроля синусового ритма, возможно при помощи антиаритмических препаратов (ААП), кардиоверсии, в редких случаях, радиочастотной аблации. Эффективность медикаментозной консервативной терапии составляет 30–60 % в течение первого года заболевания [90].

Антиаритмическая терапия, хотя потенциально полезна для контроля ритма, часто сопровождается значительными побочными эффектами, особенно у пациентов со структурными заболеваниями сердца [90]. Стратегии контроля частоты сердечных сокращений, хотя и более безопасны, могут не устранить основное нарушение ритма и влияние на гемодинамические нарушения. Одной из основ к пониманию индивидуального подхода к терапии являются позитивные гемодинамические сдвиги, что явилось предметом анализа нашей работы, с использованием новой и не исследованной при ФП методики импедансной кардиографии.

Как один из современных способов оценки гемодинамических показателей, предложен метод импедансной кардиографии, основанный на системе NICAS NI Medical (Израиль), обеспечивающий возможность выбора индивидуализированной антиаритмической тактики на основе гемодинамических показателей, быстро определяющий эти параметры без использования

эхокардиографии. По данным европейских и американских исследований, актуальность методики NICAS подтверждена с 2009 г. [100], в России методику зарегистрировали в 2022 г. [6].

Кардиологическая неинвазивная система NICAS [76] – это биоимпедансная система для неинвазивной оценки и мониторинга параметров сердечно-сосудистой системы, а также содержания жидкости в организме и оксигенации крови. Система предоставляет данные в режиме реального времени по множеству параметров функционирования сердечно-сосудистой системы. Данные, полученные во время одной из сессий измерения, отображаются на экране в соответствии с настройками. Система позволяет сформировать отчет по пациенту и сохранить его, или следить за динамикой состояния сердца пациента. Также можно анализировать данные в хронологическом порядке и делать сравнительные отчеты.

Учитывая высокую клиническую и социальную значимость фибрилляции предсердий, следует провести комплексную оценку гемодинамических показателей, в том числе с применением импедансной кардиографии, и на основании полученных данных обосновать персонализированный подход к выбору антиаритмической терапии.

Научная гипотеза

Активная тактика по восстановлению синусового ритма у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий превосходит по гемодинамической эффективности тактику контроля частоты сердечных сокращений.

Цель исследования

Оценить изменения гемодинамических показателей у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий в зависимости от избранной лечебной стратегии с использованием импедансной кардиографии.

Задачи исследования

1. Проанализировать параметры импедансной кардиографии у пациентов групп контроля ритма и контроля частоты сердечных сокращений и сопоставить выраженность гемодинамических изменений при различных тактических подходах к лечению персистирующей формы фибрилляции предсердий.

2. Оценить информативность и обосновать целесообразность использования импедансной кардиографии при динамическом наблюдении пациентов с фибрилляцией предсердий.

3. Выявить приоритетные параметры импедансной кардиографии, указывающие на целесообразность смены лечебной тактики.

4. Провести сравнительный анализ гемодинамических параметров исходно и через один месяц и сопоставить функциональный ответ сердечно-сосудистой системы по данным импедансной кардиографии и эхокардиографии у пациентов группы контроля ритма.

Научная новизна

Впервые проведена комплексная динамическая оценка гемодинамических параметров у пациентов с персистирующей ФП с применением ИКГ, выделены наиболее чувствительные показатели и оценена целесообразность их клинического использования.

Уточнена связь изменений центральной гемодинамики с выбранной терапевтической тактикой.

Разработан подход к индивидуализации лечения на основе повторной оценки биоимпедансных параметров и индекса Гранова-Гура в сравнении с параметрами ультразвука.

Теоретическая и практическая значимость работы

В результате проведенного исследования разработан новый диагностический подход, позволяющий прогнозировать эффективность лечения фибрилляции предсердий, на основе оценки гемодинамики с использованием

параметров импедансной кардиографии. Результаты исследования могут быть использованы для выбора тактики индивидуального лечения пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий.

Методология и методы диссертационного исследования

Для выполнения данной работы рассматривались пациенты, которые находились на стационарном лечении кардиологического профиля на базах ГБУЗ НСО «Новосибирский областной клинический кардиологический диспансер», ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1», ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» г. Новосибирск», а также ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 25».

В рамках работы проведено комплексное клиническое, лабораторное и инструментальное обследование 194 больных с персистирующей формой фибрилляции предсердий в рамках проспективного исследования. Все этапы работы соответствовали этическим стандартам, протокол одобрен Комитетом по этике ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол № 161 от 14.10.2024). Включение пациентов в исследование осуществлялось на основании подписанного добровольного информированного согласия.

Положения, выносимые на защиту

1. Импедансная кардиография обеспечивает быструю неинвазивную оценку гемодинамических параметров и позволяет выполнять повторные изменения в необходимые сроки.

2. Динамика гемодинамических показателей при различных тактиках ведения пациентов с персистирующей формой фибрилляцией предсердий может использоваться для обоснования персонализированной коррекции терапии.

3. Значение индекса Гранова-Гура менее 11 условных единиц указывает на недостаточную эффективность проводимого лечения и необходимость оптимизации терапии.

Степень достоверности

Обеспечена проспективным дизайном, достаточным объемом наблюдений, применением стандартизированных клинических и инструментальных методов, повторной регистрацией показателей и статистической обработкой с использованием непараметрических критериев и PSM-сопоставления.

Апробация работы

Материалы диссертации были доложены и обсуждены на: конкурсе научных работ 21-го съезда молодых терапевтов, в рамках 32-го Российского национального конгресса «Человек и лекарство», для молодых ученых, интернов, ординаторов, аспирантов и специалистов практического здравоохранения (Москва, 2025); 16-й Российской (итоговой) научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых «АВИЦЕННА-2025», посвященная 90-летию НГМУ (Новосибирск, 2025); 8-й научно-практической конференции с международным участием «Желудочковые нарушения ритма сердца: диагностика, лечения, профилактика» (Москва, 2025); областной научно-практической конференции «Фундаментальные аспекты диагностики и терапии сердечно-сосудистых заболеваний и организационные мероприятия в решении задач профилактики, лечения и снижения сердечно-сосудистой смертности» (Новосибирск, 2025); 9-й научно-практической конференции с международным участием «Желудочковые нарушения ритма сердца: диагностика, лечения, профилактика» (Москва, 2026).

Диссертационная работа апробирована на заседании проблемной комиссии «Актуальные проблемы профилактики, диагностики и лечения внутренних болезней» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Новосибирск, 2026).

Диссертация выполнена в соответствии с утвержденным направлением научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России по теме «Клеточно-молекулярные и цитогенетические механизмы профессиональных, сердечно-сосудистых и

респираторных заболеваний в трудоспособном возрасте. Подходы к профилактике», номер государственной регистрации 125012200651-1.

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования внедрены в практику ГБУЗ НСО «Новосибирский областной клинический кардиологический диспансер», а также ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» г. Новосибирск», включая этап лечения и амбулаторное наблюдение.

По материалам работы получено свидетельство о государственной регистрации базы данных RU 2026622097 «Регистр профиля гемодинамические параметры, измеренные импедансной кардиографией у пациентов с фибрилляцией предсердий», а также подана заявка № 2026112635 на патент.

Опубликовано учебно-методическое пособие на тему «Биоимпедансная система измерения и анализа гемодинамических показателей у пациентов с фибрилляцией предсердий».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 7 научных работ, в том числе 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных и 3 статьи в научных журналах и изданиях, включённых в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, из них 1 статья в журнале, входящем в международную реферативную базу данных и систем цитирования Scopus.

Объем и структура работы

Диссертационная работа представлена в виде специально подготовленной рукописи и оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Диссертация изложена на 114 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, глав с описанием материала и методов

исследования, полученных результатов, обсуждения, заключения, ограничений исследования, выводов, практических рекомендаций, перспектив дальнейшей разработки темы, списка сокращений и условных обозначений и списка литературы. Список литературы представлен 101 источником, из которых 91 в зарубежных изданиях. Полученные результаты проиллюстрированы с помощью 20 таблиц и 3 рисунков.

Личный вклад автора

Личное участие автора заключалось в разработке методологии исследования; изучении и анализе литературы по теме диссертации; непосредственном отборе пациентов и формировании базы данных для последующего анализа; непосредственной регистрации биоимпедансных кардиограмм, проведения анализа изменений гемодинамики с применением импедансной кардиографии, проведении контрольных наблюдений и обследований пациентов; анализе результатов исследования и их статистической обработке.

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ГЕМОДИНАМИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Историческая справка

Представления о фибрилляции предсердий и ее влиянии на гемодинамику формировались постепенно: от описания нерегулярного пульса и первых электрокардиографических признаков аритмии до современных клинических исследований, сравнивающих контроль частоты сердечных сокращений, восстановление синусового ритма, катетерную абляцию и раннюю персонализированную терапию. Для пациентов с персистирующей и постоянной формами фибрилляции предсердий этот исторический путь имеет принципиальное значение, поскольку именно у данной категории больных особенно выражены нарушения наполнения желудочков, снижение вклада предсердий в сердечный выброс и ремоделирование камер сердца [59].

В конце XX – начале XXI века основная дискуссия в лечении фибрилляции предсердий была связана с выбором между стратегией контроля ритма и стратегией контроля частоты сердечных сокращений. В исследовании PIAF сравнивались фармакологический контроль частоты с использованием дилтиазема и контроль ритма с применением амиодарона и кардиоверсии. Было показано, что восстановление ритма не приводило к явному преимуществу по симптомам, хотя у части пациентов сопровождалось лучшей переносимостью физической нагрузки [59].

Сходная логика была использована в исследованиях STAF, RACE и HOT-CAFE, где у пациентов с персистирующей фибрилляцией предсердий сравнивались долгосрочные исходы при попытке восстановления синусового ритма и при медикаментозном контроле частоты. Эти работы не выявили убедительного статистически значимого преимущества рутинного контроля ритма по смертности и крупным сердечно-сосудистым событиям, что на определенный период усилило позиции стратегии контроля частоты, особенно у пожилых

пациентов и больных с высоким риском рецидива аритмии [18; 84; 85].

Крупное многоцентровое рандомизированное исследование AFFIRM (Atrial Fibrillation Follow-up Investigation of Rhythm Management), результаты которого были опубликованы в 2002 году, стало одним из ключевых этапов в формировании современных представлений о ведении пациентов с фибрилляцией предсердий [19]. В рамках исследования проводилось сравнение двух терапевтических стратегий: контроля ритма с восстановлением и поддержанием синусового ритма и контроля частоты сердечных сокращений при сохранении фибрилляции предсердий в нормосистолическом варианте.

Первая стратегия предполагала электрическую или медикаментозную кардиоверсию, а также длительную поддерживающую антиаритмическую терапию. Вторая была направлена на сохранение приемлемой частоты желудочковых сокращений с помощью препаратов, замедляющих атриовентрикулярное проведение. Исследование включило 4 060 пациентов, средний возраст которых составил (69,7 ± 9,0) года; артериальная гипертензия была отмечена у 70,8 %, ишемическая болезнь сердца – у 38,2 %. Среди 3 311 пациентов с эхокардиографическими данными увеличение левого предсердия выявлялось у 64,7 %, снижение функции левого желудочка – у 26 %.

По данным AFFIRM, в группе контроля ритма было зарегистрировано 356 смертей, а в группе контроля частоты – 310 смертей; пятилетняя смертность составила 23,8 % и 21,3 % соответственно. Отношение рисков достигало 1,15 (95 % ДИ 0,99–1,34; p = 0,08), что не подтвердило статистически значимого преимущества контроля ритма по общей выживаемости. При этом у пациентов, получавших стратегию контроля ритма, чаще отмечались госпитализации и нежелательные лекарственные реакции, связанные с антиаритмическими препаратами [19].

Особую группу составили пациенты с фибрилляцией предсердий и сердечной недостаточностью. В исследовании AF-CHF рутинный контроль ритма также не привел к снижению сердечно-сосудистой смертности по сравнению с контролем частоты у больных со сниженной фракцией выброса левого желудочка

[90]. Эти данные показали, что само по себе восстановление синусового ритма не гарантирует улучшения прогноза, если оно достигается поздно, сопровождается токсичностью антиаритмических препаратов или не приводит к устойчивому сохранению ритма.

Позднее внимание исследователей сместилось не только к вопросу «ритм или частота», но и к качеству контроля частоты. В исследовании RACE II было показано, что менее строгий контроль частоты сердечных сокращений может быть сопоставим со строгим контролем по клиническим исходам у стабильных пациентов с постоянной фибрилляцией предсердий [70]. Это имело практическое значение, поскольку позволило рассматривать индивидуальный целевой диапазон частоты сердечных сокращений с учетом симптомов, переносимости терапии и гемодинамического состояния.

Развитие катетерной аблации и новых подходов к антиаритмической терапии вновь усилило интерес к стратегии контроля ритма. В исследованиях FIRE AND ICE, CASTLE-AF и CABANA были получены данные о возможности улучшения контроля аритмии и, у отдельных групп пациентов, влияния на госпитализации и сердечно-сосудистые исходы при применении современных интервенционных технологий [31; 40; 47]. Особенно важными оказались результаты CASTLE-AF, где у пациентов с фибрилляцией предсердий и сердечной недостаточностью катетерная аблация ассоциировалась с более благоприятными исходами по сравнению с медикаментозной терапией [31].

В международном исследовании EAST-AFNET 4, опубликованном в 2020 году, Paulus Kirchhof и соавторы оценили эффективность раннего контроля ритма у пациентов с недавно диагностированной фибрилляцией предсердий и сердечно-сосудистыми заболеваниями [45]. В исследование были включены 2 789 пациентов из 135 центров, медианное время от постановки диагноза до рандомизации составило 36 дней. Ранний контроль ритма включал антиаритмическую терапию или катетерную аблацию, тогда как стандартное лечение предполагало восстановление ритма преимущественно при симптомах.

Первичная комбинированная конечная точка EAST-AFNET 4 включала

смерть от сердечно-сосудистых причин, инсульт, госпитализацию по поводу ухудшения сердечной недостаточности или острого коронарного синдрома. Исследование было досрочно прекращено после третьего промежуточного анализа в связи с эффективностью стратегии раннего контроля ритма. За медианный период наблюдения 5,1 года первичное событие произошло у 249 пациентов группы раннего контроля ритма и у 316 пациентов группы стандартной терапии; коэффициент риска составил 0,79 (96 % ДИ 0,66–0,94; p = 0,005). Количество ночей, проведенных в стационаре, существенно не различалось между группами [45].

Дополнительные данные в пользу более раннего активного вмешательства были получены в исследованиях, посвященных катетерной аблации как методу первичного или раннего контроля ритма. Так, в EARLY-AF криобаллонная аблация у пациентов с симптомной пароксизмальной фибрилляцией предсердий обеспечивала более низкую частоту рецидивов аритмии по сравнению с антиаритмическими препаратами [38]. Хотя данная популяция отличается от пациентов с персистирующей и постоянной формами, эти результаты отражают общий сдвиг современной аритмологии в сторону более раннего вмешательства до формирования, выраженного электрического и структурного ремоделирования предсердий.

Современные клинические рекомендации также подчеркивают необходимость комплексного подхода, включающего оценку риска тромбоэмболических осложнений, контроль симптомов, лечение сопутствующих заболеваний, выбор стратегии контроля ритма или частоты, а также динамическую переоценку состояния пациента [15]. В этом контексте гемодинамическая оценка приобретает самостоятельное значение, поскольку позволяет уточнить не только факт наличия аритмии, но и ее функциональные последствия для сердечного выброса, сосудистого сопротивления и переносимости терапии.

В современных клинических рекомендациях акцент делается не только на выборе антиаритмической стратегии, но и на характеристике клинического

профиля пациента. Joglar J. A. и соавторы в руководстве ACC/AHA/ACCP/HRS 2023 года рассматривают фибрилляцию предсердий как прогрессирующее состояние, при котором терапевтическая тактика должна зависеть от стадии аритмии, выраженности симптомов, риска тромбоэмболических осложнений, сопутствующей сердечной недостаточности и возможности модификации факторов риска [13]. Для настоящего исследования данный подход принципиален, поскольку персистирующая и постоянная формы фибрилляции предсердий отражают уже не начальную, а более устойчивую стадию аритмогенного процесса, где оценка гемодинамики помогает уточнить переносимость выбранной терапии.

Hindricks G. и соавторы в рекомендациях ESC 2020 года предложили интегрированный подход ABC, включающий профилактику инсульта, лучший контроль симптомов и коррекцию сердечно-сосудистых факторов риска [12]. В этой модели контроль ритма и контроль частоты не противопоставляются механически, а рассматриваются как части комплексного ведения пациента. Такой взгляд важен для анализа гемодинамических показателей, поскольку улучшение клинического состояния может быть связано не только с восстановлением ритма, но и с уменьшением частоты желудочковых сокращений, снижением перегрузки объемом, коррекцией артериального давления и лечением сопутствующей сердечной недостаточности.

В более поздних рекомендациях ESC 2024 года I. C. Van Gelder и соавторы усиливают идею динамического выбора стратегии лечения, указывая, что контроль ритма может иметь разные цели: уменьшение симптомов, профилактику прогрессирования аритмии, снижение риска сердечно-сосудистых событий у отдельных категорий пациентов и улучшение качества жизни [15]. В сравнении с ранними исследованиями начала 2000-х годов такой подход значительно более индивидуализирован. Он предполагает, что решение о терапии должно опираться не только на наличие фибрилляции предсердий как электрокардиографического феномена, но и на объективные функциональные последствия аритмии.

Сравнение ранних и современных исследований показывает, что различия

между результатами AFFIRM и EAST-AFNET 4 не являются противоречием в строгом смысле. В AFFIRM включались преимущественно пациенты старшего возраста с уже сформированной аритмией и высоким бременем сопутствующих заболеваний, а стратегия контроля ритма во многом основывалась на антиаритмических препаратах прежнего поколения. В EAST-AFNET 4 лечение начиналось рано, вскоре после установления диагноза, а контроль ритма включал более современные варианты терапии, включая аблацию [19; 45]. Поэтому современные авторы все чаще рассматривают фактор времени как один из ключевых элементов успеха лечения.

Для пациентов с постоянной формой фибрилляции предсердий особое значение сохраняет контроль частоты сердечных сокращений. D. Kotecha и соавторы в исследовании RATE-AF сравнили дигоксин и бисопролол у пациентов пожилого возраста с постоянной фибрилляцией предсердий и симптомами сердечной недостаточности [48]. Авторы не выявили статистически значимого различия по первичному показателю качества жизни через 6 месяцев, однако показали, что выбор препарата для урежения ритма должен учитывать не только частоту сердечных сокращений, но и симптомы, уровень NT-proBNP, переносимость терапии и сопутствующую патологию. Этот вывод близок к теме настоящего исследования, поскольку гемодинамический ответ может различаться при одинаковой частоте пульса.

Отдельное направление современных работ связано с влиянием модифицируемых факторов риска на течение фибрилляции предсердий. Abed H. S. и соавторы показали, что снижение массы тела и коррекция кардиометаболических нарушений уменьшают выраженность симптомов и бремя фибрилляции предсердий [50]. Pathak R. K. и соавторы в исследовании LEGACY подчеркнули значение устойчивого снижения массы тела для уменьшения аритмической нагрузки и поддержания синусового ритма [72]. Эти данные расширяют представление о терапии: лечение фибрилляции предсердий не может ограничиваться только антиаритмическим препаратом или контролем частоты, поскольку структурное ремоделирование предсердий тесно связано с ожирением,

гипертензией, апноэ сна и метаболическими нарушениями.

В исследовании ARREST-AF R. K. Pathak и соавторы также показали, что агрессивная коррекция факторов риска и массы тела улучшает результаты катетерной аблации [20]. С позиции гемодинамики это важно потому, что факторы риска влияют не только на вероятность рецидива аритмии, но и на сосудистое сопротивление, диастолическую функцию, объемную нагрузку и толерантность к физической активности. Следовательно, при анализе эффективности терапии у пациентов с фибрилляцией предсердий необходимо учитывать не только факт восстановления ритма, но и общий функциональный профиль сердечно-сосудистой системы.

Российские клинические рекомендации и обзорные работы дополняют международные данные с позиции отечественной кардиологической практики. Аракелян М. Г. и соавторы систематизируют подходы к диагностике и лечению фибрилляции и трепетания предсердий, выделяя значение стратификации риска, антикоагулянтной терапии, контроля симптомов и выбора между восстановлением ритма и урежением частоты желудочковых сокращений [9]. Тарзиманова А. И. рассматривает фибрилляцию предсердий как неоднородное клиническое состояние, при котором классификация формы аритмии должна сочетаться с оценкой симптомов, сопутствующих заболеваний и возможностей современной антиаритмической терапии [7; 8].

Филатов А. Г. и соавторы обращают внимание на растущую роль интервенционных методов лечения фибрилляции предсердий, однако подчеркивают необходимость отбора пациентов с учетом структурного состояния сердца, длительности аритмии и вероятности рецидива [3]. В работах А. В. Ардашева, Л. Е. Коробченко, С. Ю. Никулиной и Н. Н. Необутова прослеживается общая идея: прогноз при фибрилляции предсердий определяется не только самой аритмией, но и ремоделированием миокарда, коморбидным фоном, динамикой терапии и возможностью раннего выявления неблагоприятных клинических признаков [2; 4; 5; 10]. Эти положения расширяют исторический обзор, поскольку показывают переход от сравнения отдельных терапевтических

стратегий к комплексной оценке пациента.

Подходы авторов к выбору терапевтической стратегии при фибрилляции предсердий представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Подходы авторов к выбору терапевтической стратегии при фибрилляции предсердий

Источник	Клинический акцент	Значение для оценки гемодинамики
AFFIRM, D. G. Wyse и соавт. [19]	сравнение контроля ритма и контроля частоты у пациентов с высоким сердечно-сосудистым риском	показано, что восстановление ритма не всегда улучшает выживаемость, поэтому необходима оценка функционального ответа, а не только факта синусового ритма
EAST-AFNET 4, P. Kirchhof и соавт. [45]	ранний контроль ритма при недавно диагностированной фибрилляции предсердий	подчеркивает значение ранней тактики до выраженного ремоделирования и обосновывает динамический контроль сердечно-сосудистых исходов
RATE-AF, D. Kotecha и соавт. [48]	сравнение препаратов контроля частоты при постоянной фибрилляции предсердий и симптомах сердечной недостаточности	демонстрирует, что одинаковая частота сердечных сокращений не исключает различий по симптомам и нейрогуморальным показателям
ESC 2024, I. C. Van Gelder и соавт. [15]	персонализированное ведение, включающее контроль симптомов, профилактику осложнений и лечение сопутствующих заболеваний	закрепляет необходимость комплексной оценки пациента, в том числе гемодинамических последствий аритмии и терапии

Таким образом, историческое развитие подходов к лечению фибрилляции предсердий демонстрирует переход от универсального противопоставления контроля ритма и контроля частоты к более дифференцированной модели. Ранние исследования PIAF, STAF, RACE, AFFIRM, HOT-CAFE и AF-CHF показали отсутствие очевидного преимущества позднего или рутинного восстановления ритма у широких групп пациентов, тогда как более поздние исследования

CASTLE-AF, CABANA, EAST-AFNET 4 и EARLY-AF подтвердили значение раннего и правильно отобранного контроля ритма. Для пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий принципиальным становится не только выбор антиаритмической тактики, но и объективная оценка гемодинамического ответа на лечение.

1.2 Инструментальные методы исследования

Оценка гемодинамики у пациентов с фибрилляцией предсердий требует сочетания структурных, функциональных и динамических методов исследования. Ни один инструментальный подход не является универсальным: эхокардиография позволяет оценить размеры камер и функцию миокарда, спекл-трекинг уточняет скрытые нарушения деформации, магниторезонансная томография дает детальную информацию о структуре миокарда и предсердий, радионуклидные методы характеризуют перфузию, а импедансная кардиография обеспечивает повторную неинвазивную оценку центральной гемодинамики. Поэтому в литературе все чаще обсуждается не конкуренция методов, а их взаимодополняющее применение [34; 69; 86].

Методологически все инструментальные подходы можно разделить на три группы. Первая группа включает методы структурной визуализации, позволяющие оценить размеры камер сердца, клапанный аппарат, фракцию выброса и признаки ремоделирования. Вторая группа объединяет методы функциональной визуализации, ориентированные на перфузию, деформацию миокарда и тканевые характеристики. Третья группа представлена методами динамического гемодинамического мониторинга, к которым относится импедансная кардиография. Для пациентов с фибрилляцией предсердий наиболее информативным является сочетание этих групп, поскольку аритмия одновременно влияет на ритм, наполнение желудочков, сократимость миокарда и сосудистый ответ [76; 86].

При выборе метода исследования важно учитывать, какой именно вопрос должен быть решен. Если необходимо выявить дилатацию левого предсердия или снижение фракции выброса, достаточным первым этапом обычно является трансторакальная эхокардиография [86]. Если требуется оценить скрытую дисфункцию при сохраненной фракции выброса, более информативным становится спекл-трекинг [69]. Если необходимо уточнить фиброз, объемы камер или анатомический субстрат аритмии, используются возможности МРТ [34]. При подозрении на ишемическое происхождение гемодинамического ухудшения целесообразно применение методов перфузионной визуализации. Если же требуется повторно оценивать сердечный выброс и сосудистое сопротивление в процессе лечения, практическое значение приобретает импедансная кардиография [76].

Сравнительная характеристика инструментальных методов оценки сердечно-сосудистой системы при фибрилляции предсердий представлена в Таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика инструментальных методов оценки гемодинамики при фибрилляции предсердий

Метод	Основные параметры	Преимущества	Ограничения
Трансторакальная эхокардиография	размеры камер, фракция выброса, клапанные нарушения, давление наполнения.	доступность, отсутствие лучевой нагрузки, возможность первичной оценки структуры сердца.	зависимость от акустического окна и нерегулярности сердечных циклов при фп.
Спекл-трекинг эхокардиография	GLS, деформация левого предсердия, скоростные показатели деформации.	выявление субклинической дисфункции при сохраненной фракции выброса.	необходимость качественного изображения, программного обеспечения и опыта специалиста.

Продолжение Таблицы 2

Метод	Основные параметры	Преимущества	Ограничения
МРТ сердца	объемы камер, функция желудочков и предсердий, фиброз миокарда, деформация.	высокая воспроизводимость, тканевая характеристика, уточнение субстрата аритмии.	стоимость, длительность, противопоказания, артефакты при нерегулярном ритме.
SPECT/MPI	перфузия миокарда, стресс-индуцированная ишемия, функциональный резерв.	оценка ишемического компонента, стратификация риска при ибс.	лучевая нагрузка, опосредованная оценка гемодинамики.
Импедансная кардиография	сердечный выброс, ударный объем, сердечный индекс, общее периферическое сопротивление.	быстрое повторное измерение, отсутствие инвазивности и лучевой нагрузки.	зависимость от контакта электродов, периферической перфузии и ритма сердца.

Таким образом, инструментальная оценка гемодинамики при фибрилляции предсердий должна строиться как многоуровневая система. Визуализирующие методы позволяют определить структурный субстрат заболевания, тогда как функциональные и мониторинговые технологии дают возможность оценить текущие последствия аритмии и терапии. Такое сочетание особенно важно при персистирующей форме фибрилляции предсердий, когда клиническая картина не всегда соответствует степени нарушения центральной гемодинамики.

1.2.1 Трансторакальная эхокардиография

Трансторакальная эхокардиография является базовым методом визуализации сердца у пациентов с фибрилляцией предсердий. Она применяется для оценки размеров левого предсердия, объема и фракции выброса левого желудочка, состояния клапанного аппарата, давления в легочной артерии,

признаков диастолической дисфункции и структурного ремоделирования. В рекомендациях по количественной оценке камер сердца подчеркивается, что именно объемные показатели левого предсердия и левого желудочка имеют большее клиническое значение, чем изолированные линейные размеры [86].

У пациентов с фибрилляцией предсердий эхокардиографическая оценка имеет методические особенности. Нерегулярность интервалов R–R влияет на наполнение желудочков, ударный объем и допплеровские показатели, поэтому измерения обычно выполняют с усреднением нескольких сердечных циклов. При анализе диастолической функции особенно важны E/e’, объем левого предсердия, скорость трикуспидальной регургитации и другие параметры, поскольку стандартные алгоритмы, разработанные для синусового ритма, требуют осторожной интерпретации при аритмии [87].

В раннем исследовании «Hemodynamics and echocardiograms before and after cardioversion of atrial fibrillation to normal sinus rhythm» были изучены гемодинамические и эхокардиографические показатели у 15 пациентов до кардиоверсии, сразу после нее, а также через 1, 3 и 5 часов после восстановления синусового ритма [58]. Через 5 часов после кардиоверсии отмечалось достоверное повышение сердечного индекса ($p < 0,005$), ударного индекса ($p < 0,005$) и ударного рабочего индекса ($p < 0,025$). На более ранних этапах наблюдения изменения носили менее устойчивый характер, что отражало постепенную адаптацию гемодинамики после восстановления регулярного ритма.

При этом существенных изменений частоты сердечных сокращений, среднего давления заклинивания легочных капилляров, размера левого предсердия, конечно-диастолического и конечно-систолического размеров левого желудочка выявлено не было. Этот результат важен методологически: раннее улучшение сердечного выброса после кардиоверсии не обязательно сопровождается быстрым изменением размеров камер сердца. Вероятнее, оно связано с восстановлением регулярности сокращений, улучшением наполнения желудочков и частичным восстановлением предсердного вклада.

При последующем наблюдении от одной недели до девяти месяцев у 10 из

15 пациентов сохранялся синусовый ритм. Однако ни размер левого предсердия, ни динамика гемодинамических показателей, ни параметры LVEDD и LVESD, ни наличие или амплитуда зубца А на эхограмме митрального клапана не продемонстрировали достоверной связи с удержанием синусового ритма [58]. Это показывает, что стандартная эхокардиография хорошо отражает текущее структурно-функциональное состояние сердца, но ее прогностические возможности при оценке устойчивости ритма ограничены.

В дальнейшем эхокардиография стала использоваться не только для описания исходного состояния, но и для отбора пациентов к различным вариантам терапии. Увеличение левого предсердия, снижение фракции выброса, выраженная клапанная патология и признаки повышенного давления наполнения рассматриваются как параметры, которые могут влиять на выбор между контролем ритма, контролем частоты и интервенционным лечением. В этой связи трансторакальная эхокардиография остается обязательным звеном первичной и динамической оценки пациентов с фибрилляцией предсердий.

Lang R. M. и соавторы в рекомендациях по количественной оценке камер сердца подчеркивают необходимость стандартизированного измерения объемов левого предсердия и левого желудочка, поскольку именно объемные характеристики лучше отражают хроническую нагрузку давлением и объемом [86]. Для больных с фибрилляцией предсердий это особенно важно: линейный размер левого предсердия может недооценивать степень ремоделирования, тогда как индекс объема левого предсердия точнее характеризует длительность и выраженность предсердной перегрузки.

Nagueh S. F. и соавторы обращают внимание на сложность оценки диастолической функции у пациентов с нерегулярным ритмом [87]. При фибрилляции предсердий отсутствует полноценная предсердная систола, а допплеровские показатели меняются от цикла к циклу. Поэтому авторы рекомендуют учитывать совокупность параметров: E/e’, объем левого предсердия, скорость трикуспидальной регургитации и дополнительные признаки повышенного давления наполнения. Для настоящего исследования это положение

имеет значение, поскольку гемодинамические показатели при ФП зависят не только от частоты, но и от диастолического наполнения.

Thomas L. и соавторы рассматривают левое предсердие не только как анатомическую камеру, но и как функциональный индикатор хронического давления наполнения и предсердного ремоделирования [53]. Авторы подчеркивают, что оценка резервуарной, проводниковой и сократительной функции предсердия может дать более глубокое представление о состоянии пациента, чем изолированное измерение размера. Этот подход сближает стандартную эхокардиографию со спекл-трекингом и МРТ, поскольку во всех случаях внимание переносится с геометрии камеры на ее функцию.

В клинической практике трансторакальная эхокардиография также используется для исключения альтернативных причин ухудшения гемодинамики: выраженных клапанных пороков, дилатационной кардиомиопатии, легочной гипертензии, значимого снижения фракции выброса. У пациентов с персистирующей и постоянной фибрилляцией предсердий это особенно важно, поскольку одышка, утомляемость и снижение толерантности к нагрузке могут быть связаны не только с аритмией, но и с сопутствующим поражением миокарда или клапанов.

Сопоставление работ R. M. Lang, S. F. Nagueh и L. Thomas показывает общую тенденцию: эхокардиография постепенно переходит от описания отдельных размеров к комплексной оценке структурно-функционального профиля сердца [53; 86; 87]. При этом стандартный метод остается исходной точкой диагностики, но для оценки тонких функциональных изменений требуется дополнение другими технологиями. В этом заключается методологическое основание для включения импедансной кардиографии в динамическое наблюдение, поскольку она позволяет быстро оценить функциональное состояние кровообращения между визуализирующими исследованиями.

Рекомендации C. Mitchell и соавторов по выполнению комплексного трансторакального эхокардиографического исследования уточняют техническую сторону данного подхода: полноценная оценка должна включать стандартные

срезы, допплеровские режимы, анализ камер сердца и клапанного аппарата [55]. В исследовании M. Ji и соавторов подчеркивается, что при фибрилляции предсердий особое значение имеет не только размер левого предсердия, но и его функциональное состояние, поскольку именно левопредсердное ремоделирование отражает длительность и устойчивость аритмии [26].

Gupta D. K. и соавторы на материале исследования ENGAGE AF-TIMI 48 показали, что структура и функция левого предсердия связаны с клиническим профилем пациентов с фибрилляцией предсердий и могут использоваться для более точной оценки риска [67]. Liao J. N. и соавторы, анализируя глобальную продольную деформацию левого предсердия, также отмечают ее дополнительную прогностическую ценность по сравнению с традиционными эхокардиографическими параметрами [54]. Следовательно, современная эхокардиография постепенно сближается с функциональной оценкой гемодинамики, поскольку позволяет изучать не только геометрию камер, но и механические последствия аритмии.

Таким образом, трансторакальная эхокардиография является основным методом структурно-функциональной оценки сердца при фибрилляции предсердий. Она позволяет выявить ремоделирование камер, оценить систолическую и диастолическую функцию, а также проследить изменения после кардиоверсии или медикаментозной терапии. Вместе с тем нерегулярный ритм и зависимость результатов от качества акустического окна ограничивают точность отдельных показателей, что обосновывает применение дополнительных методов оценки гемодинамики.

1.2.2 Спекл-трекинг эхокардиография

Спекл-трекинг эхокардиография представляет собой метод ультразвукового анализа деформации миокарда, основанный на отслеживании естественных акустических маркеров («speckles») в серошкальном изображении. В отличие от традиционной оценки фракции выброса, данный подход позволяет количественно

оценивать продольную, циркулярную и радиальную деформацию, а также скоростные характеристики сокращения и расслабления миокарда. При фибрилляции предсердий это особенно важно, поскольку снижение деформации может выявляться еще до выраженного падения фракции выброса.

В исследовании «Left ventricular dysfunction in atrial fibrillation and heart failure risk» изучались функциональные взаимосвязи, клиническая значимость и прогностические последствия показателей деформации левого желудочка у пациентов с фибрилляцией предсердий [69]. В анализ были включены 1 483 пациента с впервые диагностированной фибрилляцией предсердий; средний возраст составил (71,6 ± 12,4) года, мужчины – 55,5 % выборки. Оценивались пиковая глобальная продольная деформация левого желудочка (GLS), скорость систолической деформации (SRs) и скорость ранней диастолической деформации (SRe).

У обследованных пациентов отмечалось ухудшение продольной сократимости миокарда: среднее значение GLS составило (12,6 ± 3,9) %, а показатели SRs и SRe – (0,86 ± 0,27) и (1,25 ± 0,41) с$^{-1}$ соответственно. Нарушение деформации независимо ассоциировалось с более высоким уровнем С-реактивного белка, повышением N-концевого натрийуретического пептида pro-B-типа, увеличением E/e’, снижением фракции выброса левого желудочка менее 50 %, уменьшением скорости клубочковой фильтрации, наличием постоянной формы фибрилляции предсердий и клиническими признаками сердечной недостаточности.

Образцы полученных данных представлены на Рисунке 1.

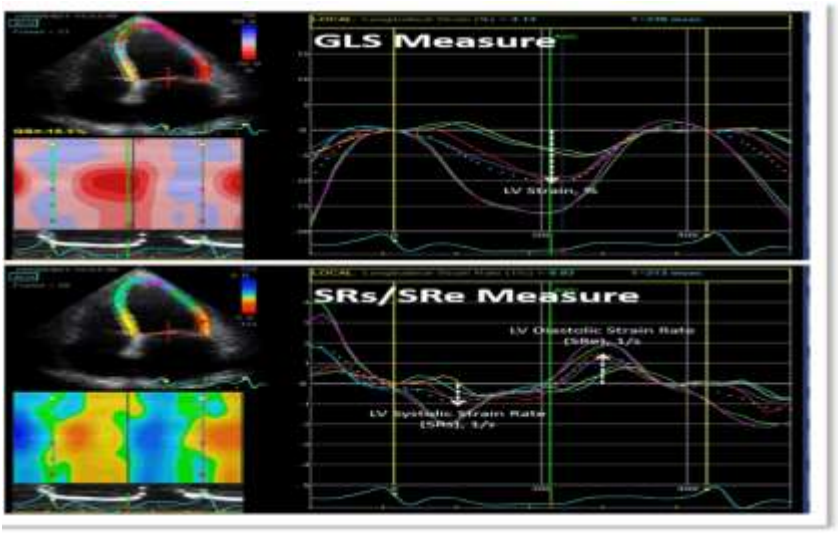


Рисунок 1 – Иллюстрация измерения спекл-трекинга глобальной продольной деформации левого желудочка и кривых скорости деформации в апикальной четырехкамерной проекции

Несмотря на сохраненное среднее значение фракции выброса левого желудочка (58,4 ± 14,2) %), патологическое значение GLS менее 14,7 % выявлялось у 67,8 % пациентов. Ухудшение GLS и SRe было связано с более высокой частотой повторных госпитализаций и смертей, обусловленных сердечной недостаточностью, в течение медианного периода наблюдения 2,9 года. Эта зависимость сохранялась в многофакторных моделях, включавших фракцию выброса, индекс массы левого желудочка и E/e’ ($p < 0,001$) [69].

Клиническая ценность спекл-трекинга подтверждается и другими исследованиями. В обзоре M. Cameli и соавторов подчеркивается, что деформация левого предсердия может использоваться для оценки риска возникновения фибрилляции предсердий, выраженности предсердного ремоделирования и вероятности рецидива после кардиоверсии или аблации [65]. В исследовании A. S. Parwani и соавторов снижение деформации левого предсердия было связано с более высокой вероятностью повторных предсердных аритмий после аблации, что подтверждает прогностическую роль данного параметра [64].

Важным методическим вопросом остается воспроизводимость измерений. Sareban M. и соавторы показали, что показатели деформации предсердий могут быть достаточно надежными при соблюдении единого протокола регистрации и анализа, однако результаты зависят от качества изображения, выбранного программного обеспечения и опыта специалиста [89]. Именно поэтому интерпретация спекл-трекинга должна выполняться с учетом клинического контекста и стандартных эхокардиографических данных.

Практическими ограничениями метода являются высокая требовательность к качеству визуализации, необходимость специализированного программного обеспечения, зависимость от квалификации врача и увеличение продолжительности исследования. При фибрилляции предсердий дополнительную сложность создает нерегулярность сердечных циклов, требующая выбора репрезентативных комплексов и усреднения результатов. Тем не менее, метод позволяет получить информацию, недоступную при использовании только фракции выброса.

Анализ литературы показывает, что особое внимание в последние годы уделяется не только деформации левого желудочка, но и деформации левого предсердия. Cameli M. и соавторы рассматривают левопредсердный strain (деформация левого предсердия, измеряет степень растяжения и сокращения стенок левого предсердия во время сердечного цикла) как показатель, который отражает резервуарную функцию предсердия и может быть связан с риском возникновения и рецидива фибрилляции предсердий [65]. Авторы подчеркивают, что левое предсердие при ФП является не пассивным маркером, а активным участником патологического процесса, поскольку его фиброз и снижение растяжимости влияют на наполнение левого желудочка.

Parwani A. S. и соавторы показали, что снижение деформации левого предсердия может прогнозировать рецидив предсердных аритмий после катетерной аблации персистирующей фибрилляции предсердий [64]. Для настоящего исследования это положение важно тем, что инструментальные показатели могут использоваться не только для описания исходного состояния, но

и для прогностической стратификации. При этом авторы фактически связывают механическую функцию предсердия с устойчивостью электрического ритма.

Sareban M. и соавторы, анализируя воспроизводимость биатриальной деформации, указывают, что результаты спекл-трекинга существенно зависят от стандартизации методики [89]. Это обстоятельство ограничивает прямое сравнение данных разных центров и программных платформ. В клинической практике оно требует осторожности: даже высокоинформативный показатель теряет ценность, если измеряется нерегулярно, без учета качества изображения и условий регистрации.

Javadi N. и соавторы в современном обзоре подчеркивают, что оценка деформации левого предсердия становится одним из наиболее перспективных направлений функциональной эхокардиографии при сердечной недостаточности и фибрилляции предсердий [66]. Авторы отмечают, что данный показатель отражает суммарное влияние давления наполнения, фиброза, растяжимости предсердной стенки и состояния желудочково-предсердного взаимодействия. Это особенно важно для пациентов с сохраненной фракцией выброса, у которых стандартные показатели могут оставаться в пределах нормы.

В исследовании S. Lu и соавторов, выполненном с использованием спекл-трекинг эхокардиографии, анализировались особенности ремоделирования левого предсердия и левого желудочка при разных вариантах фибрилляции предсердий [52]. Авторы показали, что прогрессирование формы ФП сопровождается изменениями как предсердной, так и желудочковой механики. Эти данные дополняют результаты J. Y. Kuo и соавторов: даже при сохраненной фракции выброса нарушение деформации может указывать на более глубокое вовлечение миокарда в патологический процесс [69].

Следовательно, спекл-трекинг эхокардиография занимает промежуточное положение между стандартной визуализацией и более сложными методами тканевой характеристики. Она доступнее МРТ, но позволяет выйти за пределы простой оценки фракции выброса. В отношении темы настоящего исследования метод демонстрирует, что гемодинамические нарушения при фибрилляции

предсердий не сводятся к частоте сердечных сокращений: они включают изменения механики предсердий, продольной функции желудочков и взаимодействия камер сердца.

Bao L. и соавторы, используя трехмерную спекл-трекинг эхокардиографию, показали, что морфофункциональное ремоделирование левого предсердия может использоваться для выявления пациентов с фибрилляцией предсердий и уточнения степени нарушения предсердной механики [62]. Kuppahally S. S. и соавторы ранее связали снижение деформации и скорости деформации левого предсердия с фиброзом, выявляемым при МРТ с отсроченным контрастированием, что подтверждает связь между механической дисфункцией и структурным субстратом аритмии [63].

Potter E. и Marwick T. H. обосновывают необходимость более широкого использования глобальной продольной деформации наряду с фракцией выброса, поскольку GLS позволяет выявлять раннюю систолическую дисфункцию до снижения традиционных показателей [80]. Smiseth O. A. и соавторы, рассматривая клиническую применимость strain-визуализации, отмечают, что ценность метода возрастает тогда, когда результат влияет на стратификацию риска и выбор лечебной тактики [75]. В метаанализе F. Jia и соавторов левопредсердная деформация также рассматривается как прогностический маркер при сердечной недостаточности [82], что важно для пациентов с фибрилляцией предсердий и признаками гемодинамической перегрузки.

Таким образом, спекл-трекинг эхокардиография расширяет возможности стандартной эхокардиографии за счет количественной оценки деформации миокарда и предсердий. У пациентов с фибрилляцией предсердий метод позволяет выявлять скрытую дисфункцию левого желудочка и левого предсердия, уточнять риск сердечной недостаточности и неблагоприятных исходов. Его широкое применение ограничивается техническими и организационными условиями, однако в составе комплексной оценки гемодинамики данный подход имеет высокую диагностическую и прогностическую ценность.

1.2.3 Магниторезонансная томография

Магниторезонансная томография сердца является высокоточным методом оценки анатомии, функции и тканевых характеристик миокарда. При фибрилляции предсердий особое значение имеют оценка объема левого предсердия, его резервуарной, проводниковой и сократительной функции, а также выявление фиброза предсердного миокарда с помощью позднего контрастирования гадолинием. Эти параметры отражают степень структурного ремоделирования и могут быть связаны с устойчивостью аритмии и эффективностью вмешательств.

В исследовании M. M. Benjamin и соавторов была поставлена задача сравнить показатели функции левого предсердия, полученные с помощью спекл-трекинг эхокардиографии и магниторезонансной томографии сердца, а также оценить воспроизводимость измерений [34]. В работу были включены 70 лиц без клинически значимых сердечно-сосудистых заболеваний; средний возраст составил (42,1 ± 17) лет, мужчины – 44 %. Всем участникам в течение шести месяцев выполнялись оба исследования.

Авторы анализировали резервуарную деформацию (ЄR), деформацию проводниковой функции (ЄCD) и сократительную деформацию (ЄCT) левого предсердия. Межмодальная согласованность для ЄR, ЄCT и ЄCD составила 0,66 (95 % ДИ 0,44–0,79), 0,63 (95 % ДИ 0,40–0,77) и 0,56 (95 % ДИ 0,30–0,73) соответственно. Абсолютные значения деформации при МРТ были выше, чем при спекл-трекинг эхокардиографии, что указывает на методологические различия и необходимость осторожного сравнения результатов между методами [34].

Отдельное направление применения МРТ при фибрилляции предсердий связано с оценкой фиброза левого предсердия. В исследовании DECAAF было показано, что выраженность предсердного фиброза, определяемого с помощью позднего контрастирования, связана с результатами катетерной аблации и риском рецидива аритмии [27]. Позднее в DECAAF II проверялась гипотеза о пользе МРТ-направленной аблации зон фиброза у пациентов с персистирующей

фибрилляцией предсердий; добавление такой стратегии к изоляции легочных вен не привело к достоверному снижению рецидивов предсердной аритмии, что подчеркнуло сложность прямого переноса визуализирующих данных в интервенционную тактику [49].

Benjamin M. M. и соавторы в другой работе, посвященной МРТ-оценке функции левого предсердия после катетерной аблации, показали, что параметры объема и деформации предсердий связаны с рецидивом аритмии при длительном наблюдении [28]. Авторы обращают внимание на то, что анатомические и функциональные характеристики предсердия после вмешательства могут иметь самостоятельную прогностическую ценность. Это подчеркивает роль МРТ не только как метода визуализации, но и как инструмента оценки механического восстановления предсердия.

Marrouche N. F. и соавторы в исследовании DECAAF предложили рассматривать предсердный фиброз как важный морфологический субстрат фибрилляции предсердий [27]. Чем выраженнее фиброз по данным позднего контрастирования, тем выше вероятность рецидива после аблации. Такой подход изменил представление о ФП: аритмия стала рассматриваться не только как электрическое нарушение, но и как проявление структурного заболевания предсердного миокарда.

В исследовании DECAAF II Marrouche N. F. и соавторы проверили, может ли МРТ-направленная аблация зон фиброза улучшить результаты лечения персистирующей фибрилляции предсердий [49]. Несмотря на логичность гипотезы, добавление аблации фиброзных зон к стандартной изоляции легочных вен не обеспечило достоверного снижения рецидивов. Этот результат важен методологически: наличие точного визуализирующего маркера не всегда означает, что его механическое устранение автоматически улучшит исходы.

Сопоставление DECAAF и DECAAF II показывает двойственную роль МРТ. С одной стороны, метод хорошо характеризует субстрат аритмии и помогает стратифицировать риск. С другой стороны, сама по себе визуализация фиброза не решает вопрос о наиболее эффективной лечебной тактике. Для настоящего

исследования это означает, что структурные данные должны дополняться функциональными показателями гемодинамики, поскольку именно они отражают текущую переносимость аритмии и терапии.

Магнитно-резонансная томография сердца особенно ценна в тех случаях, когда эхокардиографическое окно ограничено, имеются сомнения в точности фракции выброса, требуется уточнение кардиомиопатии или оценка рубцово-фиброзных изменений. Однако в повседневном динамическом наблюдении пациентов с фибрилляцией предсердий метод имеет ограниченное применение из-за стоимости и организационной сложности. Поэтому МРТ чаще выполняет роль углубленного уточняющего метода, а не инструмента регулярного мониторинга лечения.

Стандартизированные протоколы CMR, описанные C. M. Kramer и соавторами, а также рекомендации J. Schulz-Menger и соавторов по постобработке изображений подчеркивают, что диагностическая ценность МРТ зависит от единых подходов к получению и интерпретации данных [95; 96]. Messroghli D. R. и соавторы дополняют эти положения рекомендациями по картированию T1, T2, T2* и расчету внеклеточного объема, что расширяет возможности тканевой характеристики миокарда [33].

Petersen S. E. и соавторы представили референсные диапазоны структуры и функции сердца по данным МРТ в популяционной когорте U. K. Biobank [88]. Такие данные важны для интерпретации индивидуальных показателей пациента, поскольку позволяют отличать патологическое ремоделирование от вариантов нормы. Olsen F. J. и соавторы рассматривают мультимодальную визуализацию функции левого предсердия как перспективный подход при предсердных аритмиях, где МРТ, эхокардиография и strain-методики дополняют друг друга [74].

Таким образом, магниторезонансная томография сердца предоставляет расширенные возможности для анализа структуры и функции предсердий и желудочков у пациентов с фибрилляцией предсердий. Метод дополняет эхокардиографию в случаях, когда требуется высокая точность измерений, оценка фиброза или уточнение анатомического субстрата аритмии. Однако из-за

стоимости, ограниченной доступности и методических сложностей МРТ не заменяет рутинные методы, а применяется как важный компонент углубленной диагностики.

1.2.4 Однофотонная эмиссионная компьютерная томография

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (SPECT) в кардиологии используется преимущественно для оценки перфузии миокарда. Непосредственно сердечный выброс или сосудистое сопротивление данный метод обычно не измеряет; его вклад в оценку гемодинамики является опосредованным. SPECT позволяет выявить зоны стресс-индуцированной ишемии, оценить жизнеспособность и функциональный резерв миокарда, а при синхронизации с ЭКГ – дополнительно определить фракцию выброса и объемы левого желудочка. Поэтому метод важен для понимания причин гемодинамического ухудшения, особенно при сочетании фибрилляции предсердий с ишемической болезнью сердца.

В рекомендациях по радионуклидной визуализации подчеркивается, что стресс-SPECT и визуализация перфузии миокарда применяются для стратификации риска, оценки тяжести ишемии и определения прогноза у пациентов с подозрением на коронарную патологию [24]. Для больных с ФП это имеет практическое значение, поскольку ишемия миокарда может способствовать ухудшению сократительной функции, снижению толерантности к нагрузке и декомпенсации сердечной недостаточности.

В исследовании R. Goldkorn и соавторов было показано, что SPECT и визуализация перфузии миокарда являются хорошо зарекомендовавшими себя неинвазивными методами обследования пациентов с ишемической болезнью сердца, однако в отдельных случаях они могут недооценивать выраженность ишемии [43]. Авторы оценивали возможность дополнения SPECT неинвазивной регистрацией ранних постнагрузочных изменений гемодинамики с помощью системы NICaS.

В исследование были включены 198 пациентов, средний возраст которых составил 62 года; женщины составляли 26 %, артериальная гипертензия была выявлена у 54 %, сахарный диабет – у 29 %. По данным визуализации перфузии миокарда 188 пациентов имели ≤ 10 % ишемии, а 10 пациентов – > 10 %. У пациентов с меньшей выраженностью ишемии после нагрузки отмечалось более значительное увеличение индекса ударного объема, индекса ударной работы, сердечного индекса и индекса мощности сердца, а также большее снижение общего индекса периферического сопротивления.

Эти данные показали, что постстрессовые гемодинамические параметры, зарегистрированные с помощью NICaS, могут дополнять результаты SPECT/MPI и повышать чувствительность оценки функциональных последствий ишемии [43]. Такой подход особенно важен при умеренной или скрытой ишемии, когда визуальная оценка перфузии не всегда полностью отражает реакцию сердечно-сосудистой системы на нагрузку.

Henzlova M. J. и соавторы в рекомендациях ASNC по SPECT-процедурам подробно описывают стандарты нагрузочных протоколов, выбор радиофармпрепаратов и интерпретацию перфузионных дефектов [24]. С позиции гемодинамики эти рекомендации важны потому, что нагрузочный тест позволяет выявить функциональную недостаточность коронарного кровотока, которая в покое может быть незаметна. У пациентов с фибрилляцией предсердий ишемия может усиливать нестабильность ритма, снижать сократимость и ухудшать переносимость тахисистолии.

При синхронизации SPECT с ЭКГ возможно получение данных о фракции выброса и объемах левого желудочка, однако при фибрилляции предсердий такая оценка имеет ограничения из-за нерегулярных сердечных циклов. Поэтому перфузионные данные целесообразно рассматривать в сочетании с эхокардиографией или импедансной кардиографией, а не как самостоятельную полную характеристику гемодинамики. Именно такой комбинированный подход использовали R. Goldkorn и соавторы, сопоставляя перфузионные нарушения с постнагрузочными изменениями показателей NICaS [43].

В практическом отношении SPECT помогает отличить ситуацию, когда ухудшение сердечного выброса связано преимущественно с аритмией, от ситуации, где существенный вклад вносит ишемия миокарда. Это особенно актуально для пациентов старшего возраста с фибрилляцией предсердий, артериальной гипертензией и сахарным диабетом, у которых симптомы одышки и утомляемости имеют многофакторное происхождение. В таких случаях оценка перфузии дополняет гемодинамический мониторинг и помогает избежать чрезмерно узкой интерпретации клинической картины.

Следовательно, радионуклидная визуализация не конкурирует с импедансной кардиографией, а решает иной диагностический вопрос. SPECT отвечает на вопрос о наличии ишемического субстрата и функционального резерва миокарда, тогда как импедансная кардиография отражает текущий гемодинамический ответ. Их совместное использование может быть особенно обоснованным при сочетании фибрилляции предсердий с ишемической болезнью сердца.

Dilsizian V. и соавторы в стандарте ASNC/SNMMI по ПЭТ-визуализации миокарда показывают, что радионуклидные методы могут использоваться не только для выявления ишемии, но и для количественной оценки коронарного кровотока и резерва перфузии [25]. Хотя данный документ посвящен ПЭТ, он важен для понимания общего развития ядерной кардиологии: диагностический акцент смещается от визуального описания дефекта к количественной оценке функционального резерва миокарда.

Knuuti J. и соавторы в рекомендациях ESC по хроническим коронарным синдромам подчеркивают, что выбор визуализирующего теста должен зависеть от клинической вероятности ишемической болезни сердца, доступности метода и предполагаемого влияния результата на лечебную тактику [11]. Для пациентов с фибрилляцией предсердий это особенно важно, поскольку ишемия может усиливать нарушения гемодинамики и имитировать ухудшение, связанное только с аритмией.

Таким образом, однофотонная эмиссионная компьютерная томография не является прямым методом измерения центральной гемодинамики, однако дает важную информацию о перфузии миокарда, ишемическом субстрате и функциональном резерве сердца. В сочетании с биоимпедансной оценкой постнагрузочных изменений SPECT может использоваться для более полной характеристики причин гемодинамического ухудшения у пациентов кардиологического профиля, включая больных с фибрилляцией предсердий и сопутствующей ишемической болезнью сердца.

1.2.5 Импедансная кардиография

Импедансная кардиография представляет собой неинвазивный метод оценки центральной гемодинамики, основанный на регистрации изменений электрического сопротивления тканей в течение сердечного цикла. По форме и амплитуде импедансного сигнала рассчитываются сердечный выброс, ударный объем, сердечный индекс, общее периферическое сосудистое сопротивление и другие показатели. В отличие от визуализирующих методов, импедансная кардиография ориентирована на быстрый повторный функциональный мониторинг, что делает ее перспективной для оценки реакции на терапию.

Система NICaS использовалась в исследовании B. Markus и соавторов у 97 пациентов с тяжелым аортальным стенозом для анализа краткосрочных гемодинамических изменений после транскатетерной имплантации аортального клапана (TAVI) [77]. Измерения выполнялись до вмешательства, вскоре после TAVI, при выписке и в период последующего наблюдения. Сразу после процедуры наблюдалось повышение систолического артериального давления с (132 ± 21) до (147 ± 23) мм рт. ст. и общего периферического сопротивления с (1 751 ± 512) до (2 084 ± 762) дин·с/см^5, одновременно со снижением сердечного выброса и ударного объема.

При последующем наблюдении с медианой 59 дней большинство показателей возвращалось к значениям, не отличавшимся от исходных, а фракция

выброса левого желудочка по данным эхокардиографии увеличивалась с (55,6 ± 11,6) % до (59,4 ± 9,4) % ($p < 0,001$) [77]. Данная работа показала, что импедансная кардиография способна фиксировать краткосрочную гемодинамическую адаптацию после вмешательства и может использоваться как дополнение к стандартным методам наблюдения.

Для пациентов с фибрилляцией предсердий особое значение имеет точность измерения сердечного выброса при нерегулярном ритме. В исследовании P. Osbak и соавторов сравнивались импедансная кардиография, метод реверсивного дыхания инертным газом и эхокардиография как референсный подход [79]. У пациентов с фибрилляцией предсердий средний сердечный выброс по данным импедансной кардиографии составил (4,77 ± 2,24) л/мин, а по эхокардиографии – (4,93 ± 1,17) л/мин. Среднее различие между методами равнялось (0,14 ± 0,95) л/мин.

Метод реверсивного дыхания инертным газом продемонстрировал большую вариабельность по сравнению с импедансной кардиографией, тогда как последняя показала приемлемое соответствие с эхокардиографией и сопоставимую вариабельность результатов [79]. Это имеет значение для клинической практики, поскольку при фибрилляции предсердий требуется не столько единичное измерение, сколько возможность безопасной повторной оценки гемодинамики на фоне изменения терапии.

Импедансная кардиография имеет очевидные преимущества: неинвазивность, отсутствие лучевой нагрузки, быстроту получения результатов, возможность многократного повторения и использование у постели пациента. Одновременно метод требует соблюдения технических условий: правильного расположения электродов, качественного контакта с кожей, учета периферической перфузии и интерпретации результатов с учетом ритма сердца, артериального давления и клинического состояния.

Albert N. M. и соавторы в обзорной работе описали биоимпедансную кардиографию как метод, позволяющий получать данные о сердечном выбросе и других сердечно-сосудистых параметрах без катетеризации легочной артерии [30]. Авторы подчеркивают, что клиническая ценность метода определяется не только

точностью одного измерения, но и возможностью повторного мониторинга в разных группах пациентов. Для больных с фибрилляцией предсердий это особенно важно, поскольку гемодинамика может быстро меняться на фоне урежения ритма, кардиоверсии или коррекции доз препаратов.

Jakovljevic D. G. и соавторы, сравнивая биоимпедансные и биореактантные методы мониторинга сердечного выброса, отмечают, что неинвазивные технологии могут применяться в кардиологии, анестезиологии, интенсивной терапии и функциональной диагностике [61]. Авторы рассматривают их как инструменты, способные дополнять стандартное клиническое обследование, помогать в стратификации риска и оценке ответа на лечение. Этот подход близок к задачам настоящей работы, поскольку импедансная кардиография используется не изолированно, а в связке с клинической картиной и терапевтической тактикой.

Ding L. и соавторы изучали связь показателей импедансной кардиографии с тестом шестиминутной ходьбы у пациентов с фибрилляцией предсердий [36]. Авторы показали, что сердечный выброс, измеренный методом импедансной кардиографии, коррелирует с дистанцией шестиминутной ходьбы, тогда как фракция выброса левого желудочка такой связи не демонстрировала. Это наблюдение особенно важно для оценки больных с сохраненной фракцией выброса, у которых стандартная эхокардиография может недооценивать функциональное ограничение.

Hassan-Tash P. и соавторы в исследовании 2023 года сопоставили ударный объем, полученный с помощью импедансной кардиографии, с данными сердечной МРТ и показали воспроизводимость неинвазивного измерения [37]. Хотя данная работа не ограничивалась только пациентами с фибрилляцией предсердий, она подтверждает общее направление развития метода: биоимпедансная оценка постепенно рассматривается как практический способ количественного мониторинга ударного объема и сердечного выброса.

Ausbuettel F. и соавторы в исследовании 2025 года сравнили неинвазивные гемодинамические параметры, полученные методом биоимпеданса, с данными катетеризации правых отделов сердца у пациентов с хронической сердечной

недостаточностью [78]. Авторы подчеркивают, что метод позволяет оценивать не только сердечный выброс, но и сердечный индекс и общее периферическое сопротивление, что может уменьшить потребность в инвазивной оценке у части пациентов. Для настоящей работы это важно, поскольку у пациентов с ФП и сердечной недостаточностью именно сочетание низкого сердечного выброса и повышенного сосудистого сопротивления может определять переносимость терапии.

Сравнение исследований P. Osbak, L. Ding, P. Hassan-Tash и F. Ausbuettel показывает, что импедансная кардиография постепенно переходит от экспериментального метода к инструменту прикладной функциональной оценки [36; 37; 78; 79]. При этом ее сильной стороной является возможность повторных измерений, а слабой – зависимость от условий регистрации. Поэтому метод наиболее оправдан не как единственный диагностический критерий, а как динамический компонент комплексного наблюдения.

Pabel S. и соавторы обращают внимание на то, что фибрилляция предсердий оказывает прямое влияние не только на предсердия, но и на желудочковый миокард, изменяя кальциевый гомеостаз, сократимость и энергетические процессы [51]. Этот подход принципиально важен для интерпретации данных импедансной кардиографии: снижение сердечного выброса при ФП может быть связано не только с потерей предсердного вклада, но и с изменением желудочковой механики.

Guo Y. и соавторы показывают, что мобильные технологии и дистанционное наблюдение могут улучшать ведение пациентов с фибрилляцией предсердий за счет более частого контроля состояния и своевременной коррекции терапии [73]. В сочетании с неинвазивными методами гемодинамического мониторинга такая логика поддерживает развитие персонализированного наблюдения, при котором пациент оценивается не только во время разового визита, но и в динамике.

Сравнительный анализ работ, посвященных применению импедансной кардиографии, представлен в Таблице 3.

Таблица 3 – Анализ исследований по применению импедансной кардиографии

Источник	Объект исследования	Основной вывод
P. Osbak и соавт. [79]	пациенты с фибрилляцией предсердий и синусовым ритмом	импедансная кардиография показала приемлемое соответствие с эхокардиографией при оценке сердечного выброса
L. Ding и соавт. [36]	пациенты с фибрилляцией предсердий, оценка функциональной способности	сердечный выброс по ИКГ коррелировал с дистанцией шестиминутной ходьбы
B. Markus и соавт. [77]	пациенты после TAVI	NiCaS выявляла ранние изменения сердечного выброса, ударного объема и сосудистого сопротивления
F. Ausbuettel и соавт. [78]	пациенты с хронической сердечной недостаточностью	биоимпеданс позволял оценивать сердечный индекс и периферическое сопротивление в сравнении с инвазивной гемодинамикой

Таким образом, импедансная кардиография является перспективным методом функциональной оценки центральной гемодинамики у пациентов с сердечно-сосудистой патологией. При фибрилляции предсердий ее значение связано с возможностью быстрой динамической оценки сердечного выброса, ударного объема и сосудистого сопротивления на фоне различных терапевтических подходов. Метод не заменяет эхокардиографию и другие визуализирующие технологии, но может существенно дополнять их при персонализации лечения.

1.3 Особенности регистрации импедансных кардиограмм

Методика импедансной кардиографии требует стандартизации, поскольку качество регистрации сигнала напрямую влияет на точность расчетных

гемодинамических показателей. В системе NICaS регистрация основана на одновременном использовании электродов импедансной кардиографии и электрокардиографии, что позволяет синхронизировать изменение биоимпеданса с фазами сердечного цикла [76]. В отличие от описания пользовательского протокола, в обзорной части важно подчеркнуть не последовательность нажатия кнопок, а те методические условия, которые определяют надежность исследования.

Наиболее распространенной является схема подключения «рука–нога», при которой оцениваются изменения импеданса между верхней и нижней конечностями. Такой вариант применяется при сохраненном периферическом кровообращении, теплых конечностях и определяемой пульсации на лодыжке. При выраженном нарушении периферической перфузии, отеках нижних конечностей, окклюзионных заболеваниях артерий или после оперативных вмешательств может использоваться схема «рука–рука». Выбор конфигурации необходим для уменьшения влияния периферических сосудистых нарушений на результат измерения [76].

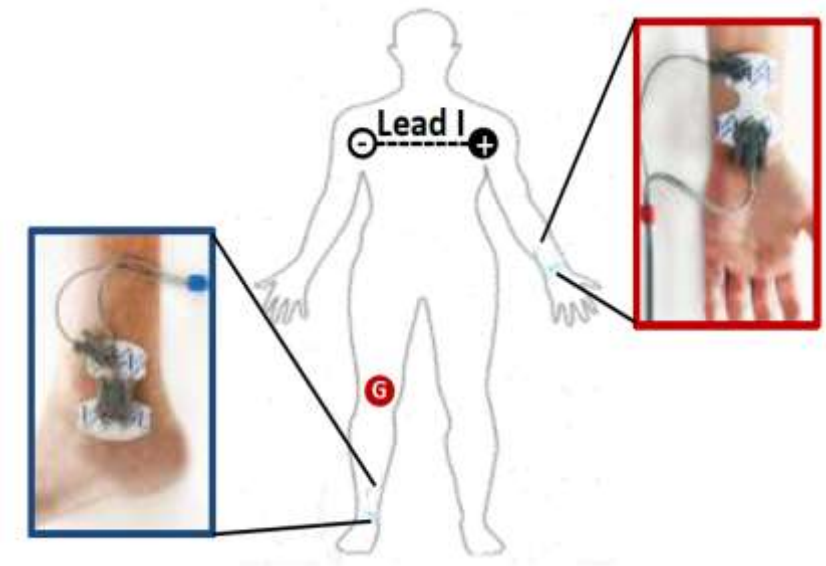


Рисунок 2 – Схема соединения электродов «рука–нога»

В клинических исследованиях, где применялась система NICaS, подчеркивалась необходимость выполнения повторных измерений в сопоставимых условиях: в одинаковом положении тела, при стабильном контакте электродов с кожей и минимизации внешних электрических помех [43; 77; 79]. Для пациентов с фибрилляцией предсердий это особенно важно, поскольку нерегулярность сердечного ритма сама по себе увеличивает вариабельность ударного объема и сердечного выброса. Поэтому интерпретация результата должна учитывать не только абсолютные значения показателей, но и их устойчивость при повторных измерениях.

Качество кожно-электродного контакта является одним из основных технических условий исследования. Кожа в зоне наложения электродов должна быть сухой и чистой; наличие пота, лосьонов, повреждений кожи или металлических предметов рядом с конечностью может приводить к артефактам. Использование новых одноразовых электродов перед каждым измерением повышает воспроизводимость сигнала. Эти требования не являются формальными: при биоимпедансной методике даже небольшое ухудшение контакта может изменить амплитуду сигнала и повлиять на расчет сердечного выброса.

С методической точки зрения импедансная кардиография отличается от эхокардиографии и МРТ тем, что результат формируется не путем визуального измерения анатомических структур, а путем математической обработки электрического сигнала. Поэтому надежность исследования зависит от стабильности исходных условий. Если эхокардиографист может визуально оценить качество изображения, то при биоимпедансном методе значительная часть контроля качества связана с правильным наложением электродов, устойчивостью ЭКГ-синхронизации и отсутствием посторонних помех [77].

При фибрилляции предсердий особое значение имеет выбор репрезентативного временного интервала для анализа. Из-за вариабельности интервалов R–R каждый следующий сердечный цикл может иметь различный преднагрузочный объем и разный ударный выброс. Поэтому единичное значение

сердечного выброса должно оцениваться осторожно, а при динамическом наблюдении предпочтение следует отдавать повторным измерениям в одинаковых условиях. Именно эта особенность объясняет значение серийных отчетов и хронологического наблюдения в системе NiCaS.

Состояние периферического кровообращения также влияет на интерпретацию данных. Холодные конечности, выраженные отеки, сосудистые окклюзии или применение вазопрессоров могут менять электрические свойства тканей и ухудшать регистрацию сигнала. Поэтому выбор схемы «рука–нога» или «рука–рука» должен рассматриваться как способ адаптации методики к клиническому состоянию пациента, а не как формальная техническая деталь [79].

Для диссертационного исследования, включающего пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий, стандартизация процедуры особенно важна. Сравнение групп контроля ритма и контроля частоты возможно только при условии, что измерения выполняются по единому протоколу. В противном случае различия сердечного выброса или сосудистого сопротивления могут отражать не реальное влияние терапии, а техническую вариабельность регистрации.

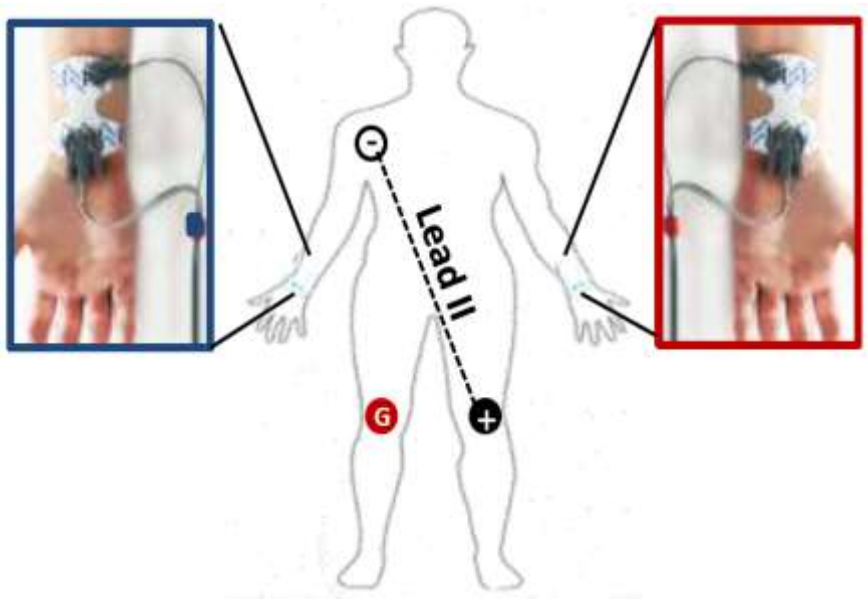


Рисунок 3 – Схема соединения электродов «рука–рука»

Таким образом, методика импедансной кардиографии должна рассматриваться как стандартизированная диагностическая процедура, а не только как техническое подключение пациента к прибору. Достоверность получаемых показателей зависит от выбора схемы электродов, состояния периферического кровообращения, качества контакта с кожей и учета нерегулярности ритма. Соблюдение этих условий позволяет использовать метод для динамического наблюдения и оценки гемодинамического ответа на терапию у пациентов с фибрилляцией предсердий.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая характеристика пациентов, включенных в исследование, дизайн исследования

В исследовании использовался проспективный когортный дизайн регистрации изменений гемодинамических показателей, полученных при помощи кардиологической неинвазивной системы NiCaS.

Исследование выполнено на базах ГБУЗ НСО «Новосибирский областной клинический кардиологический диспансер», ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1», ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» г. Новосибирск», а также ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 25». Период включения пациентов охватывал октябрь 2024 г. – октябрь 2025 г. Протокол исследования был одобрен Комитетом по этике ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол № 161 от 14.10.2024). Все пациенты проходили рандомизацию методом конвертов.

В массив статистической обработки включены 194 пациента с неклапанной фибрилляцией предсердий, разделенные на две сопоставимые группы по 97 человек. I группа представлена пациентами, у которых применялась стратегия контроля ритма с активным восстановлением и последующим удержанием синусового ритма. II группа включала пациентов, у которых проводилась тактика контроля частоты сердечных сокращений на фоне сохраняющейся фибрилляции предсердий. Такое разделение позволило оценить изменения центральной гемодинамики при двух различных терапевтических подходах. Однако в группах наблюдались пациенты, которым выбранная тактика не давала достаточного улучшения клинического состояния, в I группе 6 человек (что было связано с рецидивом аритмии и сменой тактики на «контроль частоты сердечных сокращений»), а во II группе 7 человек (что потребовало смены тактики на «контроль ритма»). Этим пациентам проводилась регистрация биоимпедансных параметров еще через месяц.

Основным инструментальным методом исследования являлась импедансная кардиография с применением кардиологической неинвазивной системы NiCaS. Метод использовался для регистрации сердечного выброса, ударного объема, сердечного индекса, ударного индекса, индекса сердечной силы, общего периферического сопротивления, индекса общего периферического сопротивления, индекса Гранова-Гура, базального импеданса и показателей общего содержания жидкости в организме. Оценка проводилась в динамике, что позволяло сопоставить исходное состояние пациентов и изменения непосредственно после восстановления синусового ритма (в группе кардиоверсии), а также через 1 месяц наблюдения.

С учетом того, что исследование включало пациентов с нарушением ритма сердца и различной выраженностью сердечно-сосудистой патологии, особое значение имела стандартизация сбора данных. Комплексные клинические сведения были получены из медицинской документации с использованием унифицированных форм. Учитывались возраст, пол, антропометрические показатели, данные физикального обследования, сопутствующие заболевания, принимаемая терапия, функциональный класс сердечной недостаточности, эхокардиографические данные, тип и длительность фибрилляции предсердий.

Распределения непрерывных переменных проверялись на нормальность численно с помощью критерия Шапиро – Уилка. Однородность дисперсий в группах проверялась F-критерием Фишера.

Межгрупповое сравнение непрерывных показателей между I группой и II группой выполнялось U-критерием Манна – Уитни. Внутригрупповое сравнение значений исходно и через 1 месяц проводилось критерием Вилкоксона. Для сравнения пола использовался точный критерий Фишера. Все статистические критерии были двусторонними, различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

В расчетах использовались программная среда RStudio версии 2025.05.1 + 513 и язык R версии 4.4.2 от 31.10.2024.

Таким образом, общая характеристика исследования отражает его

клинико-инструментальную направленность: пациенты были включены с целью оценки того, как разные терапевтические стратегии при фибрилляции предсердий отражаются на центральной гемодинамике по данным импедансной кардиографии.

2.1.1 Включение в исследование

В исследование включались пациенты старше 18 лет с неклапанной персистирующей формой фибрилляцией предсердий, с артериальной гипертонией и ишемической болезнью сердца, обе группы были сопоставимы, подтвержденной электрокардиографией или данными непрерывного мониторирования, подписавшие информированное согласие. Клинический интерес представляли пациенты с персистирующей формой фибрилляции предсердий, поскольку именно у данной категории больных терапевтическая тактика требует выбора между восстановлением синусового ритма и контролем частоты желудочковых сокращений.

Обязательным условием включения являлось наличие полной медицинской документации, позволяющей оценить исходное состояние пациента и провести динамическое наблюдение в течение 1 месяца. В исследование включались пациенты, проходившие лечение в условиях кардиологического стационара в обозначенный период. При включении учитывались клинические показания к проведению инструментальной оценки сердечно-сосудистого статуса, а также возможность выполнения импедансной кардиографии в стандартных условиях.

Критериями исключения являлись клапанные пороки сердца, активное злокачественное заболевание или иная тяжелая патология с ожидаемой продолжительностью жизни менее 12 месяцев, предшествующая трансплантация сердца, острые сопутствующие заболевания или обострение хронических заболеваний, невозможность предоставить информированное добровольное согласие, а также неполные медицинские записи, препятствующие корректному сбору и статистической обработке данных.

Таким образом, критерии включения и исключения были направлены на формирование клинически однородной группы пациентов с неклапанной фибрилляцией предсердий, у которых возможно корректно оценить гемодинамические последствия выбранной терапевтической тактики.

2.1.2 Формирование групп

Формирование групп проводилось в зависимости от основной терапевтической стратегии. В I группу вошли пациенты, у которых была выбрана тактика контроля ритма. Данный подход предполагал активное восстановление синусового ритма, в том числе проведение электроимпульсной терапии по клиническим показаниям, а также дальнейшее медикаментозное сопровождение, направленное на удержание синусового ритма и профилактику рецидива аритмии.

II группу составили пациенты, у которых применялась тактика контроля частоты сердечных сокращений. У пациентов данной группы фибрилляция предсердий сохранялась, а лечение было направлено на достижение приемлемой частоты желудочковых сокращений, уменьшение симптомов, профилактику тромбоэмболических осложнений и коррекцию сопутствующей сердечно-сосудистой патологии.

В статистических таблицах, использованных при подготовке главы, обозначение «I», а также слово «сравнение» соответствуют группе контроля ритма. Обозначение «II», а также слово «исследование» соответствуют группе контроля частоты сердечных сокращений. Для исключения разночтений во всех разделах настоящей работы используется единая система: I группа – группа контроля ритма; II группа – группа контроля частоты сердечных сокращений.

Решение о выборе терапевтической тактики основывалось на клинической оценке состояния пациента, индивидуальном соотношении риска и пользы, данных обследования, переносимости терапии и наличии показаний к восстановлению синусового ритма. Все пациенты получали лечение в соответствии с действующими клиническими рекомендациями. Антикоагулянтная

терапия назначалась с учетом оценки риска тромбоэмболических осложнений по шкале CHA2DS2-VASc.

Таким образом, формирование групп отражало реальную клиническую практику ведения пациентов с фибрилляцией предсердий и позволяло сопоставить гемодинамические последствия двух основных терапевтических подходов.

2.1.3 Дизайн исследования

Исследование имело проспективный когортный сравнительный дизайн и было направлено на оценку изменений гемодинамических показателей у пациентов с фибрилляцией предсердий при различных терапевтических подходах. Последовательность исследования включала отбор пациентов, проверку критериев включения и исключения, формирование двух клинических групп, исходную регистрацию клинических и инструментальных показателей, проведение импедансной кардиографии, динамическое наблюдение и статистическую обработку данных.

В I группе оценка гемодинамики проводилась исходно, непосредственно после восстановления ритма при выполнении электроимпульсной терапии, а также через 1 месяц наблюдения. Во II группе показатели импедансной кардиографии оценивались исходно и через 1 месяц на фоне медикаментозной тактики контроля частоты сердечных сокращений. Такой дизайн позволял отдельно оценить ранние гемодинамические сдвиги после кардиоверсии и отсроченные изменения, формирующиеся в течение периода наблюдения.

Основные этапы дизайна научного исследования представлены в Таблице 4.

Таблица 4 – Дизайн научного исследования

Этап исследования	Содержание этапа	Исследуемые показатели	Результат этапа
Отбор пациентов	проверка критериев включения и исключения, анализ медицинской документации	диагноз, возраст, форма ФП, наличие данных наблюдения	формирование клинической выборки
Формирование групп	разделение пациентов по основной терапевтической стратегии	I группа – контроль ритма; II группа – контроль ЧСС	создание двух групп для сравнительного анализа
Исходное обследование	клиническая оценка и регистрация исходных показателей	АД, ЧСС, антропометрические данные, сопутствующие заболевания, показатели NiCaS	получение исходного профиля пациента
Динамическое наблюдение	повторная оценка через 1 месяц; в i группе также оценка после кардиоверсии	SV, SI, CO, CI, CPI, GGI, TPR, TPRI, TBW, R	оценка изменений гемодинамики
Статистическая обработка	проверка распределений, сравнение внутри групп и между группами	Шапиро – Уилк, Манна – Уитни, Вилкоксон, точный критерий Фишера	определение статистической значимости различий

Таким образом, дизайн исследования был построен как последовательное динамическое наблюдение с сопоставлением клинических и гемодинамических параметров у пациентов двух терапевтических групп.

2.2 Стандартный протокол импедансной кардиографии

Импедансная кардиография выполнялась с использованием кардиологической неинвазивной системы NiCaS, предназначенной для оценки центральной гемодинамики, содержания жидкости в организме и ряда дополнительных сердечно-сосудистых показателей. Метод основан на регистрации изменений электрического сопротивления тканей в течение сердечного цикла с последующим автоматизированным расчетом параметров кровообращения.

Целью проведения импедансной кардиографии являлась быстрая и воспроизводимая оценка сердечного выброса, ударного объема, сосудистого сопротивления и интегральных индексов функции левого желудочка у пациентов с фибрилляцией предсердий. В отличие от эхокардиографии, данный метод не требовал длительного ультразвукового исследования и позволял проводить повторные измерения в динамике, что особенно важно при оценке эффекта лечения.

Исследование проводилось в стандартных условиях после подготовки кожи в местах наложения электродов. Пациент располагался преимущественно в положении лежа на спине. Перед фиксацией датчиков оценивалось состояние кожи и периферического кровообращения. Кожа должна была быть чистой, сухой, без повреждений и следов косметических средств, поскольку качество кожно-электродного контакта влияет на стабильность биоимпедансного сигнала.

Для регистрации использовались электроды импедансной кардиографии и электроды электрокардиографии. Совместная регистрация ИКГ и ЭКГ позволяла синхронизировать изменение биоимпеданса с фазами сердечного цикла и корректно определять расчетные параметры. Основной схемой подключения являлась конфигурация «рука-нога», применяемая при сохраненном периферическом кровообращении. При выраженных отеках нижних конечностей, холодных периферических отделах, окклюзионных заболеваниях артерий нижних конечностей, высоких дозах вазопрессорной терапии или после оперативных

вмешательств могла применяться схема «рука-рука».

Перед каждым измерением использовался новый набор электродов. Не применялись электродные пасты и дополнительные проводящие гели, способные изменять электрические характеристики контакта. В зоне конечностей пациента исключалось наличие металлических предметов и иных факторов, способных вызывать артефакты. При слабом ЭКГ-сигнале выполнялась коррекция конфигурации отведений для устойчивого распознавания комплекса QRS.

В протокол исследования включались повторные измерения в сопоставимых условиях. Для пациентов с фибрилляцией предсердий это имело принципиальное значение, поскольку нерегулярность сердечных циклов может увеличивать вариабельность ударного объема и сердечного выброса. Поэтому интерпретация показателей выполнялась с учетом клинического состояния пациента, частоты сердечных сокращений, артериального давления и качества полученного сигнала.

Таким образом, стандартный протокол импедансной кардиографии включал подготовку пациента, правильный выбор схемы подключения электродов, контроль качества ЭКГ- и биоимпедансного сигнала, регистрацию расчетных параметров и сохранение результатов для последующего динамического анализа.

2.3 Оценка изменений сердечно-сосудистого статуса, полученная по данным импедансной кардиограммы

Оценка изменений сердечно-сосудистого статуса проводилась по данным импедансной кардиограммы и включала анализ как прямых гемодинамических параметров, так и расчетных индексов. Основными показателями являлись ударный объем, ударный индекс, сердечный выброс, сердечный индекс, индекс сердечной силы, индекс Гранова-Гура, общее периферическое сопротивление, индекс общего периферического сопротивления, общее содержание жидкости в организме и базальный импеданс.

Ударный объем и ударный индекс использовались для оценки механической эффективности одного сердечного цикла. Сердечный выброс и сердечный индекс

отражали суммарную насосную функцию сердца с учетом площади поверхности тела. Индекс сердечной силы рассматривался как показатель, характеризующий энергетическую составляющую сердечной деятельности, а общее периферическое сопротивление и его индекс позволяли оценить сосудистый компонент гемодинамики.

Отдельное значение в рамках исследования имел индекс Гранова-Гура, используемый системой NiCaS как интегральный индикатор функции левого желудочка, связанный с фракцией выброса. Согласно материалам заявки на внедрение способа оценки эффективности лечения, значение индекса Гранова-Гура менее 11 рассматривалось как критерий, указывающий на необходимость более внимательной оценки эффективности проводимой терапии и целесообразность ее оптимизации до появления развернутых клинических признаков ухудшения. Основной анализ эффективности по данным ИГГ выполнялся как парное сравнение в условиях исходно и через месяц после лечения. Объем выборки рассчитывался для парного сравнения критерием Вилкоксона при уровне значимости $p = 0,05$.

Оценка динамики показателей выполнялась по единой логике наблюдения. В I группе показатели анализировались исходно, непосредственно после восстановления ритма и через 1 месяц. Во II группе показатели оценивались исходно и через 1 месяц на фоне контроля частоты сердечных сокращений. Такой подход позволял сопоставить ранний и отсроченный гемодинамический ответ у пациентов с различными вариантами лечения.

Основные показатели, регистрируемые методом импедансной кардиографии, представлены в Таблице 5.

Таблица 5 – Показатели импедансной кардиографии, использованные для оценки сердечно-сосудистого статуса

Показатель	Обозначение	Клиническое значение
Ударный объем	SV	Характеризует объем крови, выбрасываемый левым желудочком за один сердечный цикл
Ударный индекс	SI	Отражает ударный объем с учетом площади поверхности тела
Сердечный выброс	CO	Показывает минутный объем кровообращения
Сердечный индекс	CI	Позволяет сопоставлять сердечный выброс у пациентов с разной площадью поверхности тела
Индекс сердечной силы	CPI	Характеризует энергетический компонент насосной функции сердца
Индекс Гранова-Гура	GGI	Используется как интегральный показатель функции левого желудочка в системе NiCaS
Общее периферическое сопротивление	TPR	Отражает сосудистый компонент гемодинамической нагрузки
Индекс общего периферического сопротивления	TPRI	Нормирует сосудистое сопротивление с учетом площади поверхности тела
Общее содержание жидкости в организме	TBW	Характеризует водный компонент статуса пациента
Базальный импеданс	R	Отражает исходные электрические характеристики тканей при регистрации ИКГ

Таким образом, анализ импедансной кардиограммы был направлен не только на регистрацию отдельных числовых показателей, но и на комплексную оценку насосной функции сердца, сосудистого сопротивления и динамики состояния пациента в зависимости от выбранной терапевтической стратегии.

2.4. Клиническая характеристика пациентов

Клиническая характеристика пациентов включала анализ пола, возраста, роста, массы тела и индекса массы тела. До процедуры сопоставления по вероятности назначения лечения в I группе было 97 пациентов, во II группе также 97 пациентов. После процедуры PSM (это метод выравнивания, который устраняет смещения при анализе данных, метод выравнивает обе группы, подбирая похожие объекты по вероятности определения события) в I группе сохранилось 97 наблюдений, во II группе – 95 наблюдений. Данные представлены в том виде, в котором они были рассчитаны при статистической обработке.

В исходном массиве доля женщин составила 33,0 % в I группе и 32,0 % во II группе, различия по полу были статистически незначимыми ($p > 0,999$). Средний возраст пациентов I группы составил (67,12 ± 7,61) года, во II группе – (63,13 ± 10,90) года; до PSM различие достигало статистической значимости ($p = 0,046$). После PSM средний возраст во II группе составил (63,69 ± 10,29) года, а межгрупповое различие стало статистически незначимым ($p = 0,076$).

По антропометрическим параметрам группы были сопоставимы. Средний рост пациентов I группы составил (171,32 ± 9,41) см, во II группе до PSM – (169,82 ± 9,35) см, после PSM – (169,66 ± 9,38) см. Средняя масса тела в I группе составила (91,58 ± 17,53) кг, во II группе до PSM – (95,95 ± 22,54) кг, после PSM – (95,60 ± 22,14) кг. Средний индекс массы тела в I группе составил (31,26 ± 5,88) кг/м^2, во II группе до PSM – (33,19 ± 7,00) кг/м^2, после PSM – (33,14 ± 6,92) кг/м^2.

Антропометрическая характеристика пациентов представлена в Таблице 6.

Таблица 6 – Антропометрическая характеристика пациентов до и после PSM

Показатель	I группа: контроль ритма, N = 97	II группа: контроль ЧСС, N = 97	p до PSM	I группа после PSM, N = 97	II группа после PSM, N = 95	p после PSM
Пол, n (%)	жен – 32 (33,0 %); муж – 65 (67,0 %)	жен – 31 (32,0 %); муж – 66 (68,0 %)	> 0,999	жен – 32 (33,0 %); муж – 65 (67,0 %)	жен – 31 (32,6 %); муж – 64 (67,4 %)	> 0,999
Возраст, лет	67,69 [63,74; 69,78]; 67,12 ± 7,61; 50,78–89,70	64,25 [55,96; 70,82]; 63,13 ± 10,90; 34,09–94,13	0,046*	67,69 [63,74; 69,78]; 67,12 ± 7,61; 50,78–89,70	65,06 [55,97; 70,85]; 63,69 ± 10,29; 41,97-94,13	0,076
Рост, см	172,00 [164,00; 178,00]; 171,32 ± 9,41; 149,00–192,00	171,00 [163,00; 178,00]; 169,82 ± 9,35; 145,00–189,00	0,304	172,00 [164,00; 178,00]; 171,32 ± 9,41; 149,00–192,00	171,00 [163,00; 178,00]; 169,66 ± 9,38; 145,00-189,00	0,248
Вес, кг	94,00 [80,00; 103,00]; 91,58 ± 17,53; 54,00–140,00	94,00 [80,00; 107,00]; 95,95 ± 22,54; 48,00–150,00	0,398	94,00 [80,00; 103,00]; 91,58 ± 17,53; 54,00–140,00	94,00 [79,50; 107,00]; 95,60 ± 22,14; 48,00–150,00	0,429
ИМТ, кг/м^2	30,99 [27,13; 35,01]; 31,26 ± 5,88; 18,25–45,72	32,35 [27,36; 35,80]; 33,19 ± 7,00; 18,99–51,93	0,115	30,99 [27,13; 35,01]; 31,26 ± 5,88; 18,25–45,72	32,35 [27,48; 35,77]; 33,14 ± 6,92; 18,99–51,93	0,118

Таким образом, после PSM группы были сопоставимы по полу, возрасту, росту, массе тела и индексу массы тела, что позволило использовать их для дальнейшего анализа гемодинамических показателей при разных терапевтических стратегиях. Все они получали полный объём требуемой терапии, в соответствии с имеющейся патологией, на основе национальных и международных рекомендаций (Таблица 7).

Таблица 7 – Клиническая характеристика пациентов исходно.

Характеристики	I группа контроля ритма	II группа контроля ЧЖС	P
Артериальная гипертония (%)	75 (76,0 %)	49 (70 %)	0,999
СД (%)	32 (33 %)	31 (44 %)	0,999
ИБС (%)	25 (26 %)	35 (50 %)	0,519
ХБП (%)	13 (13 %)	17 (24 %)	0,668
Длительность ФП мес.	12 ± 2	13 ± 3	0,341
CHA2DS2-VASC score	3,1 ± 1,5	3,3 ± 1,7	0,356
Количество ранее неэффективных ААП	1,8 ± 1,2	1,9 ± 1,3	0,486

По данным ультразвукового исследования на аппарате Philips EPIQ Elite с использованием секторного датчика в режиме доплерографии, выполненного исходно и через 1 месяц наблюдения учитывали размеры правого и левого предсердий, правого желудочка, КДР, КСР, КДО, КСО, фракцию выброса, фракцию укорочения, параметры клапанного кровотока и систолическое давление в легочной артерии. В группе пациентов контроля ритма также оценивались ультразвуковые параметры через 6 месяцев наблюдения. Такой набор показателей позволял сопоставить более чувствительные функциональные изменения с более инертными структурно-гемодинамическими характеристиками.

2.5 Динамическое наблюдение

Динамическое наблюдение проводилось в течение 1 месяца после исходного обследования и выбора терапевтической тактики. В I группе оценка выполнялась исходно, непосредственно после восстановления ритма и через 1 месяц. Во II группе оценка проводилась исходно и через 1 месяц на фоне продолжающейся тактики контроля частоты сердечных сокращений.

Через 1 месяц пациенты проходили очное обследование в амбулаторных или стационарных условиях. Оценивались клиническое состояние, наличие симптомов аритмии, переносимость терапии, приверженность к антиаритмическому и антикоагулянтному лечению, наличие рецидивов аритмии по доступным электрокардиограммам, а также данные повторной импедансной кардиографии.

В рамках наблюдения особое внимание уделялось сопоставлению клинического самочувствия пациента и объективных гемодинамических параметров. Такой подход позволял оценить, сопровождалось ли субъективное улучшение состояния изменением сердечного выброса, сердечного индекса, индекса сердечной силы, индекса общего периферического сопротивления и индекса Гранова-Гура.

Таким образом, динамическое наблюдение было направлено на оценку не только факта сохранения или отсутствия синусового ритма, но и функционального ответа сердечно-сосудистой системы на выбранную терапевтическую стратегию.

2.6 Статистический анализ

Статистический анализ выполнялся с учетом характера распределения данных и структуры наблюдения. Сведения о поле пациентов и степенях ожирения предварительно проверялись частотным анализом на полноту и наличие ошибок ввода. Для остальных непрерывных переменных методом Тьюки определялись выпадающие значения. Существенные выбросы не были

обнаружены. Пропущенные значения оставлялись без изменений, методы восполнения средними значениями или регрессионными уравнениями не применялись.

Распределения непрерывных переменных проверялись на нормальность численно с помощью критерия Шапиро – Уилка и графически путем построения гистограмм и плотностей распределений. Однородность дисперсий в группах проверялась F-критерием Фишера. По результатам статистической проверки большинство непрерывных показателей отличались от нормального распределения, поэтому для описательной статистики использовались универсальные непараметрические характеристики: медиана, квартили, минимальные и максимальные значения, а также среднее значение и стандартное отклонение для представления клинически привычного формата данных.

Кроме основного анализа до PSM, для части показателей были представлены результаты после PSM. После PSM в I группе сохранилось 97 наблюдений, во II группе – 95 наблюдений. Интерпретация проводилась с учетом сохранения клинической логики групп: I группа соответствовала контролю ритма, II группа – контролю частоты сердечных сокращений.

Расчет размера выборки выполнялся для оценки эффективности по индексу Гранова-Гура. Для парного сравнения значений «до лечения» и «через 1 месяц» при уровне значимости 0,05 и мощности 80 % минимальный расчетный объем составил 90 пациентов. С учетом 5 % резерва на возможные пропуски данных и технические потери плановый объем был определен как не менее 95 пациентов в каждой группе. Фактический объем выборки составил 97 пациентов в I группе и 97 пациентов во II группе, что соответствовало указанному расчетному требованию для основного внутригруппового анализа.

Для межгруппового сравнения различий по индексу Гранова-Гура расчетный объем выборки при заданных параметрах эффекта был значительно выше и составлял не менее 413 пациентов в каждой группе. В связи с этим межгрупповые сопоставления в рамках имеющегося массива данных интерпретировались с учетом фактической мощности исследования и

рассматривались как клинически значимые для предварительной оценки различий между терапевтическими подходами.

Основные статистические методы обработки данных представлены в Таблице 8.

Таблица 8 – Статистические методы обработки данных

Задача анализа	Статистический подход	Назначение метода
Проверка полноты категориальных данных	частотный анализ	выявление ошибок ввода и пропусков
Выявление выбросов	метод Тьюки	проверка непрерывных переменных на экстремальные значения
Проверка нормальности распределения	Критерий Шапиро – Уилка, графическая оценка	определение допустимости параметрических методов
Проверка однородности дисперсий	F-критерий Фишера	оценка сопоставимости вариабельности показателей в группах
Межгрупповое сравнение непрерывных показателей	U-критерий Манна – Уитни	сравнение I и II групп
Внутригрупповое сравнение динамики	критерий Вилкоксона	сравнение исходных значений и значений через 1 месяц
Сравнение пола	точный критерий Фишера	анализ категориальных различий
Уровень статистической значимости	$p < 0,05$	критерий статистически значимых различий

Таким образом, статистический анализ был построен преимущественно на непараметрических методах, что соответствовало характеру распределения большинства изучаемых показателей и позволило корректно оценить динамику гемодинамических параметров внутри групп и различия между терапевтическими подходами.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Анализ показателей гемодинамики исходно в обеих группах

Клиническая часть исследования была направлена на оценку того, как терапевтическая стратегия влияет на центральную гемодинамику у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий. Оценивался не только факт восстановления ритма или урежения частоты сердечных сокращений, но и функциональный ответ сердечно-сосудистой системы: сердечный выброс, сердечный индекс, ударный объем, ударный индекс, индекс сердечной силы, индекс Гранова-Гура, общее периферическое сопротивление и индекс общего периферического сопротивления.

Сравнивались две группы пациентов. I группа соответствовала группе контроля ритма, II группа – группе контроля частоты сердечных сокращений.

Основная логика анализа строилась на сопоставлении исходных данных и повторной оценки через один месяц. Такой срок выбран не случайно: после кардиоверсии или коррекции терапии электрический эффект может наступать сразу, однако механическое восстановление предсердий и перестройка системной гемодинамики формируются постепенно. Поэтому точка через месяц позволяет оценить не только непосредственный, но и более устойчивый клинический ответ.

В главе результаты представлены последовательно: сначала анализируется исходная сопоставимость групп, затем динамика через один месяц, после чего приведены клинические примеры, показывающие практическое значение импедансной кардиографии и индекса Гранова-Гура.

Исходная оценка гемодинамики была необходима для определения стартового профиля пациентов. Если группы существенно различаются до начала наблюдения, интерпретация последующих изменений может быть затруднена. Поэтому особое внимание уделялось сопоставимости по ключевым биоимпедансным параметрам.

По систолическому артериальному давлению, полученному по методу

Короткова, статистически значимых различий исходно не получено. Вместе с тем во II группе были выше диастолическое и среднее артериальное давление. Это указывает на более выраженный сосудистый компонент нагрузки у пациентов группы контроля частоты сердечных сокращений.

Частота сердечных сокращений исходно статистически не различалась: медиана в I группе составила 82 уд/мин, во II группе – 83 уд/мин. Поэтому последующее урежение ритма во II группе может рассматриваться как результат выбранной терапевтической стратегии, а не только как результат исходной разницы.

По основным показателям насосной функции сердца группы были близкими. Ударный объем, сердечный выброс, сердечный индекс, индекс сердечной силы и индекс Гранова-Гура не различались статистически значимо. Это создает основу для корректного анализа динамики через месяц.

Показатели сосудистого сопротивления исходно также не различались. ОПС и ИОПС были сопоставимы, что особенно важно, поскольку именно сосудистая нагрузка позднее стала одним из параметров, по которым выявились межгрупповые различия.

Исходные показатели гемодинамики в исследуемых группах представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Исходные показатели гемодинамики в исследуемых группах

Показатель	I группа – контроль ритма	II группа – контроль ЧСС	p	Клиническая интерпретация
УО, мл	79,57 [62,08; 96,11]; 79,56 ± 22,34	75,96 [65,18; 90,25]; 77,66 ± 21,43	0,839	группы сопоставимы
УИ, мл/м²	33,27 [28,46; 40,83]; 34,73 ± 11,14	30,71 [26,20; 37,91]; 32,39 ± 9,41	0,164	нет исходного различия
СВ, л/мин	5,49 [3,82; 7,73]; 5,94 ± 2,61	5,90 [4,54; 6,97]; 6,01 ± 2,33	0,568	минутный объем сопоставим
СИ, л/мин/м²	2,77 [1,94; 3,54]; 2,93 ± 1,25	2,63 [2,28; 3,27]; 2,91 ± 1,10	0,758	сердечный индекс сопоставим

Продолжение Таблицы 9

Показатель	I группа – контроль ритма	II группа – контроль ЧСС	p	Клиническая интерпретация
ИСС, Вт/м²	0,58 [0,41; 0,78]; 0,62 ± 0,27	0,59 [0,48; 0,74]; 0,65 ± 0,26	0,425	энергетический компонент близкий
ИГГ	9,5 [7,6; 11,7]; 11,22 ± 11,29	9,2 [7,5; 11,1]; 10,14 ± 7,32	0,464	по ИГГ группы сопоставимы
ОПС, дин·с/см^5	1 405 [1 000; 1 973]; 1 536,34 ± 736,97	1 368 [1 129; 1 744]; 1 508,50 ± 652,99	0,993	сосудистое сопротивление сопоставимо
ИОПС, дин·с/см^5·м²	2 771 [2 193; 3 799]; 3 094,50 ± 1 464,31	2 945 [2 412; 3 550]; 3 045,38 ± 1 161,04	0,713	индекс сопротивления сопоставим
ОСЖ, % массы тела	50,8 [42,7; 57,2]; 52,24 ± 13,44	49,1 [41,95; 57,3]; 50,34 ± 11,78	0,388	водный компонент сопоставим
Базальный импеданс R, Ом	341 [294; 389]; 334,29 ± 73,09	326 [276; 377]; 326,14 ± 69,97	0,341	электрические характеристики тканей сопоставимы

Таким образом, исходное обследование показало сопоставимость групп по большинству центральных биоимпедансных параметров. Различия по диастолическому и среднему артериальному давлению требуют учета при интерпретации сосудистого компонента, однако не исключают возможности корректного сравнения динамики через месяц.

Показатель УО, мл исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 79,57 [62,08; 96,11]; 79,56 ± 22,34, во II группе – 75,96 [65,18; 90,25]; 77,66 ± 21,43, p = 0,839.

Показатель УИ, мл/м² исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 33,27 [28,46; 40,83]; 34,73 ± 11,14, во II группе – 30,71 [26,20; 37,91]; 32,39 ± 9,41, p = 0,164.

Показатель СВ, л/мин исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 5,49 [3,82; 7,73]; 5,94 ± 2,61, во II группе – 5,90 [4,54; 6,97]; 6,01 ± 2,33, p = 0,568.

Показатель СИ, л/мин/м² исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 2,77 [1,94; 3,54]; 2,93 ± 1,25, во II группе – 2,63 [2,28; 3,27]; 2,91 ± 1,10, p = 0,758.

Показатель ИСС, Вт/м² исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 0,58 [0,41; 0,78]; 0,62 ± 0,27, во II группе – 0,59 [0,48; 0,74]; 0,65 ± 0,26, p = 0,425.

Показатель ИГГ исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 9,5 [7,6; 11,7]; 11,22 ± 11,29, во II группе – 9,2 [7,5; 11,1]; 10,14 ± 7,32, p = 0,464.

Показатель ОПС, дин·с/см□ исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 1 405 [1 000; 1 973]; 1 536,34 ± 736,97, во II группе – 1 368 [1 129; 1 744]; 1 508,50 ± 652,99, p = 0,993.

Показатель ИОПС, дин·с/см□·м² исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 2 771 [2 193; 3 799]; 3 094,50 ± 1 464,31, во II группе – 2 945 [2 412; 3 550]; 3 045,38 ± 1 161,04, p = 0,713.

Показатель ОСЖ, % массы тела исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 50,8 [42,7; 57,2]; 52,24 ± 13,44, во II группе – 49,1 [41,95; 57,3]; 50,34 ± 11,78, p = 0,388.

Показатель Базальный импеданс R, Ом исходно характеризовал стартовое состояние групп следующим образом: в I группе – 341 [294; 389]; 334,29 ± 73,09, во II группе – 326 [276; 377]; 326,14 ± 69,97, p = 0,341. Выше представленные параметры клинически сопоставимы. Такой результат был учтен при дальнейшем сопоставлении динамики лечения.

3.2 Анализ показателей гемодинамики через месяц в обеих группах

Повторная оценка через месяц позволила выявить различия, которые не были очевидны при одномоментном исходном сравнении. В I группе, где реализовывалась тактика контроля ритма, более благоприятная направленность отмечалась по сердечному выбросу, сердечному индексу, индексу сердечной силы, индексу Гранова-Гура и сосудистому сопротивлению.

Во II группе, где использовался контроль частоты сердечных сокращений, наиболее ожидаемым результатом стало выраженное снижение ЧСС. Оно сопровождалось уменьшением систолического, диастолического и среднего артериального давления. Однако снижение ЧСС не всегда означало улучшение минутного кровообращения.

В I группе индекс Гранова-Гура увеличился с 9,5 условных единиц [7,6; 11,7] до 11,1 [8,8; 13,6], p = 0,004.

Во II группе индекс Гранова-Гура также увеличился статистически значимо, однако медиана через месяц составила 10,2. Следовательно, у части пациентов сохранялась зона, требующая клинического внимания и возможной коррекции терапии.

Полученные нами результаты по динамике после кардиоверсии подтверждают, что наиболее информативной является не только немедленная точка после восстановления ритма, но и отсроченная оценка через месяц. Именно к этому сроку биоимпедансные показатели становятся клинически более показательными.

Динамика показателей гемодинамики через месяц в исследуемых группах представлена в Таблице 10.

Таблица 10 – Динамика показателей гемодинамики через месяц в исследуемых группах

Показатель	I группа – контроль ритма	II группа – контроль ЧСС	Клинический комментарий
УО	79,57 [62,08; 96,11] – 67,49 [53,53; 82,38]; p = 0,003	75,96 [65,18; 90,25] – 65,34 [53,08; 78,65]; p < 0,001	изменение требует оценки с СИ и СВ
УИ	33,27 [28,46; 40,83] – 38,64 [30,83; 45,78]; p = 0,004	30,71 [26,20; 37,91] – 36,60 [32,92; 44,23]; p < 0,001	индексированный ударный объем вырос в обеих группах
СВ	5,49 [3,82; 7,73] – 5,89 [4,71; 7,85]; p = 0,049	5,90 [4,54; 6,97] – 5,09 [4,10; 6,51]; p = 0,008	направленность различалась
СИ	2,77 [1,94; 3,54] – 2,92 [2,28; 3,96]; p = 0,052	2,63 [2,28; 3,27] – 2,48 [2,09; 2,98]; p = 0,007	межгрупповое различие через месяц p < 0,001
ИСС	0,58 [0,41; 0,78] – 0,63 [0,49; 0,82]; p = 0,059	0,59 [0,48; 0,74] – 0,52 [0,44; 0,64]; p = 0,001	через месяц профиль лучше в I группе
ИГГ	9,5 [7,6; 11,7] – 11,1 [8,8; 13,6]; p = 0,004	9,2 [7,5; 11,1] – 10,2 [9,3; 12,7]; p < 0,001	в I группе медиана превысила 11
ОПС	1405 [1000; 1973] – 1 260 [964; 1 618]; p = 0,073	1 368 [1 129; 1 744] – 1 447 [1 172; 1 856]; p = 0,123	межгрупповое p через месяц 0,004
ИОПС	2 771 [2 193; 3 799] – 2 543 [1 988; 3 254]; p = 0,058	2945 [2412; 3550] – 3086 [2480; 3774]; p = 0,110	межгрупповое p через месяц < 0,001
ОСЖ	50,8 [42,7; 57,2] – 51,0 [42,8; 56,1]; p = 0,583	49,1 [41,95; 57,3] – 49,3 [42,9; 57,45]; p = 0,636	существенной динамики нет
R	341 [294; 389] – 338 [285; 390]; p = 0,683	326 [276; 377] – 330 [291; 366]; p = 0,494	базальный импеданс стабилен

Таким образом, через месяц обе группы показали динамику, но характер изменений был различным. Контроль частоты обеспечивал урежение ЧСС и снижение АД, тогда как контроль ритма формировал более благоприятный профиль по ряду показателей насосной функции и сосудистой нагрузки.

Динамика показателя УО, мл отражала особенности ответа на терапию. В I группе зарегистрировано: 79,57 [62,08; 96,11] – 67,49 [53,53; 82,38]; $p = 0,003$. Во II группе: 75,96 [65,18; 90,25] – 65,34 [53,08; 78,65]; $p < 0,001$. Клинически это интерпретируется следующим образом: изменение требует оценки с СИ и СВ.

Динамика показателя УИ, мл/м^2 отражала особенности ответа на терапию. В I группе зарегистрировано: 33,27 [28,46; 40,83] – 38,64 [30,83; 45,78]; $p = 0,004$. Во II группе: 30,71 [26,20; 37,91] – 36,60 [32,92; 44,23]; $p < 0,001$. Клинически это интерпретируется следующим образом: индексированный ударный объем вырос в обеих группах.

Динамика показателя СВ, л/мин отражала особенности ответа на терапию. В I группе зарегистрировано: 5,49 [3,82; 7,73] – 5,89 [4,71; 7,85]; $p = 0,049$. Во II группе: 5,90 [4,54; 6,97] – 5,09 [4,10; 6,51]; $p = 0,008$. Клинически это интерпретируется следующим образом: направленность различалась.

Динамика показателя СИ, л/мин/м^2 отражала особенности ответа на терапию. В I группе зарегистрировано: 2,77 [1,94; 3,54] – 2,92 [2,28; 3,96]; $p = 0,052$. Во II группе: 2,63 [2,28; 3,27] – 2,48 [2,09; 2,98]; $p = 0,007$. Статистически это интерпретируется следующим образом: межгрупповое различие через месяц $p < 0,001$.

Динамика показателя ИСС, Вт/м^2 отражала особенности ответа на терапию. В I группе зарегистрировано: 0,58 [0,41; 0,78] – 0,63 [0,49; 0,82]; $p = 0,059$. Во II группе: 0,59 [0,48; 0,74] – 0,52 [0,44; 0,64]; $p = 0,001$. Статистически это интерпретируется следующим образом: через месяц профиль лучше в I группе.

Динамика показателя ИГГ отражала особенности ответа на терапию. В I группе зарегистрировано: 9,5 [7,6; 11,7] – 11,1 [8,8; 13,6]; $p = 0,004$. Во II группе: 9,2 [7,5; 11,1] – 10,2 [9,3; 12,7]; $p < 0,001$. Статистически это интерпретируется следующим образом: в I группе медиана превысила 11.

В I группе зарегистрировано: 1 405 [1 000; 1 973] – 1 260 [964; 1 618]; p = 0,073. Во II группе: 1 368 [1 129; 1 744] – 1 447 [1 172; 1 856]; p = 0,123. Статистически это интерпретируется следующим образом: межгрупповое p через месяц 0,004.

Динамика показателя ИОПС, дин·с/см□·м^2 отражала особенности ответа на терапию. В I группе зарегистрировано: 2 771 [2 193; 3 799] – 2 543 [1 988; 3 254]; p = 0,058. Во II группе: 2 945 [2 412; 3 550] – 3 086 [2 480; 3 774]; p = 0,110. Статистически это интерпретируется следующим образом: межгрупповое p через месяц < 0,001.

Динамика показателя ОСЖ, % отражала особенности ответа на терапию. В I группе зарегистрировано: 50,8 [42,7; 57,2] – 51,0 [42,8; 56,1]; p = 0,583. Во II группе: 49,1 [41,95; 57,3] – 49,3 [42,9; 57,45]; p = 0,636. Клинически это интерпретируется следующим образом: существенной динамики нет.

Динамика показателя R, Ом отражала особенности ответа на терапию. В I группе зарегистрировано: 341 [294; 389] – 338 [285; 390]; p = 0,683. Во II группе: 326 [276; 377] – 330 [291; 366]; p = 0,494. Клинически это интерпретируется следующим образом: базальный импеданс стабилен. Поэтому вышеописанные показатели гемодинамики рассматривались не изолированно, а в комплексе с другими параметрами гемодинамики.

Сравнительная оценка изменений гемодинамики через месяц представлена в Таблице 11.

Таблица 11 – Сравнительная оценка изменений гемодинамики через месяц

Показатель	Изменение в I группе	Изменение во II группе	Преимущество/значение	P
Ударный индекс	Рост, p = 0,004	Рост, p < 0,001	Улучшение в обеих группах	P через месяц 0,583
Сердечный выброс	Рост, p = 0,049	Снижение, p = 0,008	Более благоприятно в I группе	P через месяц 0,002

Продолжение Таблицы 11

Показатель	Изменение в I группе	Изменение во II группе	Преимущество/значение	P
Сердечный индекс	Тенденция к росту, p = 0,052	Снижение, p = 0,007	Через месяц преимущество I группы	P < 0,001
ИСС	Тенденция к росту, p = 0,059	Снижение, p = 0,001	Энергетический компонент лучше в I группе	P = 0,001
ИГГ	Рост до 11,1, p = 0,004	Рост до 10,2, p < 0,001	Оба подхода улучшают показатель, но I группа достигает порога 11	P = 0,388
ОПС	Снижение, p = 0,073	Рост, p = 0,123	Меньшая сосудистая нагрузка в I группе	P = 0,004
ИОПС	Снижение, p = 0,058	Рост, p = 0,110	Индекс сопротивления ниже в I группе	P < 0,001

Таким образом, межгрупповое сравнение подтвердило различный профиль эффективности терапевтических подходов. Во II группе сильнее снижалась ЧСС, но I группа имела более благоприятные показатели сердечного выброса, сердечного индекса, индекса сердечной силы и сосудистого сопротивления.

Клинически важен не сам факт снижения частоты сердечных сокращений, а то, приводит ли он к сохранению достаточного сердечного выброса. В группе контроля частоты сердечных сокращений урежение ритма было выраженным, но по ряду показателей минутного кровообращения результат был менее благоприятным.

Группа контроля ритма показала более согласованную динамику: сохранение или рост параметров насосной функции сопровождались тенденцией к уменьшению сосудистого сопротивления. Это позволяет рассматривать контроль ритма как подход, который у части пациентов может иметь гемодинамические преимущества.

Полученные данные не означают отказа от контроля частоты сердечных

сокращений. Они показывают, что эффективность такой стратегии должна подтверждаться не только целевой ЧСС, но и оценкой сердечного индекса, индекса сердечной силы, ИГГ и сосудистого сопротивления.

Таким образом, анализ через месяц подтвердил информативность импедансной кардиографии как метода динамической оценки эффективности лечения. Наибольшее практическое значение имели сердечный индекс, индекс сердечной силы, индекс Гранова-Гура, ОПС и ИОПС.

Для уточнения характера полученной динамики показатели были дополнительно рассмотрены не только по основным параметрам насосной функции, но и по тем переменным, которые характеризуют сосудистый ответ, электрические свойства тканей и водный статус пациента. Такой подход важен для клинической интерпретации, поскольку у пациентов с фибрилляцией предсердий изменение самочувствия редко определяется одним показателем. ЧСС, артериальное давление, ударный объем, сердечный выброс, индекс сердечной силы, индекс Гранова-Гура и периферическое сопротивление отражают разные стороны единого гемодинамического профиля.

Расширенная динамика показателей в группах представлена в Таблице 12. В Таблицу включены данные исходного обследования и контрольного исследования через один месяц, что позволяет видеть не только отдельные статистически значимые изменения, но и общую направленность перестройки кровообращения на фоне выбранной терапевтической тактики.

Таблица 12 – Расширенная динамика биоимпедансных и клинических показателей через один месяц

Показатель	Группа	Исходно	Через 1 месяц	P внутри группы
Базальный импеданс, Ом	I группа – контроль ритма	341 [294; 389] 334,29 ± 73,09 (130–498)	338 [285; 390] 333,63 ± 76,73 (131–528)	0,683
Базальный импеданс, Ом	II группа – контроль ЧСС	326 [276; 377] 326,14 ± 69,97 (146–472)	330 [291; 366] 324,41 ± 60,38 (185–476)	0,494
Ударный объем, мл	I группа – контроль ритма	79,57 [62,08; 96,11] 79,56 ± 22,34 (30,44–120)	67,49 [53,53; 82,38] 70,46 ± 22,95 (28,11–120)	0,003*
Ударный объем, мл	II группа – контроль ЧСС	75,96 [65,18; 90,25] 77,66 ± 21,43 (11,59–120)	65,34 [53,08; 78,65] 67,02 ± 21,2 (17,29–120)	< 0,001*
Ударный объем, мл/кг	I группа – контроль ритма	0,85 [0,71; 1,04] 0,89 ± 0,26 (0,36–1,97)	0,76 [0,64; 0,91] 0,79 ± 0,29 (0,29–2,22)	0,005*
Ударный объем, мл/кг	II группа – контроль ЧСС	0,83 [0,7; 0,98] 0,83 ± 0,22 (0,08–1,28)	0,68 [0,55; 0,82] 0,71 ± 0,22 (0,17–1,56)	< 0,001*
Ударный индекс, мл/м²	I группа – контроль ритма	33,27 [28,46; 40,83] 34,73 ± 11,14 (13,14–73,42)	38,64 [30,83; 45,78] 39,22 ± 10,58 (17,81–65)	0,004*
Ударный индекс, мл/м²	II группа – контроль ЧСС	30,71 [26,2; 37,91] 32,39 ± 9,41 (8,74–62,55)	36,6 [32,92; 44,23] 37,67 ± 9,28 (4,57–57,79)	< 0,001*
Сердечный выброс, л/мин	I группа – контроль ритма	5,49 [3,82; 7,73] 5,94 ± 2,61 (1,94–14,36)	5,89 [4,71; 7,85] 6,64 ± 2,85 (2,28–16,44)	0,049*
Сердечный выброс, л/мин	II группа – контроль ЧСС	5,9 [4,54; 6,97] 6,01 ± 2,33 (2,16–15,93)	5,09 [4,1; 6,51] 5,47 ± 2,26 (0,57–17,19)	0,008*

Продолжение Таблицы 12

Показатель	Группа	Исходно	Через 1 месяц	Р внутри группы
Сердечный индекс, л/мин/м²	I группа – контроль ритма	2,77 [1,94; 3,54] 2,93 ± 1,25 (0,91–6,65)	2,92 [2,28; 3,96] 3,25 ± 1,29 (1,29–7,04)	0,052
Сердечный индекс, л/мин/м²	II группа – контроль ЧСС	2,63 [2,28; 3,27] 2,91 ± 1,1 (1,22–7,17)	2,48 [2,09; 2,98] 2,64 ± 0,99 (0,22–7,16)	0,007*
Индекс сердечной силы, Вт/м²	I группа – контроль ритма	0,58 [0,41; 0,78] 0,62 ± 0,27 (0,21–1,47)	0,63 [0,49; 0,82] 0,69 ± 0,27 (0,31–1,47)	0,059
Индекс сердечной силы, Вт/м²	II группа – контроль ЧСС	0,59 [0,48; 0,74] 0,65 ± 0,26 (0,29–1,68)	0,52 [0,44; 0,64] 0,57 ± 0,22 (0,05 – 1,51)	0,001*
Индекс гранова-гура	I группа – контроль ритма	9,5 [7,6; 11,7] 11,22 ± 11,29 (2,7–107,1)	11,1 [8,8; 13,6] 12,05 ± 5,84 (4,3–40,9)	0,004*
Индекс гранова-гура	II группа – контроль чсс	9,2 [7,5; 11,1] 10,14 ± 7,32 (1,9–70,1)	10,2 [9,3; 12,7] 11,06 ± 4,28 (1,8–36,3)	< 0,001*
Общее периферическое сопротивление, дин·с/см^5	I группа – контроль ритма	1 405 [1 000; 1 973] 1 536,34 ± 736,97 (38,1–4 372)	1 260 [964; 1 618] 1 366,46 ± 602,08 (463–3 714)	0,073
Общее периферическое сопротивление, дин·с/см^5	II группа – контроль ЧСС	1 368 [1 129; 1 744] 1 508,5 ± 652,99 (29,5–3851)	1 447 [1 172; 1 856] 1 731,6 ± 1 515,57 (30–14 932)	0,123
Индекс общего периферического сопротивления, дин·с/см^5·м²	I группа – контроль ритма	2 771 [2 193; 3 799] 3094,5 ± 1 464,31 (49,5–9 356)	2 543 [1 988; 3 254] 2 738,23 ± 1 128,04 (1 056–6 835)	0,058

Продолжение Таблицы 12

Показатель	Группа	Исходно	Через 1 месяц	Р внутри группы
Индекс общего периферического сопротивления, дин·с/см^5·м^2	II группа – контроль ЧСС	2 945 [2 412; 3 550] 3 045,38 ± 1 161,04 (39,6–6 970)	3 086 [2 480; 3 774] 3 562,22 ± 3 709,86 (40,3–37 836)	0,110
Общее содержание жидкости, кг	I группа – контроль ритма	45,4 [37,2; 52,2] 47,68 ± 14,55 (29,3–124,5)	46,4 [38,6; 51,9] 47,6 ± 13,52 (28,8–114,5)	0,664
Общее содержание жидкости, кг	II группа – контроль ЧСС	48,1 [39,1; 53,5] 47,5 ± 11,75 (28,2–91,4)	47,5 [40,8; 51,9] 47,2 ± 9,91 (25,5–79,8)	0,723
Минимальное расчетное содержание жидкости, кг	I группа – контроль ритма	37,1 [32,8; 42,4] 37,53 ± 6,65 (24,4–54,8)	37,1 [32,8; 41,8] 37,47 ± 6,61 (24,4–54,8)	> 0,999
Минимальное расчетное содержание жидкости, кг	II группа – контроль ЧСС	38,8 [32,8; 43,8] 39,05 ± 8,21 (22,8–58,6)	38,8 [32,8; 43,8] 39,05 ± 8,21 (22,8–58,6)	0,388
Максимальное расчетное содержание жидкости, кг	I группа – контроль ритма	49 [43,9; 55] 49,22 ± 8,23 (32,9–71,2)	49 [43,9; 54,3] 49,14 ± 8,19 (32,9–71,2)	0,371
Максимальное расчетное содержание жидкости, кг	II группа – контроль ЧСС	50,4 [43,5; 56,9] 51,17 ± 10,29 (30,7–76,1)	50,4 [43,5; 56,8] 51,18 ± 10,29 (30,7–76,1)	0,181
Общее содержание жидкости, % массы тела	I группа – контроль ритма	50,8 [42,7; 57,2] 52,24 ± 13,44 (30,8–92,4)	51 [42,8; 56,1] 52,61 ± 12,89 (32,2–93,4)	0,583
Общее содержание жидкости, % массы тела	II группа – контроль ЧСС	49,1 [41,95; 57,3] 50,34 ± 11,78 (31,1–89,6)	49,3 [42,9; 57,45] 50,57 ± 11,03 (32,6–94,4)	0,636
Минимальное расчетное содержание жидкости, % массы тела	I группа – контроль ритма	41,9 [37,9; 44,1] 41,31 ± 4,57 (31,8–52,2)	41,9 [37,9; 44,3] 41,31 ± 4,57 (31,8–52,2)	> 0,999

Окончание Таблицы 12

Показатель	Группа	Исходно	Через 1 месяц	Р внутри группы
Минимальное расчетное содержание жидкости, % массы тела	II группа – контроль ЧСС	41,7 [38,55; 44,3] 41,14 ± 4,42 (30,3–50,3)	41,7 [38,55; 44,3] 41,14 ± 4,42 (30,3–50,3)	> 0,999
Максимальное расчетное содержание жидкости, % массы тела	I группа – контроль ритма	54,5 [51; 57,2] 54,16 ± 5,35 (42,8–67,8)	54,5 [51; 57,5] 54,19 ± 5,36 (42,8–67,8)	> 0,999
Максимальное расчетное содержание жидкости, % массы тела	II группа – контроль ЧСС	54,4 [50,9; 57,5] 53,94 ± 5,25 (40,8–65,3)	54,4 [50,9; 57,5] 53,93 ± 5,24 (40,8–65,3)	0,095

Таким образом, расширенная Таблица показывает, что динамика после истечения одного месяца наблюдения была неодинаковой по группам. В I группе, где использовалась тактика контроля ритма, наиболее клинически значимыми являлись изменения параметров, связанных с насосной функцией и сосудистой нагрузкой. Одновременно часть показателей, например базальный импеданс и водный статус, оставались относительно стабильными, что важно для интерпретации: улучшение гемодинамики не было простым отражением изменения массы тела или содержания жидкости.

Во II группе, где применялась тактика контроля частоты сердечных сокращений, наиболее выраженным было снижение ЧСС и показателей артериального давления. Это соответствует непосредственной цели данной тактики. Вместе с тем снижение ЧСС не всегда сопровождалось однозначным улучшением параметров насосной функции. По ряду показателей наблюдалась разнонаправленная динамика, что подтверждает необходимость оценивать не только частоту желудочковых сокращений, но и конечный гемодинамический результат.

Отдельного внимания заслуживает ударный объем. В обеих группах он снизился через один месяц: в I группе с 79,57 [62,08; 96,11] мл до 67,49 [53,53; 82,38] мл (p = 0,003), во II группе с 75,96 [65,18; 90,25] мл до 65,34 [53,08; 78,65] мл

($p < 0,001$). На первый взгляд такая динамика может восприниматься как ухудшение. Однако в клинической оценке этот показатель нельзя рассматривать изолированно от ЧСС, СВ, СИ, сосудистого сопротивления и артериального давления. Урежение ритма и снижение избыточной гемодинамической нагрузки могут сопровождаться уменьшением ударного объема при сохранении или улучшении более комплексных параметров кровообращения.

Сердечный выброс демонстрировал различную направленность. В I группе отмечалось небольшое, но статистически значимое повышение с 5,49 [3,82; 7,73] до 5,89 [3,90; 7,55] л/мин ($p = 0,049$). Во II группе, напротив, показатель снизился с 5,90 [4,54; 6,97] до 5,09 [3,79; 6,35] л/мин ($p = 0,008$). Межгрупповое различие через месяц было статистически значимым, что делает сердечный выброс одним из наиболее наглядных параметров различия между тактиками. Клинически это означает, что контроль ритма был связан с более благоприятным сохранением минутного объема кровообращения.

Сходная логика прослеживалась при оценке сердечного индекса и индекса сердечной силы. Эти параметры имеют особое значение, поскольку позволяют учитывать площадь поверхности тела и энергетический компонент работы сердца. В I группе показатели сохраняли или улучшали функциональный профиль кровообращения, тогда как во II группе снижение ЧСС сопровождалось уменьшением ряда параметров насосной функции. Такое различие подтверждает, что урежение ритма само по себе не является полным эквивалентом восстановления эффективной гемодинамики.

Сосудистый компонент также изменялся неодинаково. В I группе ОПС и ИОПС имели тенденцию к снижению, тогда как во II группе показатели демонстрировали противоположную или менее благоприятную направленность. Для пациентов с фибрилляцией предсердий это имеет практическое значение: повышенная сосудистая нагрузка может поддерживать симптомы сердечной недостаточности даже при приемлемой ЧСС.

Отдельного внимания требует сравнение показателей в подгруппе контроля ритма исходно и сразу после восстановления ритма.

Таблица 13 – Динамика показателей гемодинамики исходно и сразу после восстановления ритма в группе контроля ритма (I)

Показатель	Контроль ритма исходно	Контроль ритма сразу после восстановление синусового ритма	p	Клиническая интерпретация
УО, мл	79,57 [62,08; 96,11]; 79,56 ± 22,34	74,55 [65,23; 89,25]; 71,62 ± 21,3	0,327	исходно без значимых различий
УИ, мл/м²	33,27 [28,46; 40,83]; 34,73 ± 11,14	31,67 [26,34; 38,93]; 34,7 ± 10,24	0,356	нет исходного различия
СВ, л/мин	5,49 [3,82; 7,73]; 5,94 ± 2,61	5,90 [4,34; 6,87]; 5,81 ± 2,55	0,250	нет исходного различия
СИ, л/мин/м²	2,77 [1,94; 3,54]; 2,93 ± 1,25	2,53 [2,78; 3,79]; 2,54 ± 1,09	0,189	нет исходного различия
ИСС, Вт/м²	0,58 [0,41; 0,78]; 0,62 ± 0,27	0,59 [0,46; 0,75]; 0,57 ± 0,27	0,127	нет исходного различия
ИГГ	9,5 [7,6; 11,7]; 11,22 ± 11,29	9,1 [7,5; 10,1]; 11,14 ± 10,32,	0,127	нет исходного различия
ОПС, дин·с/см^5	1 405 [1 000; 1 973]; 1 536,34 ± 736,97	1 368 [1 129; 1 744]; 1 531,60 ± 615,5	0,390	нет исходного различия
ИОПС, дин·с/см^5·м²	2 771 [2 193; 3 799]; 3 094,50 ± 1 464,31	2 985 [2 462; 3 609]; 3 262,22 ± 1 209,86	0,350	нет исходного различия
ОСЖ, % массы тела	50,8 [42,7; 57,2]; 52,24 ± 13,44	50,1 [42,5; 57,3]; 50,47 ± 11,02	0,323	нет исходного различия
Базальный импеданс R, Ом	341 [294; 389]; 334,29 ± 73,09	339 [268; 377]; 324,41 ± 60,38	0,341	нет исходного различия

При анализе полученных результатов можно сделать вывод, что непосредственно после кардиоверсии изучаемые гемодинамические параметры статистически значимо не изменились.

При анализе эхокардиографических данных были изучены 13 параметров: размеры правого и левого предсердий, правого желудочка, КДР, КСР, КДО, КСО, фракция выброса, фракция укорочения, пиковые показатели скорости кровотока на аортальном, митральном и трикуспидальном клапанах, а также среднее давление в легочной артерии. В раннем периоде наблюдения (4 ± 1) нед.) статистически значимых изменений не получено. Через 6 месяцев достоверную динамику дал только показатель пиковой скорости кровотока на трикуспидальном клапане (0,74 ± 0,5) м/с до (0,64 ± 0,4) м/с, p = 0,028). Размер правого предсердия изменился с (4,21 ± 0,7) см до (4,01 ± 0,71) см при p = 0,056, что свидетельствует о позитивной тенденции, но не достигает критериев статистической достоверности. Такой результат представляется клинически объяснимым. Именно правые отделы сердца особенно чувствительны к колебаниям наполнения и венозного возврата.

Таблица 14 – Динамика показателей, исследованных при помощи ультразвука

Параметры	Исходно	Через 6 мес. после кардиоверсии	Значение p между столбцами 2 и 3
ПП, см	4,21 ± 0,7	4,01 ± 0,71	0,056
ПЖ, см	3,24 ± 0,6	3,14 ± 0,5	0,207
ЛП, см	4,35 ± 0,69	4,24 ± 0,49	0,186
КСР, см	3,4 ± 0,61	3,35 ± 0,59	0,278
КДР, см	5,05 ± 1,47	5,1 ± 1,29	0,304
КСО, мл	107,1 ± 22,3	107,41 ± 21,5	0,448
КДО, мл	50,27 ± 21,3	51,23 ± 19,7	0,196
ФУ, %	30,1 ± 5,9	30,9 ± 5,9	0,197
ФВ, %	56,6 ± 7,6	57,9 ± 8,8	0,179
ПС АК, м/с	1,32 ± 0,35	1,35 ± 0,34	0,212
ПС МК, м/с	0,97 ± 0,26	0,9 ± 0,3	0,127
ПС ТРК, м/с	0,74 ± 0,5	0,64 ± 0,4	0,028
СДЛА, мм рт. ст.	31,7 ± 7,71	30,6 ± 8,02	0,234

Изменение размера правого предсердия и показателя пиковой скорости на трикуспидальном клапане можно рассматривать как отражение сохраняющейся или повторно возникшей перегрузки правых камер. При этом сложилось предварительное впечатление, что эхокардиографические параметры, возможно, более инертны, поэтому в описываемом периоде наблюдения оказались менее чувствительными к гемодинамическим изменениям.

3.3 Анализ индекса Гранова-Гура

Особый интерес вызывает индекс Гранова-Гура, который является отношением, оценивающим систолическую функцию левого желудочка. Индекс Гранова-Гура основан на продолжительности электрических систолических интервалов, которые рассчитываются по формуле ΔR/R*HR, при каждом артериальном систолическом расширении (пульсации) можно измерить увеличение электрической проводимости (или уменьшение электрического сопротивления). Такое изменение систолического сопротивления (импеданса) обозначают как ΔR, а базовое сопротивление тела как R (измеряют в омах, Ω) с учетом частоты сердечных сокращений (HR).

В своей работе анализировали индекс Гранова-Гура у 194 пациентов, которые были разделены на две группы, по 97 человек в каждой. Решение о тактике основывалось на клинической оценке, предпочтениях пациента и индивидуальной оценке риска и пользы, выборка осуществлялась методом кодированных конвертов. Группа контроля ритма подверглась ЭИТ с использованием стандартизированных методик, выполняемых по клиническим показаниям. Группа контроля частоты, получала медикаментозное лечение, в соответствии с клиническими рекомендациями. Контроль ритма был предпринят с помощью антиаритмических препаратов, в то время как контроль частоты достигался с помощью бета-блокаторов, блокаторов кальциевых каналов или дигоксина. Антикоагулянтная терапия назначалась по шкале CHA2DS2-VASC.

На момент поступления в группе II – ИГГ составил исходно 9,2 условных

единиц. Была выполнена коррекция лечения, после которой, удалось уредить частоту сердечных сокращений, однако ИГГ повысился до 10,2 условных единиц, скорее всего это связано с тем, что у части пациентов сохранялась зона, требующая клинического внимания и возможной коррекции терапии, однако у 7 пациентов отмечалось отсутствие клинически достаточной положительной динамики, у этих 7 – ИГГ 9,9 условных единиц. При исключении этих пациентов средний показатель ИГГ увеличился до 11,1 условных единиц.

В группе I – ИГГ составил исходно 9,5 условных единиц. Была выполнена кардиоверсия, однако непосредственно после восстановления ритма ИГГ статистически значимо не изменился, при этом через 1 месяц, наблюдали ИГГ – 11,7 условных единиц, по результату которого приняли решение о том, что терапия адекватна. Однако у 6 человек из данной группы - клинический результат расценен как недостаточный, и был связан с рецидивом тахисистолической формы аритмии, у пациентов с рецидивом аритмии ИГГ составил 9,9 условных единиц, а при исключении этих пациентов из расчета среднего показателя, ИГГ в первой группе составил 11,9 условных единиц.

Таблица 15 – Динамика индекса Гранова-Гура в зависимости от терапии

Показатель	Исходно ИГГ	Через 1 месяц ИГГ	Динамика ИГГ	Динамика ИГГ через 1 месяц, после смены терапии	Динамика ИГГ исходно на фоне смены терапии	Динамика ИГГ на 2 месяце, на фоне смены терапии
Удовлетворительный результат I группы, n (%)	9,5	11,9	2,4	—	—	—
Неудовлетворительный результат I группы, n (%)	9,5	9,9	0,4	11,2	1,7	1,3
Удовлетворительный результат II группы, n (%)	9,2	11,1	1,9	—	—	—
Неудовлетворительный результат II группы, n (%)	9,4	9,5	0,1	11,1	1,6	1,7

Проанализировав полученные выше результаты, в нашем исследовании у 13 пациентов возникла целесообразность коррекции тактики. Было принято решение о смене терапии, из I группы – 6 пациентам, было принято решение назначить терапию, направленную на урежение частоты сердечных сокращений, по результату которой спустя месяц мы наблюдали положительную динамику в виде улучшения клинического состояния, а также ИГГ до 11,2 условных единиц. Во II группе у 7 пациентов было принято решение о проведение электроимпульсной терапии, по результату в отсроченном периоде также наблюдалась положительная динамика, которая проявлялась отсутствием клинических проявлений аритмии, но также ростом ИГГ до 11,1 условных единиц. Таким образом, вышеописанные результаты имеют особое значение, поскольку значение выше 11 единиц, согласно нашим результатам, соответствует благоприятному клиническому состоянию и позитивной динамике изучаемых гемодинамических параметров. Полученные результаты, поддерживающие активную врачебную тактику по купированию ФП в ранние сроки, в сравнении с тактикой достижения нормосистолической формы ФП, поддерживают, и, в некоторой степени, объясняют результаты, полученные в исследовании EAST-AFNET. В указанных исследованиях показано положительное влияние конверсии ритма как интервенционным, так и терапевтическим путём на сердечно-сосудистые исходы. Некоторое несоответствие более ранним исследованиям (AFFIRM, RACE и др.) может объясняться существенным прогрессом как диагностических, так и лечебных методик.

3.4 Клинический пример 1

Клинический пример 1 демонстрирует динамику гемодинамического профиля пациента А. И. И. после выполнения электрической кардиоверсии. До восстановления ритма по данным импедансной кардиограммы отмечались признаки менее эффективной насосной функции и повышенной сосудистой нагрузки.

Исходно среднее артериальное давление составляло 100 мм рт. ст. при референтном диапазоне 70–90 мм рт. ст. Индекс сердечной силы был равен 2,5 л/мин/м² при референтных значениях 5–7 л/мин/м², а индекс общего периферического сопротивления составлял 3 340 дин·с/см□/м² при референтном диапазоне 1 600–3 000 дин·с/см□/м². Частота сердечных сокращений составляла 76–77 в минуту, сердечный индекс находился вне референтного интервала.

Через месяц после кардиоверсии среднее артериальное давление снизилось до 90 мм рт. ст., индекс сердечной силы увеличился до 5,0 л/мин/м², индекс общего периферического сопротивления уменьшился примерно до 2 000 дин·с/см□/м², а ЧСС снизилась до 69 в минуту. Сердечный индекс находился в пределах референтного интервала.

Данный пример показывает, что эффект восстановления ритма может проявляться не только по результатам ЭКГ, но и в улучшении функциональных параметров кровообращения. Именно повторное исследование через месяц позволило увидеть эту динамику.

Динамика клинических и гемодинамических показателей пациента А. И. И. представлена в Таблице 16.

Таблица 16 – Динамика клинических и гемодинамических показателей пациента А. И. И.

Показатель	Исходно	Через месяц	Изменение	Клиническая оценка
Среднее АД	100 мм рт. ст.	90 мм рт. ст.	снижение	переход к референтному диапазону
Индекс сердечной силы	2,5 л/мин/м²	5,0 л/мин/м²	рост	достижение референтного диапазона
ИОПС	3 340 дин·с/см⁵/м²	около 2 000 дин·с/см⁵/м²	снижение	уменьшение сосудистой нагрузки
ЧСС	76–77 в минуту	69 в минуту	снижение	более стабильный профиль
Сердечный индекс	вне референтного интервала	в референтном интервале	нормализация	улучшение насосной функции

Таким образом, клинический пример пациента А. И. И. демонстрирует, что восстановление ритма сопровождалось не одномоментным, а постепенным улучшением гемодинамического профиля пациента. Через месяц после проведенного лечения отмечено снижение среднего артериального давления со 100 до 90 мм рт. ст., что отражает переход показателя к более благоприятному уровню и уменьшение нагрузки на сердечно-сосудистую систему. При этом снижение ЧСС с 76–77 до 69 в минуту указывает на формирование более стабильного ритмического профиля, что имеет значение для улучшения наполнения желудочков и повышения эффективности сердечного выброса.

Наиболее выраженные положительные изменения были связаны с показателями насосной функции сердца. Индекс сердечной силы увеличился с 2,5 до 5,0 л/мин/м², то есть достиг референтного диапазона. Такая динамика свидетельствует о повышении функциональной способности сердца обеспечивать адекватный кровоток. Одновременно сердечный индекс, который исходно находился вне референтного интервала, через месяц нормализовался. Это позволяет расценивать проведенную терапевтическую тактику как клинически значимую не только по факту восстановления ритма, но и по ее влиянию на центральную гемодинамику.

Отдельного внимания заслуживает снижение индекса общего периферического сопротивления с 3 340 дин·с/см□/м² до уровня около 2 000 дин·с/см□/м². Уменьшение сосудистой нагрузки указывает на более экономичный режим работы сердца, при котором насосная функция реализуется при меньшем сопротивлении со стороны периферического сосудистого русла. В сочетании с ростом индекса сердечной силы и нормализацией сердечного индекса это отражает улучшение согласованности между работой сердца и состоянием сосудистого русла.

Клиническое значение данного наблюдения заключается в том, что положительный результат лечения проявился не только в снижении частоты сердечных сокращений, но и в перестройке ключевых гемодинамических параметров. У пациента сформировался более сбалансированный профиль

кровообращения: уменьшилась сосудистая нагрузка, улучшилась насосная функция сердца, снизилось среднее артериальное давление и стабилизировалась ЧСС. Следовательно, данный клинический пример подтверждает практическую значимость динамического контроля показателей импедансной кардиографии через месяц после выбранной терапевтической тактики, поскольку именно в этот период становятся заметными функциональные изменения, которые не всегда можно оценить только по клиническим жалобам или данным ЭКГ.

3.5 Клинический пример 2

Клинический пример 2 показывает использование импедансной кардиографии для выявления недостаточной эффективности терапии и последующей коррекции лечения. Пациентка П. И. А., предъявляла жалобы на одышку, потливость при небольшой нагрузке и ощущение частого неритмичного сердцебиения.

В анамнезе отмечались артериальная гипертензия, персистирующая фибрилляция предсердий, тахисистолический вариант, хроническая сердечная недостаточность IIA стадии, III функциональный класс, хроническая болезнь почек 3а и ожирение III степени. При поступлении была проведена биоимпедансная оценка с определением индекса Гранова-Гура.

На момент поступления ИГГ составил 9,5, что расценивалось как признак недостаточной эффективности терапии. Была выполнена коррекция лечения и кардиоверсия, после которой восстановлен синусовый ритм, а ИГГ статистически значимо не изменился. Через месяц показатель снизился до 9,9 одновременно появились одышка и учащенное сердцебиение, по ЭКГ зарегистрирована ФП, тахисистолический вариант.

После коррекции терапии удалось нормализовать ЧСС и перевести ФП в нормосистолический вариант. Через месяц – 11,7. Жалоб пациентка не предъявляла, аритмию не ощущала.

Динамика клинических и гемодинамических показателей пациента П. И. А., представлена в Таблице 17.

Таблица 17 – Динамика клинических и гемодинамических показателей пациента П. И. А.

Показатель	Исходно / этап	Через месяц / после коррекции	Изменение	Клиническая оценка
Жалобы	одышка, потливость, сердцебиение	жалоб нет	улучшение	снижение симптомной нагрузки
Ритм	ФП, тахисистолический вариант	ФП, нормосистолический вариант	урежение ЧСС	достижение контроля частоты
ИГГ при поступлении	9,5	—	ниже 11	недостаточная эффективность терапии
ИГГ через месяц	9,5	9,9	снижение ниже 11	сочеталось с клиническим ухудшением
ИГГ через последующий месяц	9,5	11,7	стабилизация	терапия адекватна

Таким образом, клинический пример 2 демонстрирует практическое значение порога ИГГ 11. Снижение показателя совпало с ухудшением состояния, а повышение после коррекции терапии – с клинической стабилизацией.

Сопоставление двух клинических примеров показывает, что импедансная кардиография может использоваться как для подтверждения положительного эффекта восстановления ритма, так и для раннего выявления недостаточной эффективности терапии. В обоих случаях метод дополнял стандартную ЭКГ, поскольку позволял оценить функциональную сторону лечения.

Таким образом, клинические примеры иллюстрируют результаты основной выборки и показывают, что динамическая биоимпедансная оценка может быть полезной для персонализированной коррекции терапии у пациентов с ФП.

ГЛАВА 4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полученные результаты подтверждают, что фибрилляция предсердий должна рассматриваться, как состояние, значимо влияющее на центральную гемодинамику. Выбор тактики лечения отражается на сердечном выбросе, сердечном индексе, сосудистом сопротивлении и интегральных показателях функции левого желудочка.

Исходная сопоставимость групп по большинству биоимпедансных параметров имеет методологическое значение. Она позволяет рассматривать выявленные через месяц различия не как результат стартовой неоднородности, а как отражение различного функционального ответа на терапию.

В группе контроля частоты сердечных сокращений получено ожидаемое и статистически значимое снижение ЧСС. Однако снижение частоты сопровождалось менее благоприятной динамикой сердечного выброса и сердечного индекса. Это подтверждает, что целевая ЧСС не является единственным критерием успешности лечения.

В группе контроля ритма через месяц отмечалась более согласованная положительная направленность по показателям насосной функции и сосудистой нагрузки. Рост индекса Гранова-Гура до уровня выше 11 поддерживает значение контроля ритма у пациентов, у которых восстановление регулярности сердечных сокращений сопровождается функциональным улучшением.

Полученные результаты сопоставимы с современными представлениями о необходимости индивидуального выбора стратегии лечения ФП. Ранние исследования, включая AFFIRM, не подтвердили универсального преимущества контроля ритма по выживаемости [19], однако современные данные EAST-AFNET 4 поддерживают ранний контроль ритма у отдельных категорий пациентов [45].

Рекомендации ESC 2024 и ACC/AHA/ACCP/HRS акцентируют необходимость комплексной оценки пациента, включая симптомы, сопутствующие заболевания, риск осложнений и динамику состояния [13; 15].

Настоящее исследование дополняет эту концепцию, показывая практическую роль биоимпедансных показателей.

Данные P. S. Osbak и соавторов о сопоставимости импедансной кардиографии с эхокардиографией при оценке сердечного выброса у пациентов с ФП подтверждают методическую обоснованность применения ИКГ [79]. Работа L. Ding и соавторов, где показатели ИКГ были связаны с дистанцией 6-минутной ходьбы, показывает клиническую значимость биоимпедансного мониторинга [36].

Запатентованный подход с использованием индекса Гранова-Гура менее 11 как критерия недостаточной эффективности терапии имеет прямую связь с полученными результатами. В группе контроля ритма медиана ИГГ через месяц достигла 11,1, тогда как во II группе составляла 10,2. Клинический пример 2 дополнительно показывает, что снижение ИГГ ниже 11 может совпадать с клиническим ухудшением и требовать коррекции терапии.

Практическая значимость работы заключается также в том, что импедансная кардиография может использоваться на стационарном и амбулаторном этапах. Она не заменяет ЭКГ и ЭхоКГ, но позволяет быстро повторно оценить функциональный результат терапии, что особенно важно при выборе между контролем ритма и контролем частоты сердечных сокращений.

Сопоставление результатов исследования с данными литературы представлено в Таблице 18.

Таблица 18 – Сопоставление результатов исследования с данными литературы

Источник	Метод/группа	Основные результаты	Соотношение с исследованием	Объяснение
AFFIRM [19]	контроль ритма и частоты	нет преимущества контроля ритма по выживаемости	настоящее исследование оценивает не смертность, а гемодинамику	разные конечные точки
EAST-AFNET 4 [45]	ранний контроль ритма	снижение неблагоприятных событий	согласуется с преимуществами контроля ритма у части пациентов	роль ранней тактики
RATE-AF [48]	постоянная ФП, контроль ЧСС	важны симптомы и качество жизни	подтверждает недостаточность оценки только ЧСС	нужна комплексная оценка
Osbak P. S. [79]	ИКГ при ФП	приемлемое соответствие с эхокг	поддерживает применение ИКГ	метод повторного контроля
Ding L. [36]	ИКГ и 6-минутная ходьба	связь с функциональной способностью	биоимпедансные показатели имеют клинический смысл	отражают переносимость нагрузки

Таким образом, результаты настоящего исследования дополняют литературные данные, поскольку показывают, что функциональная гемодинамическая оценка через месяц может выявлять различия между стратегиями лечения, не сводимые только к контролю ЧСС или восстановлению синусового ритма.

Клиническое значение полученных результатов представлено в Таблице 19.

Таблица 19 – Клиническое значение полученных результатов

Результат	Интерпретация	Практическое значение	Применение
Снижение ЧСС во II группе	цель контроля частоты достигнута	важно при тахисистолии	контроль пульса
Рост ИГГ в I группе выше 11	лучший интегральный показатель функции ЛЖ	ориентир эффективности	динамический контроль
Различие по СИ через месяц	лучший профиль минутного кровообращения в I группе	учет насосной функции	персонализация терапии
Различие по ОПС и ИОПС	разная сосудистая нагрузка	учет гипертензии и ХСН	коррекция лечения
Клинические примеры	практическая проверка подхода	поддержка индивидуальных решений	стационарный и амбулаторный контроль

Таким образом, полученные данные имеют практическую направленность: они позволяют использовать импедансную кардиографию как дополнительный инструмент для оценки эффективности терапии, своевременного выявления недостаточного гемодинамического ответа и коррекции лечебной тактики.

При обсуждении необходимо подчеркнуть, что ИКГ не должна использоваться изолированно. Ее показатели следует сопоставлять с клиническими жалобами, ЭКГ, данными ЭхоКГ, уровнем артериального давления, лабораторными маркерами и характером сопутствующей терапии.

Наибольшее значение для практики имеют показатели, отражающие интегральный функциональный ответ: сердечный индекс, индекс сердечной силы, индекс Гранова-Гура, ОПС и ИОПС.

Результаты исследования подтверждают необходимость повторной оценки через месяц. Эта точка оказалась более информативной, чем одномоментное исходное сравнение, поскольку позволила выявить устойчивый

гемодинамический профиль после реализации выбранной терапевтической стратегии.

Таким образом, терапевтическая стратегия при ФП должна оцениваться не только по ритму и ЧСС, но и по показателям центральной гемодинамики. Импедансная кардиография расширяет возможности такого подхода.

Дополнительный анализ результатов позволяет выделить несколько уровней клинической интерпретации. Первый уровень связан с исходной характеристикой пациентов. Несмотря на отдельные различия по артериальному давлению и респираторным показателям, основные параметры насосной функции, включая ударный объем, сердечный выброс, сердечный индекс, индекс сердечной силы и индекс Гранова-Гура, исходно не демонстрировали выраженного статистического разрыва между группами. Это создает основу для корректного обсуждения последующей динамики.

Второй уровень связан с различием между формальным контролем ЧСС и восстановлением более эффективной организации кровообращения. В клинической практике снижение ЧСС часто воспринимается как достаточный критерий успеха лечения при постоянной форме ФП. Однако результаты настоящего исследования показывают, что урежение ритма не всегда сопровождается улучшением сердечного выброса и сердечного индекса. Поэтому контроль частоты следует рассматривать как необходимый, но не единственный критерий эффективности терапии.

Третий уровень касается сроков оценки. Отсутствие выраженного эффекта сразу после кардиоверсии не должно трактоваться как гемодинамическая неэффективность восстановления ритма. Механическая функция предсердий и желудочков может перестраиваться постепенно, а сосудистая система адаптируется не одномоментно. Именно этим объясняется практическая значимость контрольного обследования через один месяц, когда показатели становятся более показательными для оценки устойчивого ответа.

С позиции патофизиологии полученные результаты согласуются с представлением о том, что фибрилляция предсердий нарушает не только

ритмичность сокращений, но и взаимодействие предсердий и желудочков. При восстановлении синусового ритма улучшается последовательность наполнения желудочков, уменьшается хаотичность сердечных циклов и создаются условия для более устойчивой насосной работы. Однако этот эффект проявляется не у всех пациентов одинаково, что подчеркивает необходимость индивидуального наблюдения.

Индекс Гранова-Гура в данном исследовании имеет особое значение как показатель, связанный с систолической функцией левого желудочка в системе NICaS. В патентных материалах предложено использовать порог менее 11 условных единиц как основание для вывода о недостаточной эффективности лечения и необходимости его оптимизации. В клиническом плане это важно тем, что врач получает возможность реагировать до развития выраженных жалоб или декомпенсации.

Клинические примеры подтверждают практическую ценность такого подхода. У пациента с исходно сниженным индексом Гранова-Гура после коррекции терапии и восстановления ритма показатель повышался до уровня, позволяющего говорить о гемодинамической эффективности лечения. В другом наблюдении снижение индекса через месяц сочеталось с появлением одышки, сердцебиения и регистрацией тахисистолической ФП, что потребовало повторной коррекции терапии. Эти случаи хорошо иллюстрируют, что биоимпедансная оценка не является отвлеченным расчетом, а может быть включена в реальный клинический маршрут пациента.

Сопоставление с литературными данными показывает, что полученные результаты не противоречат крупным исследованиям, где сравнивались контроль ритма и контроль частоты. Ранние исследования, такие как AFFIRM и RACE, не демонстрировали убедительного преимущества рутинного контроля ритма по выживаемости у широких групп пациентов. Однако более поздние данные EAST-AFNET 4 и современные рекомендации делают акцент на ранней и индивидуализированной тактике, учитывающей клинический профиль пациента. Настоящее исследование дополняет этот подход гемодинамическим аспектом: оно

показывает, что у части пациентов контроль ритма может давать более благоприятный функциональный ответ, который фиксируется методом импедансной кардиографии.

Важным является и сравнение биоимпедансной кардиографии с традиционными визуализирующими методами. Эхокардиография остается базовым инструментом для оценки структуры сердца, фракции выброса и камерного ремоделирования. Однако она менее удобна для частого повторного мониторинга и зависит от качества акустического окна. Импедансная кардиография, напротив, не заменяет ЭхоКГ, но может быстро дополнять ее, позволяя видеть динамику сердечного выброса, сердечного индекса, индекса сердечной силы и сосудистого сопротивления.

Практическое значение работы заключается в том, что она предлагает перенос акцента с единовременного обследования на последовательную оценку ответа на лечение. Для пациента с ФП важно не только то, какая тактика выбрана исходно, но и то, как меняется гемодинамический профиль через один месяц. Такой контроль позволяет своевременно выявлять неблагоприятную динамику и корректировать терапию до формирования более выраженного клинического ухудшения.

При этом результаты не следует трактовать как универсальное преимущество одной тактики для всех пациентов. Группа контроля ритма показала более благоприятные изменения по ряду параметров, однако выбор лечения при ФП всегда должен учитывать возраст, длительность аритмии, риск тромбоэмболических осложнений, наличие сердечной недостаточности, переносимость антиаритмических препаратов и вероятность удержания синусового ритма. Данные импедансной кардиографии могут усилить клиническое решение, но не должны использоваться изолированно от общего состояния пациента.

Расширенная практическая интерпретация показателей, использованных в работе, представлена в Таблице 20. Она обобщает, какие именно изменения имеют

наибольшее значение для клинициста при динамическом наблюдении пациентов с персистирующей и постоянной формами ФП.

Таблица 20 – Расширенная клиническая интерпретация показателей импедансной кардиографии

Показатель	Клиническая интерпретация	Практическое значение
ЧСС	урежение ЧСС отражает эффективность контроля частоты, но не всегда означает улучшение сердечного выброса	оценивать вместе с СВ, СИ и клиническими симптомами
СВ	показывает минутный объем кровообращения и является одним из ключевых параметров системной гемодинамики	снижение СВ при нормальной ЧСС требует анализа терапии и общего состояния пациента
СИ	позволяет сопоставлять насосную функцию у пациентов с разной площадью поверхности тела	особенно полезен при ожирении и выраженных антропометрических различиях
ИСС	характеризует энергетическую составляющую насосной функции сердца	снижение может указывать на менее эффективную работу сердца даже при приемлемой ЧСС
ИГГ	связан с оценкой функции левого желудочка в системе NICaS	значение менее 11 рассматривается как основание для внимания к эффективности лечения
ОПС и ИОПС	отражают сосудистую нагрузку и периферический компонент кровообращения	повышение может поддерживать одышку и утомляемость даже при контроле ритма или ЧСС
TBW	характеризует водный статус пациента	помогает отличать изменение гемодинамики от влияния водной нагрузки
R	отражает исходные электрические свойства тканей при регистрации	стабильность R повышает доверие к повторным измерениям

Таким образом, расширенная интерпретация подтверждает, что наиболее информативным является не один показатель, а их сочетание. В настоящем

исследовании именно совокупная оценка ЧСС, СВ, СИ, ИСС, ИГГ, ОПС и ИОПС позволила показать различия между тактикой контроля ритма и тактикой контроля частоты сердечных сокращений. Такой подход ближе к реальной клинической практике, где решение о терапии принимается на основании общего состояния пациента, а не одного числового критерия.

Еще один важный аспект связан с амбулаторным этапом наблюдения. Через один месяц пациент уже находится вне непосредственного периода вмешательства, но еще достаточно близко к исходной точке лечения. Поэтому данная временная точка удобна для выявления ранней неблагоприятной динамики. Если к этому сроку сохраняются низкие значения ИГГ, снижается СИ или повышается ИОПС, это может служить основанием для более внимательной коррекции терапии и повторной оценки состояния.

Полученные результаты имеют значение и для организации маршрутизации пациентов. Импедансная кардиография может применяться не только в стационаре, но и при амбулаторном контроле, поскольку исследование неинвазивно, быстро выполняется и может повторяться многократно. Это особенно важно для пациентов с персистирующей и постоянной ФП, у которых рецидивы аритмии, ухудшение контроля ЧСС и постепенное снижение насосной функции могут развиваться между плановыми визитами.

В целом данные работы подтверждают, что оценка гемодинамики при ФП должна быть динамической. Однократное измерение важно для исходной характеристики, но именно повторное исследование через месяц показывает, как выбранная тактика отражается на сердечно-сосудистом статусе. Поэтому импедансная кардиография может рассматриваться как практический инструмент персонализированного наблюдения, дополняющий ЭКГ, ЭхоКГ и клиническую оценку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фибрилляция предсердий является распространенным нарушением ритма, которое влияет не только на электрическую активность сердца, но и на центральную гемодинамику. У пациентов с персистирующей и постоянной формами ФП особенно важно оценивать функциональный результат терапии, поскольку клиническое улучшение и электрокардиографические данные не всегда полностью отражают состояние кровообращения.

В теоретической части работы рассмотрены современные методы оценки гемодинамики, включая ЭхоКГ, спекл-трекинг, МРТ, SPECT и импедансную кардиографию. Показано, что ИКГ имеет отдельное практическое значение как быстрый и неинвазивный метод динамического наблюдения.

В клинической части сравнивались I группа контроля ритма и II группа контроля частоты сердечных сокращений. Исходно группы были сопоставимы по большинству биоимпедансных параметров, что позволило корректно анализировать динамику через месяц.

Через месяц II группа продемонстрировала выраженное снижение ЧСС и артериального давления, но по ряду параметров минутного кровообращения динамика была менее благоприятной. I группа характеризовалась более благоприятным профилем сердечного выброса, сердечного индекса, индекса сердечной силы, индекса Гранова-Гура и сосудистого сопротивления.

Клинические примеры подтвердили практическую ценность метода. В одном случае ИКГ показала улучшение после кардиоверсии, в другом – позволила выявить недостаточную эффективность терапии и обосновать ее коррекцию.

Предложенный подход с использованием индекса Гранова-Гура позволяет рассматривать ИКГ как инструмент ранней оценки эффективности лечения до развития выраженной клинической декомпенсации. Значение ИГГ менее 11 может служить поводом для более внимательной оценки пациента и пересмотра подходов к терапии.

В целом исследование подтверждает перспективность импедансной кардиографии как дополнительного метода персонализированной оценки лечения у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий.

В исследовании показано, что клиническая оценка эффективности лечения пациентов с ФП должна включать не только факт восстановления синусового ритма или урежения ЧСС, но и анализ гемодинамического ответа. Наиболее значимыми для такого анализа оказались параметры, отражающие насосную функцию сердца и сосудистую нагрузку: сердечный выброс, сердечный индекс, индекс сердечной силы, индекс Гранова-Гура, общее периферическое сопротивление и индекс общего периферического сопротивления.

Изменения становятся более устойчивыми, спустя месяц, и лучше отражают реальный ответ сердечно-сосудистой системы на выбранную тактику. Восстановление синусового ритма не всегда дает немедленное улучшение сразу после кардиоверсии, однако через месяц у части пациентов формируется более благоприятный профиль кровообращения.

Результаты нашего исследования позволяют рассматривать импедансную кардиографию как метод, который может использоваться для раннего выявления недостаточной эффективности лечения, выбора момента коррекции терапии и последующего контроля состояния пациента. Включение индекса Гранова-Гура в алгоритм оценки усиливает возможность персонализированного подхода, поскольку данный показатель отражает функциональное состояние левого желудочка.

ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным ограничением является объем выборки. Несмотря на включение 194 пациентов, для оценки отдаленных клинических исходов и окончательной валидации пороговых значений желательно иметь более крупные массивы данных.

Второе ограничение связано со сроком наблюдения. Основная динамическая оценка выполнялась через один месяц, тогда как ремоделирование предсердий, устойчивость ритма и прогрессирование сердечной недостаточности могут проявляться на более длительных интервалах.

Третьим ограничением является клиническая неоднородность пациентов. Коморбидность, антигипертензивная терапия, сердечная недостаточность, ожирение, сахарный диабет и хроническая болезнь почек могли влиять на гемодинамический ответ, что, безусловно, представляет научный интерес и может являться предметом анализа более крупной выборки пациентов.

Методологические ограничения ИКГ также необходимо учитывать: качество сигнала зависит от контакта электродов, периферической перфузии, положения пациента и нерегулярности сердечных циклов. Поэтому большое значение может иметь качество регистрации ИКГ, а полученные результаты должны интерпретироваться комплексно.

Порог ИГГ менее 11 является перспективным практическим критерием, но требует дальнейшей проверки на независимых выборках с анализом чувствительности, специфичности и прогностической ценности.

Метод импедансной кардиографии требует соблюдения технических условий регистрации. Поэтому повторные исследования должны выполняться в сопоставимых условиях, а интерпретация результатов должна учитывать клинический контекст.

ВЫВОДЫ

1. Статистически значимо при выполнении импедансной кардиографии изменялись сердечный выброс, сердечный индекс, индекс сердечной силы, индекс Гранова-Гура, общее периферическое сопротивление и индекс общего периферического сопротивления.

2. Через один месяц в группе контроля ритма медианные значения ударного индекса, сердечного выброса, сердечного индекса, индекса сердечной силы и индекса Гранова-Гура составили соответственно 38,64 мл/м², 5,89 л/мин, 2,92 л/мин/м², 0,63 Вт/м² и 11,1 условных единиц; в группе контроля частоты сердечных сокращений – 36,60 мл/м², 5,09 л/мин, 2,48 л/мин/м², 0,52 Вт/м² и 10,2 условных единиц.

3. Значение индекса Гранова-Гура более 11 условных единиц соответствует благоприятной динамике гемодинамических параметров и может использоваться как дополнительный ориентир эффективности лечебного подхода; значение менее 11 требует комплексной клинической переоценки.

4. По данным импедансной кардиографии в группе контроля ритма улучшается сердечный выброс на 7,3 %, сердечный индекс на 5,4 %, индекс сердечной силы 8,6 %, что превзошло эхокардиографический метод по чувствительности оценки гемодинамики.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендуется у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий использовать импедансную кардиографию как дополнительный метод оценки гемодинамики наряду со стандартными клиническими методами обследования и эхокардиоскопии.

2. Рекомендуется повторное исследование выполнять через один месяц после выбора или изменения лечебной тактики.

3. Рекомендуется значение индекса Гранова-Гура менее 11 условных единиц, которые следует рассматривать как основание для возможной коррекции терапии.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Анализ данных гемодинамики, полученных методом биоимпедансной кардиографии наряду с традиционными методиками, представляет собой существенное дополнение к оценке статуса пациента и позволяет осуществить углублённую его оценку. Дальнейший набор материала биоимпедансных измерений усилит степень достоверности получаемых результатов и может быть интерполирован в дальнейшем на более широкую группу пациентов с различными нарушениями ритма и проводимости сердца, позволит принимать индивидуализированное решение в отношении каждого конкретного больного.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ААП	антиаритмические препараты
АД	артериальное давление
ДАД/DBP	диастолическое артериальное давление
ИГГ/GGI	индекс Гранова-Гура
ИКГ	импедансная кардиография
ИМТ	индекс массы тела
ИОПС/TPRI	индекс общего периферического сопротивления
ИСС/CPI	индекс сердечной силы
КДО	конечный диастолический объем
КСО	конечный систолический объем
ЛЖ	левый желудочек
ЛП	левое предсердие
ОПС/TPR	общее периферическое сопротивление
ОСЖ/TBW	общее содержание жидкости в организме
САД/SBP	систолическое артериальное давление
СВ/CO	сердечный выброс
СИ/CI	сердечный индекс
СН	сердечная недостаточность
СО/SD	стандартное отклонение
УИ/SI	ударный индекс
УО/SV	ударный объем
ФВ/ФВЛЖ	фракция выброса левого желудочка
ФП	фибрилляция предсердий
ХСН	хроническая сердечная недостаточность
ЧСС/HR	частота сердечных сокращений
ЭИТ	электроимпульсная терапия
ЭКГ	электрокардиография
Эхокг	эхокардиография

Me	медиана
Q1	первый квартиль
Q3	третий квартиль
P	уровень статистической значимости
PSM	метод выравнивания групп по показателю склонности

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020 / Ж. Д. Кобалава, А. О. Конради, С. В. Недогода и др. // Российский кардиологический журнал. – 2020. – Т. 25. – № 3. – С. 149–218.

2. Динамика антиаритмической терапии после катетерной аблации фибрилляции предсердий: данные российской клинической практики в регистре ESC-EHRA / Л. Е. Коробченко, С. А. Байрамова, В. Е. Харац и др. // Российский кардиологический журнал. – 2020. – Т. 25. – № 5. – С. 3874.

3. Интервенционные подходы в лечении фибрилляции предсердий / А. Г. Филатов, Е. З. Голухова, К. В. Давтян и др. // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2023. – Т. 78. – № 2.

4. Необутов, Н. Н. Ремоделирование сердца и сосудов, особенности тревожно-депрессивного статуса у пациентов пожилого возраста с инфарктом миокарда в сочетании с фибрилляцией предсердий / Н. Н. Необутов, С. В. Колбасников // Терапия. – 2020. – № 7. – С. 22–27.

5. Прогнозирование развития фибрилляции предсердий методом множественной логистической регрессии / С. Ю. Никулина, К. Ю. Шишкова, А. А. Чернова, В. А. Шульман // Терапия. – 2021. – Т. 7. – № 9. – С. 66–74.

6. Система для неинвазивного исследования центральной гемодинамики методом биоимпедансометрии NiCaS CS с принадлежностями. Регистрационное удостоверение от 19.07.2022 № РЗН 2022/17789.

7. Тарзиманова, А. И. Современные принципы антиаритмической терапии фибрилляции предсердий / А. И. Тарзиманова // Фарматека. – 2023. – Т. 30. – № 1/2. – С. 100–104.

8. Тарзиманова, А. И. Фибрилляция предсердий: дискуссионные вопросы современной классификации, новые возможности диагностики и лечения / А. И. Тарзиманова // Терапия. – 2024. – № 6. – С. 156–161.

9. Фибрилляция и трепетание предсердий. Клинические рекомендации 2020 / М. Г. Аракелян, Л. А. Бокерия, Е. Ю. Васильева и др. // Российский кардиологический журнал. – 2021. – Т. 26. – № 7. – С. 190–260.

10. Фибрилляция предсердий и смертность: прогностические факторы и терапевтические стратегии / А. В. Ардашев, Ю. Н. Беленков, М. Ч. Матюкевич, В. А. Снежицкий // Кардиология. – 2021. – Т. 61. – № 2. – С. 91–98.

11. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes / J. Knuuti, W. Wijns, A. Saraste [et al.] // European Heart Journal. – 2020. – Vol. 41. – № 3. – P. 407–477.

12. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the EACTS / G. Hindricks, T. Potpara, N. Dagres [et al.] // European Heart Journal. – 2021. – Vol. 42. – № 5. – P. 373–498. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa612.

13. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the diagnosis and management of atrial fibrillation / J. A. Joglar, M. K. Chung, A. L. Armbruster [et al.] // Circulation. – 2024. – Vol. 149. – № 1. – P. e1–e156.

14. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure / T. A. McDonagh, M. Metra, M. Adamo [et al.] // European Heart Journal. – 2023. – Vol. 44. – № 37. – P. 3627–3639.

15. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery / I. C. Van Gelder, M. Rienstra, K. V. Bunting [et al.] // European Heart Journal. – 2024. – Vol. 45. – № 36. – P. 3314–3414.

16. 2024 European Heart Rhythm Association/Heart Rhythm Society/Asia Pacific Heart Rhythm Society/Latin American Heart Rhythm Society expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation / S. Tzeis, E. P. Gerstenfeld, J. Kalman [et al.] // EP Europace. – 2024. – Vol. 26. – № 4. – P. euae043.

17. 2024 Heart disease and stroke statistics: a report of US and global data from the American Heart Association / S. S. Martin, A. W. Aday, Z. I. Almarzooq [et al.] // Circulation. – 2024. – Vol. 149. – № 8. – P. e347–e913.

18. A comparison of rate control and rhythm control in patients with recurrent persistent atrial fibrillation / I. C. Van Gelder, V. E. Hagens, H. A. Bosker [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2002. – Vol. 347. – № 23. – P. 1834–1840.

19. A comparison of rate control and rhythm control in patients with atrial fibrillation / D. G. Wyse, A. L. Waldo, J. P. DiMarco [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2002. – Vol. 347. – № 23. – P. 1825–1833.

20. Aggressive risk factor reduction study for atrial fibrillation and implications for the outcome of ablation: the ARREST-AF cohort study / R. K. Pathak, M. E. Middeldorp, D. H. Lau [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2014. – Vol. 64 (21). – P. 2222–2231.

21. Apixaban in patients with atrial fibrillation / S. J. Connolly, J. Eikelboom, C. Joyner [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2011. – Vol. 364. – № 9. – P. 806–817.

22. Apixaban in patients with atrial fibrillation and acute coronary syndrome or percutaneous coronary intervention / S. J. Connolly, U. Ezekowitz, Y. H. Kim [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2019. – Vol. 380. – № 16. – P. 1509–1524.

23. Apixaban versus warfarin in patients with atrial fibrillation / C. B. Granger, J. H. Alexander, J. J. V. McMurray [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2011. – Vol. 365. – № 11. – P. 981–992.

24. ASNC imaging guidelines for SPECT nuclear cardiology procedures: stress, protocols, and tracers / M. J. Henzlova, W. L. Duvall, A. J. Einstein [et al.] // Journal of Nuclear Cardiology. – 2016. – Vol. 23. – № 3. – P. 606–639.

25. ASNC imaging guidelines/SNMMI procedure standard for positron emission tomography nuclear cardiology procedures / V. Dilsizian, T. M. Bacharach, R. S. Beanlands [et al.] // Journal of Nuclear Cardiology. – 2016. – Vol. 23. – № 5. – P. 1187–1226.

26. Assessment of left atrial structure and function by echocardiography in atrial fibrillation / M. Ji, L. He, L. Gao [et al.] // Diagnostics. – 2022. – Vol. 12. – № 8. – Article 1898.

27. Association of atrial tissue fibrosis identified by delayed enhancement MRI and atrial fibrillation catheter ablation: the DECAAF study / N. F. Marrouche, D. Wilber, G. Hindricks [et al.] // JAMA. – 2014. – Vol. 311. – № 5. – P. 498–506.

28. Association of left atrial strain by cardiovascular magnetic resonance with recurrence of atrial fibrillation following catheter ablation / M. M. Benjamin, N. Moulki, A. Waqar [et al.] // J. Cardiovasc. Magn. Reson. – 2022. – Vol. 24 (1). – P. 3.

29. Atrial fibrillation begets atrial fibrillation: a study in awake chronically instrumented goats / M. C. Wijffels, C. J. Kirchhof, R. Dorland, M. A. Allessie // Circulation. – 1995. – Vol. 92. – № 7. – P. 1954–1968.

30. Bioimpedance cardiography measurements of cardiac output and other cardiovascular parameters / N. M. Albert, M. D. Hail, J. Li, J. B. Young // Crit. Care Nurs. Clin. North Am. – 2006. – Vol. 18 (2). – P. 195–202.

31. Catheter ablation for atrial fibrillation with heart failure / N. F. Marrouche, J. Brachmann, D. Andresen [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2018. – Vol. 378. – № 5. – P. 417–427.

32. Catheter ablation in end-stage heart failure with atrial fibrillation / C. Sohns, H. Fox, N. F. Marrouche [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2023. – Vol. 389. – № 15. – P. 1380–1389. DOI: 10.1056/NEJMoa2306037.

33. Clinical recommendations for cardiovascular magnetic resonance mapping of T1, T2, T2* and extracellular volume: a consensus statement by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance / D. R. Messroghli, J. C. Moon, V. M. Ferreira [et al.] // Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. – 2017. – Vol. 19. – № 1. – Article 75.

34. Comparison of left atrial strain by feature tracking cardiac magnetic resonance with speckle tracking transthoracic echocardiography / M. M. Benjamin, M. S. Munir, P. Shah [et al.] // International Journal of Cardiovascular Imaging. – 2021. – Vol. 38. – № 6. – P. 1383–1389.

35. Comparison of the efficacy and safety of new oral anticoagulants with warfarin in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis of randomised trials / C. T. Ruff, R. P. Giugliano, E. Braunwald [et al.] // Lancet. – 2014. – Vol. 383. – № 9921. – P. 955–962.

36. Correlation between impedance cardiography and 6-min walk distance in atrial fibrillation patients / L. Ding, W. Hua, S. Zhang [et al.] // BMC Cardiovasc. Disord. – 2016. – Vol. 16. – P. 99.

37. Correlation of impedance cardiography-derived and cardiac magnetic resonance-derived stroke volumes / P. Hassan-Tash, U. Ismail, I. D. C. Kirkpatrick [et al.] // Curr. Probl. Cardiol. – 2023. – Vol. 48 (3). – P. 101457.

38. Cryoablation or drug therapy for initial treatment of atrial fibrillation / J. G. Andrade, G. A. Wells, M. W. Deyell [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2021. – Vol. 384. – № 4. – P. 305–315.

39. Cryoballoon ablation as initial therapy for atrial fibrillation / O. M. Wazni, N. Dandamudi, M. Sood [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2021. – Vol. 384. – № 4. – P. 316–324.

40. Cryoballoon or radiofrequency ablation for paroxysmal atrial fibrillation / K. H. Kuck, J. Brugada, A. Fürnkranz [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2016. – Vol. 374. – № 23. – P. 2235–2245.

41. Dabigatran versus warfarin in patients with atrial fibrillation / S. J. Connolly, M. D. Ezekowitz, S. Yusuf [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2009. – Vol. 361. – № 12. – P. 1139–1151.

42. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography / J. U. Voigt, G. Pedrizzetti, P. Lysyansky [et al.] // European Heart Journal – Cardiovascular Imaging. – 2015. – Vol. 16. – № 1. – P. 1–11.

43. Early post-stress decrease in cardiac performance by impedance cardiography and its relationship to the severity and extent of ischemia by myocardial perfusion imaging / R. Goldkorn, A. Naimushin, E. Rozen [et al.] // BMC Cardiovascular Disorders. – 2020. – Vol. 20. – № 1. – Article 354.

44. Early rhythm control vs. rate control in atrial fibrillation: A systematic review and meta-analysis / S. Han, R. Jia, Z. Cen [et al.] // Frontiers in Cardiovascular Medicine. – 2023. – Vol. 10. – Article 978637.

45. Early rhythm-control therapy in patients with atrial fibrillation / P. Kirchhof, A. J. Camm, A. Goette [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2020. – Vol. 383. – № 14. – P. 1305–1316.

46. Edoxaban versus warfarin in patients with atrial fibrillation / R. P. Giugliano, C. T. Ruff, E. Braunwald [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2013. – Vol. 369. – № 22. – P. 2093–2104.

47. Effect of catheter ablation vs antiarrhythmic drug therapy on mortality, stroke, bleeding, and cardiac arrest among patients with atrial fibrillation / D. L. Packer, D. B. Mark, R. A. Robb [et al.] // JAMA. – 2019. – Vol. 321. – № 13. – P. 1261–1274.

48. Effect of digoxin vs bisoprolol for heart rate control in atrial fibrillation on patient-reported quality of life: the RATE-AF randomized clinical trial / D. Kotecha, K. V. Bunting, S. K. Gill [et al.] // JAMA. – 2020. – Vol. 324 (24). – P. 2497–2508.

49. Effect of MRI-guided fibrosis ablation vs conventional catheter ablation on atrial arrhythmia recurrence in patients with persistent atrial fibrillation: the DECAAF II randomized clinical trial / N. F. Marrouche, O. Wazni, C. McGann [et al.] // JAMA. – 2022. – Vol. 327. – № 23. – P. 2296–2305.

50. Effect of weight reduction and cardiometabolic risk factor management on symptom burden and severity in patients with atrial fibrillation: a randomized clinical trial / H. S. Abed, G. A. Wittert, D. P. Leong [et al.] // JAMA. – 2013. – Vol. 310 (19). – P. 2050–2060.

51. Effects of atrial fibrillation on the human ventricle / S. Pabel, M. Knierim, T. Stehle [et al.] // Circulation Research. – 2022. – Vol. 130. – № 7. – P. 994–1010.

52. Evaluation of left atrial and ventricular remodeling in atrial fibrillation subtype by using speckle tracking echocardiography / S. Lu, H. Liu, J. Sun [et al.] // Front. Cardiovasc. Med. – 2023. – Vol. 10. – P. 1208577.

53. Evaluation of left atrial size and function: relevance for clinical practice / L. Thomas, D. Muraru, B. A. Popescu [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2020. – Vol. 33 (8). – P. 934–952.

54. Global left atrial longitudinal strain using 3-beat method improves risk prediction of stroke over conventional echocardiography in atrial fibrillation / J. N. Liao, T. F. Chao, J. Y. Kuo [et al.] // Circulation: Cardiovascular Imaging. – 2020. – Vol. 13. – № 8. – P. e010287.

55. Guidelines for performing a comprehensive transthoracic echocardiographic examination in adults: recommendations from the American Society of Echocardiography / C. Mitchell, P. S. Rahko, L. A. Blauwet [et al.] // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2019. – Vol. 32. – № 1. – P. 1–64.

56. Heart disease and stroke statistics – 2020 update: a report from the American Heart Association / S. S. Virani, A. Alonso, E. J. Benjamin [et al.] // Circulation. – 2020. – Vol. 141. – № 9. – P. e139–e596.

57. Heart disease and stroke statistics – 2023 update: a report from the American Heart Association / C. W. Tsao, A. W. Aday, Z. I. Almarzooq [et al.] // Circulation. – 2023. – Vol. 147. – № 8. – P. e93–e621.

58. Hemodynamics and echocardiograms before and after cardioversion of atrial fibrillation to normal sinus rhythm / J. R. Orlando, R. van Herick, W. S. Aronow [et al.] // Chest. – 1979. – Vol. 76. – № 5. – P. 521–526.

59. Hohnloser, S. H. Rhythm or rate control in atrial fibrillation: Pharmacological Intervention in Atrial Fibrillation / S. H. Hohnloser, K. H. Kuck, J. Lilienthal // Lancet. – 2000. – Vol. 356. – № 9244. – P. 1789–1794.

60. Impact of baseline left atrial function on long-term outcome after catheter ablation for paroxysmal atrial fibrillation / T. Oka, K. Tanaka, Y. Ninomiya [et al.] // Journal of Cardiology. – 2020. – Vol. 75. – № 4. – P. 352–359.

61. Jakovljevic, D. G. Bioimpedance and bioreactance methods for monitoring cardiac output / D. G. Jakovljevic, M. I. Trenell, G. A. MacGowan // Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol. // 2014. – Vol. 28 (4). – P. 381–394.

62. Left atrial morpho-functional remodeling in atrial fibrillation assessed by three dimensional speckle tracking echocardiography and its value in atrial fibrillation screening / L. Bao, L. Cheng, X. Gao [et al.] // Cardiovascular Ultrasound. – 2022. – Vol. 20. – № 1. – Article 13.

63. Left atrial strain and strain rate in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation: relationship to left atrial structural remodeling detected by delayed-enhancement MRI / S. S. Kuppahally, N. Akoum, N. S. Burgon [et al.] // Circulation: Cardiovascular Imaging. – 2010. – Vol. 3. – № 3. – P. 231–239.

64. Left atrial strain predicts recurrence of atrial arrhythmias after catheter ablation of persistent atrial fibrillation / A. S. Parwani, D. A. Morris, F. Blaschke [et al.] // Open Heart. – 2017. – Vol. 4. – № 1. – Article e000572.

65. Left atrial strain: a useful index in atrial fibrillation / M. Cameli, G. E. Mandoli, F. Loiacono [et al.] // International Journal of Cardiology. – 2016. – Vol. 220. – P. 208–213.

66. Left atrial strain: state of the art and clinical implications / N. Javadi, S. Bismee, H. Ardestani [et al.] // J. Pers. Med. – 2024. – Vol. 14 (11). – P. 1093.

67. Left atrial structure and function in atrial fibrillation: ENGAGE AF-TIMI 48 / D. K. Gupta, A. M. Shah, R. P. Giugliano [et al.] // European Heart Journal. – 2014. – Vol. 35. – № 22. – P. 1457–1465.

68. Left atrial structure and function predictors of new-onset atrial fibrillation in patients with Chagas disease / R. M. Saraiva, N. P. Pacheco, T. Pereira [et al.] // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2020. – Vol. 33. – № 11. – P. 1363–1374.e1.

69. Left ventricular dysfunction in atrial fibrillation and heart failure risk / J. Y. Kuo, S. H. Chang, K. T. Sung [et al.] // ESC Heart Failure. – 2020. – Vol. 7. – № 5. – P. 3374–3384.

70. Lenient versus strict rate control in patients with atrial fibrillation / I. C. Van Gelder, H. F. Groenveld, H. J. G. M. Crijns [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2010. – Vol. 362. – № 15. – P. 1363–1373.

71. Lippi, G. Global epidemiology of atrial fibrillation: An increasing epidemic and public health challenge / G. Lippi, F. Sanchis-Gomar, G. Cervellin // International Journal of Stroke. – 2021. – Vol. 16. – № 2. – P. 217–221.

72. Long-term effect of goal-directed weight management in an atrial fibrillation cohort: a long-term follow-up study (LEGACY) / R. K. Pathak, M. E. Middeldorp, M. Meredith [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2015. – Vol. 65 (20). – P. 2159–2169.

73. Mobile health technology to improve care for patients with atrial fibrillation / Y. Guo, H. Wang, Q. Zhang [et al.] // Journal of the American College of Cardiology. – 2020. – Vol. 75. – № 13. – P. 1523–1534.

74. Multimodality cardiac imaging for the assessment of left atrial function and the association with atrial arrhythmias / F. J. Olsen, L. Bertelsen, M. C. de Knegt [et al.] // Circulation: Cardiovascular Imaging. – 2016. – Vol. 9. – № 10. – P. e004947.

75. Myocardial strain imaging: how useful is it in clinical decision making? / O. A. Smiseth, A. Torp, A. Opdahl [et al.] // European Heart Journal. – 2016. – Vol. 37. – № 15. – P. 1196–1207.

76. New NI Medical (2011) LTD. NiCaS™ CS: Биоимпедансная кардиологическая система измерения и анализа (P/NNI1.0002.02). – URL: https://www.nimedical.com/ (дата обращения: 17.05.2026). – Текст : электронный.

77. Non-invasive hemodynamic monitoring in TAVI patients reveals more pronounced early in-hospital circulatory recovery for low-gradient aortic stenosis / B. Markus, H. Ahrens, C. Heinicke [et al.] // Journal of the American Heart Association. – 2023. – Vol. 12. – Article e028479.

78. Non-invasive measurement of hemodynamic parameters via whole-body impedance cardiography among hospitalized heart failure patients / F. Ausbuettel, K. Nentwich, T. Mairinger [et al.] // J. Cardiovasc. Dev. Dis. – 2025. – Vol. 12 (4). – P. 128.

79. Non-invasive measurements of cardiac output in atrial fibrillation: inert gas rebreathing and impedance cardiography / P. S. Osbak, J. H. Henriksen, K. F. Kofoed

[et al.] // Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation. – 2011. – Vol. 71. – № 4. – P. 304–313.

80. Potter, E. Assessment of left ventricular function by echocardiography: the case for routinely adding global longitudinal strain to ejection fraction / E. Potter, T. H. Marwick // JACC: Cardiovascular Imaging. – 2018. – Vol. 11. – № 2. – P. 260–274.

81. Predictive value of left atrial function for latent paroxysmal atrial fibrillation as the cause of embolic stroke of undetermined source / K. Kusunose, H. Takahashi, S. Nishio [et al.] // Journal of Cardiology. – 2021. – Vol. 78. – № 4. – P. 355–361.

82. Prognostic value of left atrial strain in heart failure: a systematic review and meta-analysis / F. Jia, A. Chen, D. Zhang [et al.] // Frontiers in Cardiovascular Medicine. – 2022. – Vol. 9. – Article 935103.

83. Progression of atrial fibrillation after cryoablation or drug therapy / J. G. Andrade, G. A. Wells, M. W. Deyell [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2023. – Vol. 388. – № 2. – P. 105–116.

84. Randomized trial of rate-control versus rhythm-control in persistent atrial fibrillation: the STAF study / J. Carlsson, S. Miketic, J. Windeler [et al.] // Journal of the American College of Cardiology. – 2003. – Vol. 41. – № 10. – P. 1690–1696.

85. Rate control vs rhythm control in patients with nonvalvular persistent atrial fibrillation: the Polish HOT CAFE Study / G. Opolski, A. Torbicki, D. A. Kosior [et al.] // Chest. – 2004. – Vol. 126. – № 2. – P. 476–486.

86. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults / R. M. Lang, L. P. Badano, V. Mor-Avi [et al.] // European Heart Journal – Cardiovascular Imaging. – 2015. – Vol. 16. – № 3. – P. 233–270.

87. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography / S. F. Nagueh, O. A. Smiseth, C. P. Appleton [et al.] // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2016. – Vol. 29. – № 4. – P. 277–314.

88. Reference ranges for cardiac structure and function using cardiovascular magnetic resonance in Caucasians from the UK Biobank population cohort /

S. E. Petersen, J. M. Aung, M. M. Sanghvi [et al.] // Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. – 2017. – Vol. 19. – № 1. – Article 18.

89. Reliability of echocardiographic speckle-tracking derived bi-atrial strain assessment under different hemodynamic conditions / M. Sareban, T. Perz, F. Macholz [et al.] // International Journal of Cardiovascular Imaging. – 2017. – Vol. 33. – № 11. – P. 1685–1692.

90. Rhythm control versus rate control for atrial fibrillation and heart failure / D. Roy, M. Talajic, S. Nattel [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2008. – Vol. 358. – № 25. – P. 2667–2677.

91. Rivaroxaban versus warfarin in nonvalvular atrial fibrillation / M. R. Patel, K. W. Mahaffey, J. Garg [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2011. – Vol. 365. – № 10. – P. 883–891.

92. SCMR Position Paper (2020) on clinical indications for cardiovascular magnetic resonance / T. Leiner, J. Bogaert, M. G. Friedrich [et al.] // Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. – 2020. – Vol. 22. – № 1. – Article 76.

93. Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) Myocardial Perfusion Imaging Guidelines: Instrumentation, Acquisition, Processing, and Interpretation / S. Dorbala, K. Ananthasubramaniam, I. S. Armstrong [et al.] // Journal of Nuclear Cardiology. – 2018. – Vol. 25. – № 5. – P. 1784–1846.

94. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography / L. P. Badano, T. J. Kolias, D. Muraru [et al.] // European Heart Journal – Cardiovascular Imaging. – 2018. – Vol. 19. – № 6. – P. 591–600.

95. Standardized cardiovascular magnetic resonance imaging protocols: 2020 update / C. M. Kramer, J. Barkhausen, C. Bucciarelli-Ducci [et al.] // Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. – 2020. – Vol. 22. – № 1. – Article 17.

96. Standardized image interpretation and post-processing in cardiovascular magnetic resonance: 2020 update / J. Schulz-Menger, D. A. Bluemke, J. Bremerich [et al.] // Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. – 2020. – Vol. 22. – № 1. – Article 19.

97. Subclinical atrial fibrillation and the risk of stroke / J. S. Healey, S. J. Connolly, M. R. Gold [et al.] // New England Journal of Medicine. – 2012. – Vol. 366. – № 2. – P. 120–129.

98. The association of baseline left atrial structure and function measured with cardiac magnetic resonance and pulmonary vein isolation outcome in patients with drug-refractory atrial fibrillation / M. Habibi, J. A. C. Lima, E. Gucuk Ipek [et al.] // Heart Rhythm. – 2016. – Vol. 13. – № 5. – P. 1037–1044.

99. The increasing role of rhythm control in patients with atrial fibrillation: JACC State-of-the-Art Review / A. J. Camm, G. V. Naccarelli, S. Mittal [et al.] // Journal of the American College of Cardiology. – 2022. – Vol. 79. – № 19. – P. 1932–1948.

100. Whole body bioimpedance monitoring for outpatient chronic heart failure follow up / Y. Tanino, J. Shite, O. L. Paredes [et al.] // Circulation Journal. – 2009. – Vol. 73. – № 6. – P. 1074–1079.

101. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study / S. S. Chugh, R. Havmoeller, K. Narayanan [et al.] // Circulation. – 2014. – Vol. 129. – № 8. – P. 837–847.