

На правах рукописи

Гурина Вера Ивановна

**Оценка степени механического ремоделирования левого предсердия
у пациентов с фибрилляцией предсердий после катетерной аблации по
данным мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным
усилением**

14.01.13 - Лучевая диагностика, лучевая терапия,

14.01.05 - Кардиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научные руководители:

Кармазановский Григорий Григорьевич – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН.

Мацкеплишвили Симон Теймуразович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН.

Официальные оппоненты:

Коков Леонид Сергеевич – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН. ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ». Заведующий научным отделением отдела неотложной кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии.

Копылов Филипп Юрьевич - доктор медицинских наук, профессор. ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Профессор кафедры профилактической и неотложной кардиологии; Директор Института персонализированной медицины.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2022 г. в « ____ » часов на заседании диссертационного совета Д.001.027.02 Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского» (адрес: 119991, г. Москва, Абрикосовский пер., д. 2).

С диссертационной работой можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» по адресу: 119991, г. Москва, Абрикосовский пер., д. 2 и на сайте www.med.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2022 года

Ученый секретарь Диссертационного совета

Доктор медицинских наук

Годжелло Элина Алексеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень разработанности темы исследования

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенным нарушением ритма сердца среди взрослого населения [Lipri G., 2020]. На сегодняшний день катетерная абляция (КА) аритмогенных зон левого предсердия (ЛП), в частности легочных вен (ЛВ), стала опцией выбора в лечении ФП, рефрактерной к лекарственной терапии [Hindricks G., 2021].

Наиболее распространенной техникой изоляции ЛВ является радиочастотная абляция (РЧА), успех которой составляет от 50 до 80% [Njoku A., 2017]. Криобаллонная абляция (КБА) является второй по популярности техникой изоляции ЛВ. Исследование «Fire and Ice» продемонстрировало, что в качестве интервенционной терапии ФП изоляция ЛВ посредством КБА не уступает по эффективности и безопасности абляции с использованием радиочастотной энергии [Kuck, К.-Н., 2016].

Ремоделирование миокарда ЛП, которое сопровождает течение ФП, ассоциировано с образованием фиброзной ткани [Teh A., 2012], а также с повышенным риском тромбоэмболических событий [Osawa K., 2020].

Процесс ремоделирования ЛП проявляет себя увеличением полости ЛП и снижением его функции. Своевременное вмешательство у пациентов с ФП может предотвратить дальнейшее ремоделирование и, вероятно, запустить обратный процесс. Обратное ремоделирование анатомически проявляет себя постепенным уменьшением полости ЛП, а также улучшением его функции [Thomas L., 2017].

Данные мировой литературы носят противоречивый характер. Ряд исследований демонстрируют уменьшение объемных показателей лишь после успешной РЧА [Montserrat S., 2011], другие, напротив, отмечают уменьшение объемов независимо от клинического исхода [Muller H., 2008]. Было отмечено снижение максимального объема ЛП у всех пациентов после РЧА, что могло быть обусловлено рубцовыми изменениями после вмешательства, в то время

как снижение систолического объема ЛП происходило только при сохраненном синусовом ритме (СР) [Bisbal F., 2014].

Принимая во внимание взаимосвязь увеличения объема и распространенности фиброзного процесса в миокарде ЛП, необходим точный, быстрый и доступный диагностический метод для объективной оценки объема ЛП и его функции в рамках отбора и подготовки пациентов к КА. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с контрастным усилением, обладая непревзойденными пространственными и временными характеристиками, может являться золотым стандартом оценки как ремоделирования ЛП при ФП, так и обратного ремоделирования, проявляющегося уменьшением объема ЛП и повышением фракции выброса (ФВ) ЛП после проведенной аблации.

Цель исследования

Оценить механическое ремоделирование левого предсердия у пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий по данным мультиспиральной компьютерной томографии с внутривенным болюсным контрастированием в пред- и послеоперационном периоде после криобаллонной и радиочастотной катетерной аблации.

Задачи исследования

1. Разработать оптимальный протокол исследования левого предсердия при МСКТ с контрастным усилением, позволяющий наиболее точно оценить его анатомию и функцию в пред- и послеоперационном периоде катетерной аблации у пациентов с нарушением ритма.
2. Изучить характер ремоделирования и функцию левого предсердия у пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий до и после катетерной аблации с использованием разработанного протокола.
3. Провести сравнительную оценку анатомических изменений полости левого предсердия и легочных вен после криобаллонной и радиочастотной катетерной аблации.
4. Оценить взаимосвязь между параметрами ремоделирования левого предсердия по данным МСКТ и клиническими исходами катетерной аблации у пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий.

Научная новизна

В ходе проведенного исследования разработан оригинальный протокол мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным усилением, позволяющий всесторонне оценить анатомические и функциональные параметры левого предсердия перед катетерной аблацией при фибрилляции предсердий.

В рамках выполненного исследования впервые продемонстрирована эффективность применения МСКТ с контрастным усилением для оценки функции левого предсердия до и после катетерной аблации по данным сравнительного анализа трехмерных моделей левого предсердия и устьев легочных вен.

Впервые изучены показатели механической функции левого предсердия по данным МСКТ после криобаллонной и радиочастотной катетерной аблации, проведено их сравнение и прослежена послеоперационная динамика.

Теоретическая и практическая значимость работы

На основании полученных результатов разработан протокол мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным усилением.

Детально изучена механическая функция левого предсердия и представлены ее основные компоненты, а также выявлена взаимосвязь между объемом и сократительной функцией левого предсердия.

Установлена значимость качественного и количественного анализа в диагностике и оценке результатов лечения у пациентов с сердечно-сосудистой патологией, основанная на анатомических и функциональных данных, что имеет особое значение на этапе отбора пациентов на катетерную аблацию, планирования вмешательства и в разные сроки после него.

Изучение показателей механического ремоделирования закладывает теоретическую основу для разработки способов прогнозирования восстановления функции левого предсердия после проведенного вмешательства, а также создания методов профилактики его механической дисфункции, что может являться предпосылкой к решению важного вопроса о необходимости и сроках антикоагулянтной терапии и методов профилактики тромбоэмболических осложнений, являющихся наиболее грозным последствием фибрилляции предсердий.

Положения, выносимые на защиту

1. Мультиспиральная компьютерная томография с контрастным усилением является ценной диагностической методикой в рамках подготовки пациентов с фибрилляцией предсердий к катетерной аблации, которая позволяет детально оценить не только анатомию левого предсердия, легочных вен и прилежащих структур, но и его функциональные параметры.
2. Наличие фибрилляции предсердий сопровождается процессом ремоделирования, который проявляет себя увеличением объема и снижением функции левого предсердия. Проведение катетерной аблации может препятствовать дальнейшему развитию данного процесса.
3. Восстановление и удержание синусового ритма после проведенной катетерной аблации предотвращает дальнейшее ремоделирование миокарда левого предсердия и способствует улучшению его функции.

Степень достоверности и апробация результатов

Апробация работы проведена 28 апреля 2021 года на Ученом совете ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Основные положения и материалы диссертации доложены на 9-ой Всероссийской конференции «Противоречия современной кардиологии: спорные и нерешенные вопросы» 23-24 октября 2020 года; на конференции «Неотложная лучевая диагностика в многопрофильной клинике» 18 февраля 2021 г.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ, из них 3 статьи - в журналах, входящих в перечень Высшей Аттестационной Комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации, 3 тезиса в отечественных сборниках трудов научных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена 106 на страницах, состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов и практических рекомендаций. Список литературы содержит источников 153, из них 10 работ отечественных и 143 - зарубежных авторов. Текст иллюстрирован 13 рисунками, 26 таблицами, 11 графиками.

Материалы и методы исследования

В исследование было включено 62 пациента, прошедших МСКТ ЛП и ЛВ с внутривенным контрастным усилением в отделении рентгенологии и магнитно-резонансных методов исследования ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» МЗ РФ с 2019 по 2021 годы. Из них 43 пациента проходили лечение в отделении электрофизиологических рентгеноэндоваскулярных методов диагностики и лечения аритмий. В соответствии с выбранной методикой изоляции ЛВ пациенты были разделены на 2 группы.

В 1 группу включены 22 пациента, из них 12 мужчин и 10 женщин, средний возраст составил $55,7 \pm 13,3$ лет, с подтвержденной пароксизмальной формой фибрилляции предсердий до и после криобаллонной катетерной аблации.

Во 2 группу включен 21 пациент, из них 15 мужчин и 6 женщин, средний возраст составил $56,6 \pm 10,7$ лет, с подтвержденной пароксизмальной формой фибрилляции предсердий до и после радиочастотной катетерной аблации. Клиническая характеристика пациентов 1 и 2 групп представлена в Таблице 1.

В 3 контрольную группу были включены пациенты без диагностированной аритмии и тяжелых сердечно-сосудистых патологий. Группа включала 19 человек, из них 8 мужчин и 11 женщины, средний возраст составил $50,6 \pm 12,2$ лет. В данной группе пациентов МСКТ с внутривенным контрастным усилением была выполнена по подозрению на патологию коронарных артерий. По данным обследования этих пациентов определялись контрольные размеры ЛП и устьев легочных вен.

Материалы исследования были одобрены на заседании Комитета по этике научных исследований ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол № 002-2021 от 19.02.2021г.) У всех пациентов получено письменное информированное согласие для участия в исследовании.

В рамках госпитализации всем пациентам были проведены подробный сбор медицинского анамнеза, стандартное физикальное обследование и инструментальная диагностика, включавшая эхокардиографию (ЭХО-КГ) и электрокардиографию (ЭКГ) в 12 стандартных отведениях.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов.

	Радиочастотная КА	Криобаллонная КА	p*
Число пациентов (n)	21	22	0,98
Мужчины/женщины (n)	15/6	12/10	0,35
Средний возраст (лет)	56,6±10,7	55,7±13,3	0,97
Средний рост (см)	177,3±8,6	173±8,3	0,07
Средний вес (кг)	91,8±13,1	85,7±11,3	0,13
BSA (м ²)	2,1±0,1	2±0,1	0,06
Длительность аритмического анамнеза (лет)	6,6±5,2	4,2±4,5	0,09
СНА2DS2-VASc	1,7±1,5	1,9±1,5	0,67
HAS-BLED	0,5±0,8	0,6±0,7	0,54
ГБ (n)	13	17	0,08
ИБС (n)	9	9	0,91
ТИА/ОНМК (n)	2	1	0,78
СД (n)	2	1	0,78
ТП (n)	8	5	0,42
ФВ ЛЖ по данным ЭХО-КГ (%)	60,4±5,7	64,5±7,4	0,09
НМК по данным ЭХО-КГ (n):			
- 1 степени	11	14	0,1
- 1,5 степени	8	3	0,07
- 2 степени	0	2	0,06
НТК по данным ЭХО-КГ (n):			
- 1 степени	8	13	0,09
- 1,5 степени	10	5	0,07
- 2 степени	0	2	0,06
Антиаритмическая терапия на момент контроля (n):			0,08
- ААП III класса	12	9	
- ААП II класса	1	0	
- ААП Ic класса	1	2	
- ААП Ic+III класса	5	6	
- Не получали ААТ	2	5	
Антикоагулянтная терапия на момент контроля (n):			0,07
-Апиксабан	7	11	
-Ривароксабан	9	10	
-Дабигатран	2	0	
-Не получали терапию	3	1	

*Критерий Манна-Уитни (p<0,05), выборки однородны, т.к. все p>0,05.

Критерии включения: документально подтвержденная пароксизмальная форма фибрилляции предсердий; показания к проведению катетерной аблации (КА) ЛВ (резистентность к медикаментозной антиаритмической терапии (ААТ)); возраст более 18 лет.

Критерии исключения: пациенты с персистирующей, длительно персистирующей или постоянной формой ФП; пациенты, которым ранее выполнялась КА ЛВ; пациенты, которым ранее выполнялось крупное вмешательство в связи с сердечно-сосудистой патологией; пациенты с тяжелой клапанной патологией, врожденной или приобретенной; пациенты с тяжелой сердечной недостаточностью (более II ФК по NYHA); имплантированный водитель ритма или дефибриллятор; пациенты с печеночной или почечной недостаточностью; пациенты с аллергией на контрастный препарат; хронические заболевания в острой фазе.

Первое МСКТ исследование ЛП и ЛВ было проведено всем пациентам в рамках подготовки к КА ЛВ непосредственно перед вмешательством. Повторное КТ исследование выполнялось спустя 10 ± 4 месяца (не менее 6 месяцев) после КА. В обоих случаях КТ проводилась по разработанному протоколу.

Оценка эффективности КА проводилась с учетом «слепого» послеоперационного периода длительностью 3 месяца.

Отсутствие ФП и трепетания предсердий (ТП) было определено как отсутствие задокументированных эпизодов ФП и ТП, продолжительностью более 30 секунд по истечению слепого периода длительностью 3 месяца. Рецидив ФП и ТП был определен как задокументированный эпизод ФП и ТП, продолжительностью более 30 секунд по истечению слепого периода.

МСКТ выполнялась всем пациентам до и после КА. МСКТ с контрастным усилением ЛП и ЛВ выполнялась на компьютерном томографе Philips Ingenuity Core 64.

Внутривенное контрастирование выполнялось с помощью автоматического инжектора OptiVantage DH после установки периферического катетера

диаметром 20G в локтевую вену. Введение контрастного вещества выполнялось со скоростью 4 мл/сек. Были использованы неионные контрастные вещества Йопромид с концентрацией йода 370 мг/мл и Йоверсол с концентрацией йода 350 мг/мл из расчета 1,2 мл на 1 кг массы тела пациента. За болюсом контрастного вещества выполнялось болюсное введение физиологического раствора со скоростью 4 мл/сек.

Укладка пациента на столе компьютерного томографа: лежа на спине, головой в сторону Гентри, с руками, расположенными над головой. Сканирование выполнялось на вдохе с задержкой дыхания, в кранио-каудальном направлении от дуги аорты до диафрагмы (Рисунок 1).

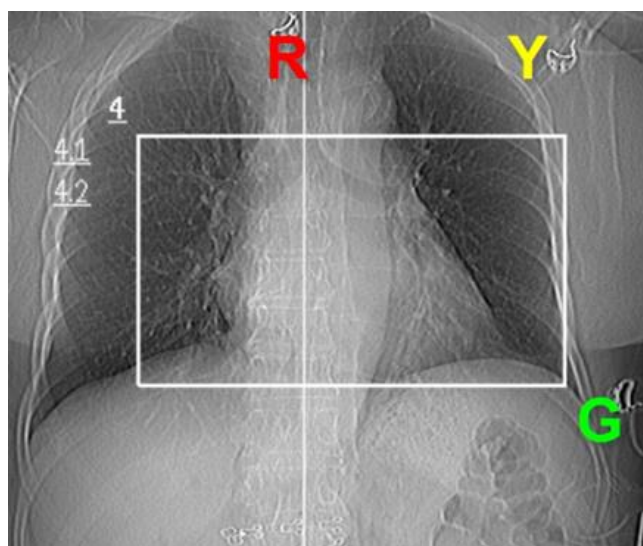


Рисунок 1. Определение области сканирования

Все исследования были выполнены на синусовом ритме (СР) с ретроспективной ЭКГ синхронизацией. Сканирование начиналось с минимальной задержкой при достижении порогового значения плотности 150 HU в восходящем отделе аорты.

Исследование проводилось в соответствии с параметрами сканирования: напряжение на рентгеновской трубке 120 кВ, сила тока на рентгеновской трубке устанавливалась автоматически с использованием программы DoseRight, скорость вращения трубки – один оборот за 0,4 сек, коллимация 64 x 0,625 мм, питч 0,2, толщина среза 0,9 мм, инкремент реконструкции 0,45 мм.

Для исключения тромбов в полости ЛП всем пациентам выполнялось сканирование в отсроченную фазу через 90 секунд.

Постпроцессорная обработка данных выполнялась на рабочей станции Intellispace Portal (Philips Medical Systems). Реконструкция изображений производилась в каждые 10% сердечного цикла. Оценка полученных МСКТ изображений выполнялась в стандартных плоскостях. Измерение линейных размеров ЛП (Рисунок 2А, 2Б) и ЛВ (Рисунок 3А, 3Б) проводилось в аксиальной, фронтальной и сагиттальной плоскостях. Площадь поперечного сечения ЛВ была определена по формуле: $ЛВ \text{ площадь} = (3.14/4) \times \text{длина по большой оси} \times \text{длина по малой оси}$.

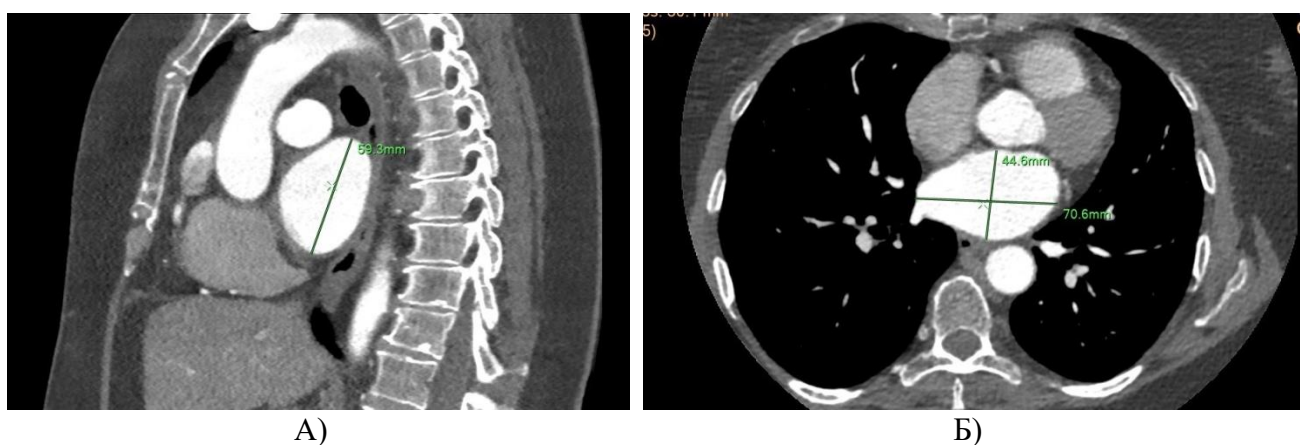


Рисунок 2. А - измерение кранио-каудального размера левого предсердия в сагиттальной плоскости. Б - измерение передне-заднего и медиолатерального размеров левого предсердия в аксиальной плоскости.

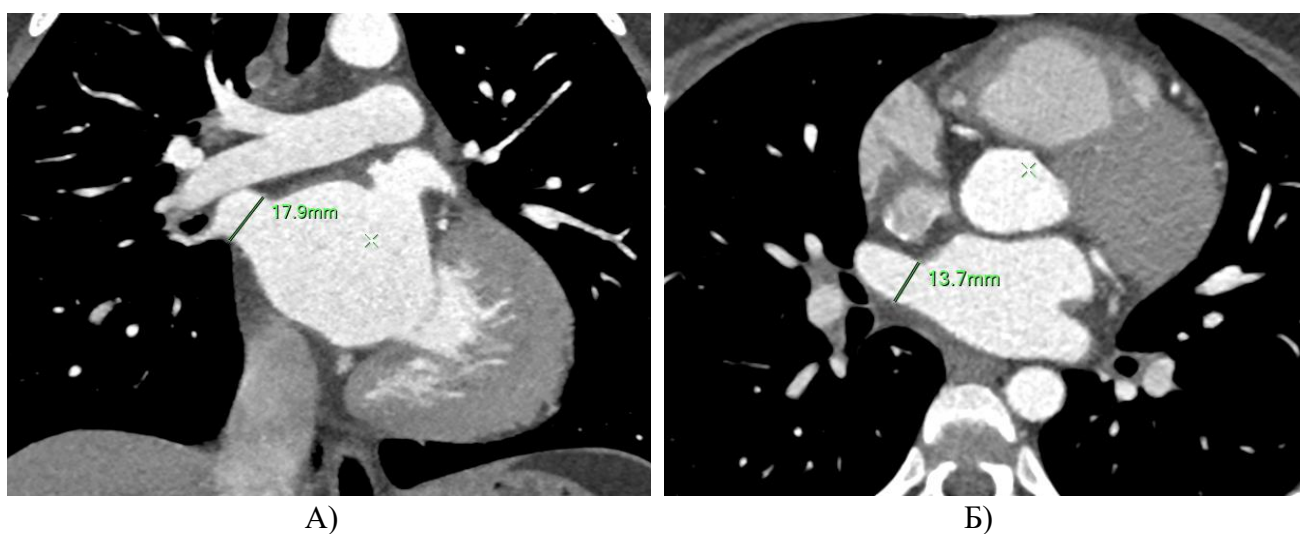


Рисунок 3. А - измерение диаметра ПВЛВ во фронтальной плоскости. Б - измерение диаметра ПВЛВ в аксиальной плоскости.

Построение объемных реконструкций ЛП выполнено с использованием приложения EP (Electrophysiological planning). После автоматического определения границ ЛП в аксиальной проекции по эндокардиальному контуру, производилась визуальная проверка, с последующей корректировкой границ вручную и отсечением ЛВ в области впадения в ЛП (Рисунок 4А, 4Б).

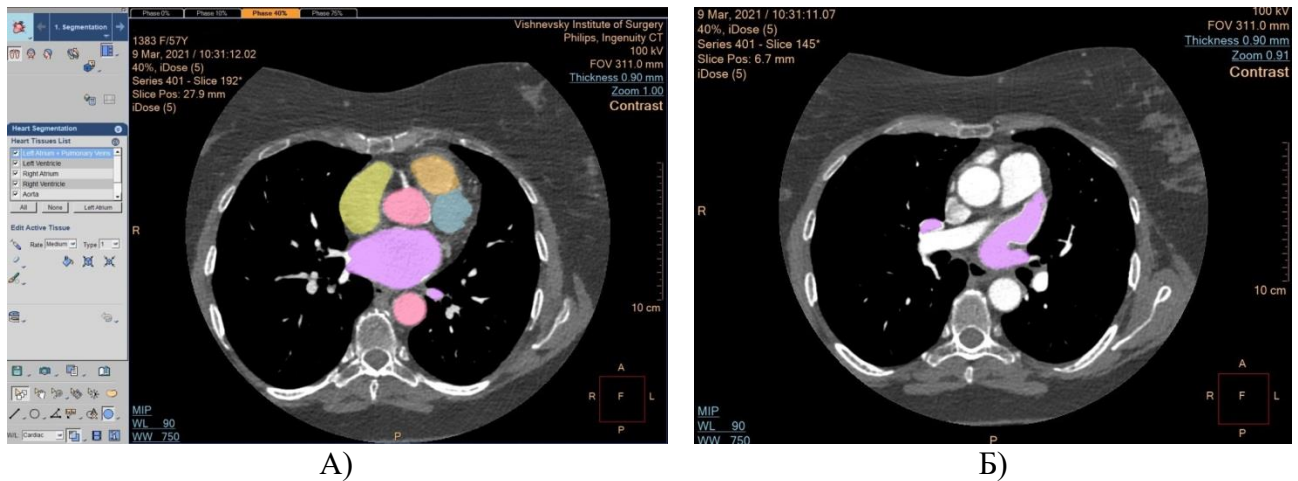


Рисунок 4. А - автоматическое определение границ структур сердца.

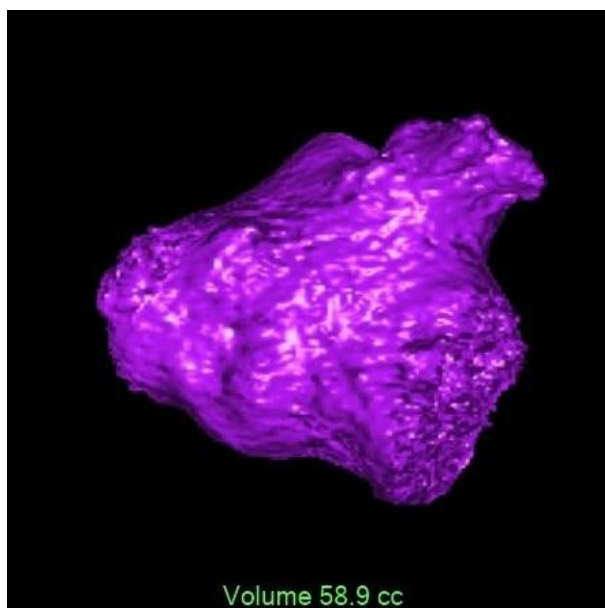
Левое предсердие – фиолетовый. Правое предсердие – желтый.

Аорта восходящий и грудной отделы – красный. Правый желудочек – оранжевый.

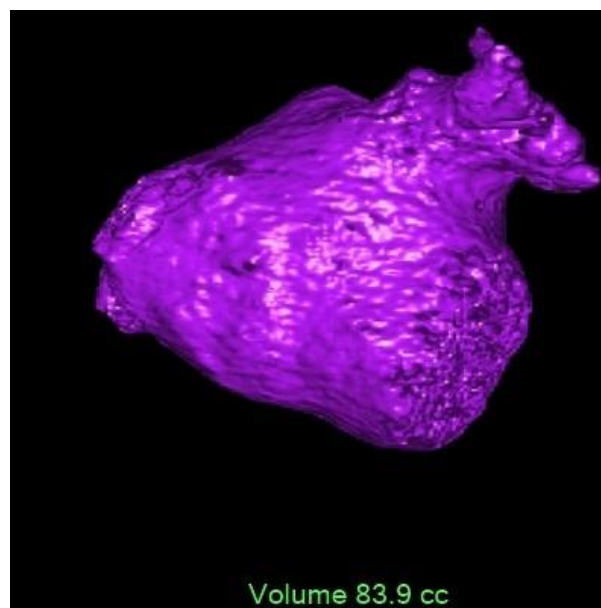
Левый желудочек – синий.

Б - ручная корректировка границ левого предсердия.

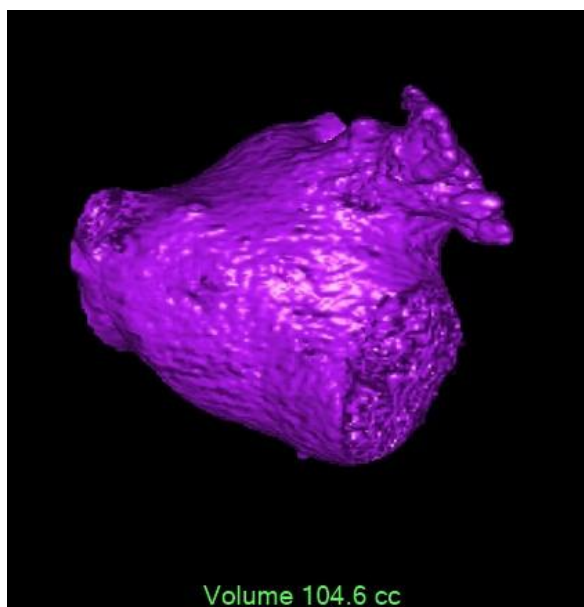
Минимальный объем ЛП (LA_{min}) был определен в начале систолы желудочков (0% интервала R-R сердечного цикла). Максимальный объем ЛП (LA_{max}) был определен в начале протодиастолы желудочков, перед открытием митрального клапана (40% интервала R-R сердечного цикла). Объем ЛП в начале систолы предсердий (LA_{preA}) был определен в середину диастолы желудочков (75% интервала R-R сердечного цикла) (Рисунок 5А, 5Б, 5В).



А)



Б)



В)

Рисунок 5. А - минимальный объем ЛП (0% интервала R-R)

Б - объем ЛП перед систолой предсердий (75% интервала R-R)

В - максимальный объем ЛП (40% интервала R-R)

Расчет функциональных показателей ЛП проводился формулам (Таблица 2).

Таблица 2. Оценка функции ЛП с использованием волюметрических показателей.

Функция ЛП	Фракция ЛП	Расчетная формула
Глобальная функция	Общая ФВ ЛП	$(V_{\max} - V_{\min}) / V_{\max}$
Конduitная функция	Пассивная ФВ ЛП	$(V_{\max} - V_{75}) / V_{\max}$
Насосная функция	Активная ФВ ЛП	$(V_{75} - V_{\min}) / V_{75}$

*Конduitная функция-объем крови, протекающий через левое предсердие, ФВ – фракция выброса, V_{\max} – максимальный объем левого предсердия, V_{75} – объем левого предсердия перед началом его сокращения, V_{\min} – минимальный объем левого предсердия.

КБА и РЧА проводились в соответствии со стандартными протоколами. Клинический успех процедуры оценивался по данным суточного мониторирования ЭКГ по Холтеру, электрокардиографии в 12 стандартных отведениях, а также на основании субъективной симптоматики у пациентов спустя 12±4 месяца. Всем пациентам была проведена повторная МСКТ ЛВ с контрастным усилением.

Методы статистической обработки результатов исследования

Статистический анализ результатов исследования выполнен с использованием программы Statistica 10 (StatSoft., Russia) и Microsoft Excel 2016. Распределение выборки отлично от нормального, исходя из расчета критериев Колмогорова-Смирнова ($<0,2$) и Шапиро-Уилка ($<0,5$). Описательная статистика представлена в виде медианы и стандартного отклонения, для определения значимости различий применены непараметрические критерии. При внутригрупповом сравнении параметров до и после вмешательства использован Т-критерий Вилкоксона. Сравнение количественных данных в двух несвязанных группах выполнено с применением Mann–Whitney u-test. Различия считали статистически значимыми при уровне критерия значимости менее 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объемные показатели и функция левого предсердия

При сравнении волюметрических и функциональных показателей в группах Норма, КБА и РЧА все значения имеют значимые различия (Таблица 3).

Таблица 3. Сравнение объемных (А) и функциональных (Б) показателей в группах Норма, КБА, РЧА.

А)				
Абсолютный объем ЛП	Норма	КБА	РЧА	Критерий Манна-Уитни, $p < 0,05$
V min, мл	43,5±6,8	81±17,3	79,6±23,1	0.001
V 75, мл	78,5±16,1	91,6±25	100,2±25,2	0.001
V max, мл	101,2±16,21	108,4±27,3	119,7±26,6	0.001
Б)				
ФВ ЛП	Норма	КБА	РЧА	Критерий Манна-Уитни, $p < 0,05$
ФВ общая, %	51,9±5,2	29,1±11,6	29,6±9,4	0.006
ФВ пассивная, %	23,2±8,7	15,7±7,6	16,2±9,8	0.004
ФВ активная, %	38,7±5,6	14,1±10,7	14,3±8,1	0.003

Группы криобаллонной и радиочастотной аблации без рецидива ФП

После проведенной КА аблации при сохраненном синусовом ритме в группе КБА наблюдается уменьшение V_{\min} абсолютного и V_{\min} индексированного (Таблица 4А, 4Б). При этом в группе РЧА произошло уменьшение всех объемных показателей (Таблица 5А, 5Б). В группе РЧА эти изменения носят более выраженный характер, так индексированный V_{\min} в группе РЧА уменьшился на 20,5% ($p < 0,001$), в то время как в группе КБА лишь на 15% ($p < 0,04$).

Таблица 4. Сравнение абсолютных (А) и индексированных (Б) объемных показателей в группе КБА без рецидива ФП.

А)

Абсолютный объем ЛП в группе КБА	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл	84,3±15,3	70,3±11,4	-16,6%	0,03
V_{75} , мл	90,1±21	92,7±15,6	+2,8%	0,9
V_{\max} , мл	103,3±22,7	105,6±19,8	+2,2%	0,7

Б)

Индексированный объем ЛП в группе КБА	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл/м ²	41,1±6,9	34,9±6,1	-15%	0,04
V_{\max} , мл/м ²	55,3±10,6	54,2±9,8	-1,9%	0,9

Таблица 5. Сравнение абсолютных (А) и индексированных (Б) объемных показателей в группе РЧА без рецидива ФП.

А)

Абсолютный объем ЛП в группе РЧА	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл	79,6±18,2	66,5±19,1	-16,4%	0,001
V_{75} , мл	100,2±21	90±19,6	-10,1%	0,006
V_{\max} , мл	119,8±24,3	105,2±21,4	-12,1%	0,01

Б)

Индексированный объем ЛП в группе РЧА	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл/м ²	36,9±9	29,3±9,8	-20,5%	0,01
V_{\max} , мл/м ²	55,6±10,8	50,9±9,9	-8,4%	0,01

В обеих группах отмечено улучшение функциональных показателей, а именно общей ФВ и ее активной фазы (График 1А, 1Б). При этом более выраженное

улучшение функциональных показателей ЛП отмечено в группе КБА, и составило: ФВ общая +27,6% ($p < 0,0001$), ФВ пассивная +8,8% ($p > 0,05$), ФВ активная +118,8% ($p < 0,0001$), а в группе РЧА ФВ общая +22,2% ($p < 0,01$), ФВ пассивная -23,4% ($p > 0,05$), ФВ активная +69,1% ($p < 0,0001$). Различия внутри групп КБА и РЧА без рецидива значимы при сравнении значений параметров ФВ общая и ФВ активная до и после вмешательства.

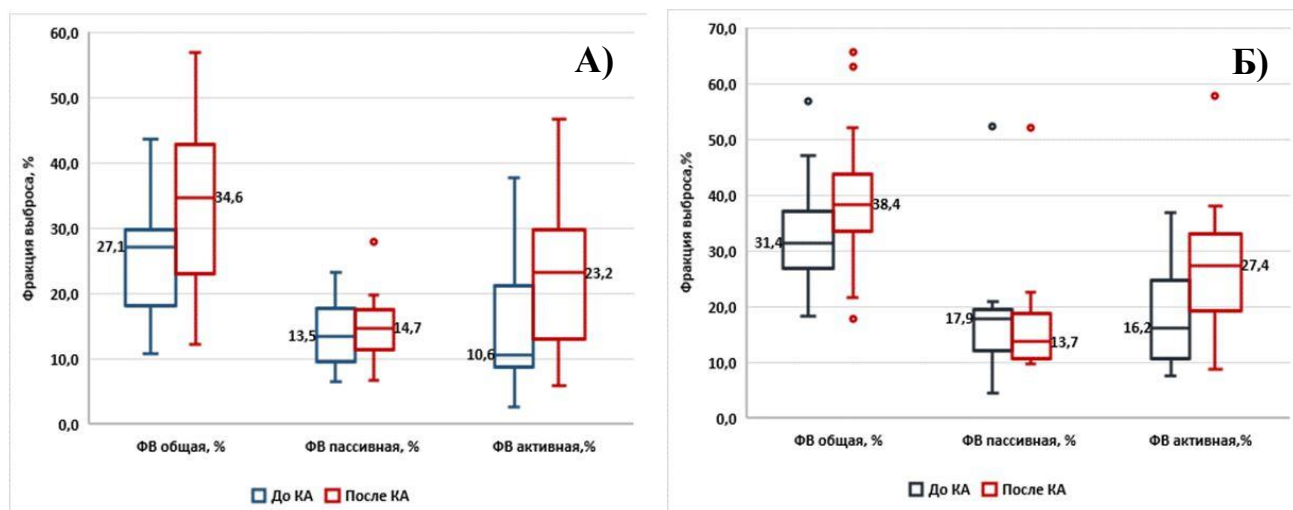


График 1. Сравнительный анализ функциональных показателей ЛП до и после КА в группах без рецидива ФП. А – в группе КБА. Б – в группе РЧА.

Группы криобаллонной и радиочастотной абляции с рецидивом ФП

После проведенной КА абляции, при рецидиве ФП, в группе КБА наблюдается достоверное увеличение абсолютного объема ЛП V_{\min} +24,7% ($p < 0,05$) и индексированного V_{\min} +33,9% ($p < 0,04$) (Таблица 6А, 6Б).

Таблица 6. Сравнение абсолютных (А) и индексированных (Б) объемных показателей в группе КБА с рецидивом ФП.

А)

Абсолютный объем ЛП в группе КБА	До абляции	После абляции	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл	59,9±19,7	74,7±23,9	+24,7 %	0,05
V_{75} , мл	93,2±34,13	93,4±23,7	+0,2 %	0,3
V_{\max} , мл	115±37,3	122,7±15,7	+ 6,7%	0,4

Б)

Индексированный объем ЛП в группе КБА	До абляции	После абляции	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл/м ²	28,6±9,1	38,3±11,4	+33,9%	0,04
V_{\max} , мл/м ²	52,8±17,6	60,8±8	+15,1%	0,6

Так же, как и в группе КБА, в группе РЧА отмечен прирост абсолютного минимального объема ЛП $V_{\min} +32,4\%$ ($p < 0,004$) и индексированного минимального объема $V_{\min} +37,1\%$ ($p < 0,01$). Кроме того, отмечена тенденция к увеличению максимального объема ЛП, при этом изменение абсолютного V_{\max} составило $+20,6\%$ ($p < 0,003$), а индексированного $V_{\max} +23,1\%$ ($p > 0,05$) (Таблица 7А, 7Б).

Таблица 7. Сравнение абсолютных (А) и индексированных (Б) объемных показателей в группе РЧА с рецидивом ФП.

А)

Абсолютный объем ЛП в группе РЧА	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл	81,1±33,5	107,4±33,6	+32,4%	0,004
V_{75} , мл	102,2±35,4	119,3±38	+16,7%	0,3
V_{\max} , мл	113,6±34,4	137,1±35,5	+20,6%	0,003

Б)

Индексированный объем ЛП в группе РЧА	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл/м ²	37,1±17	50,9±16,1	+37,1%	0,01
V_{\max} , мл/м ²	54,9±18	67,6±17,1	+23,1%	0,2

ФВ ЛП в группе КБА с рецидивом во все фазы значимо не изменилась, в то время как в группе РЧА было отмечено снижение активной ФВ ЛП -31% ($p < 0,03$) (График 2А, 2Б).

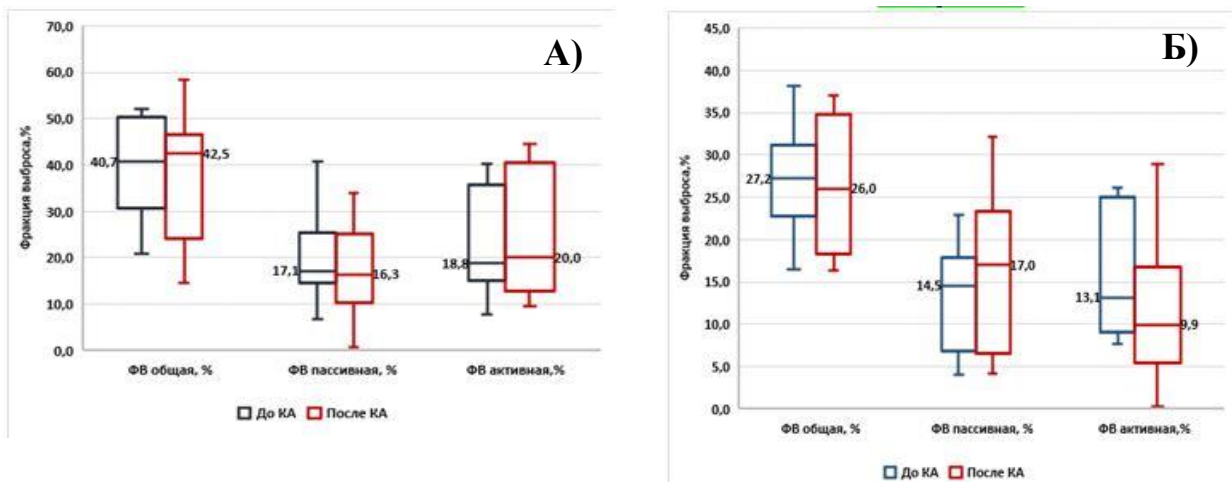


График 2. Сравнительный анализ функциональных показателей ЛП до и после КА в группах с рецидивом ФП. А – в группе КБА. Б – в группе РЧА.

Группы без учета вида вмешательства

В группе с сохранным СР после проведенной КА отмечено достоверное уменьшение воллюметрических показателей ЛП, как абсолютных, так и индексированных. Наблюдается уменьшение V_{\min} -15,9% ($p < 0,0001$), V_{75} -2,4% ($p < 0,05$), V_{\max} -9,6% ($p < 0,03$), V_{\min} индексированного -2,6% ($p < 0,05$), V_{\max} индексированный -4,8% ($p < 0,0001$) (Таблица 8А, 8Б).

Таблица 8. Сравнение абсолютных (А) и индексированных (Б) объемных показателей в группе без рецидива ФП.

А)

Абсолютный объем ЛП в группе без рецидива ФП	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл	81,9±16,5	68,8±15,7	-15,9%	0,0001
V_{75} , мл	94,1±20,7	91,8±17,4	-2,4%	0,05
V_{\max} , мл	116,6±23,7	105,4±20,2	-9,6%	0,03

Б)

Индексированный объем ЛП в группе без рецидива ФП	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл/м ²	35,2±7,9	34,3±8,4	-2,6%	0,05
V_{\max} , мл/м ²	55,5±10,6	52,8±9,9	-4,8%	0,0001

В группе пациентов с рецидивом ФП имеется тенденция к увеличению объемных показателей ЛП, однако статистически не значима: V_{\min} +11% ($p > 0,05$), V_{75} +23,8% ($p > 0,05$), V_{\max} +18,1% ($p > 0,05$), V_{\min} индексированный +24,5% ($p > 0,05$), V_{\max} индексированный +16,6% ($p > 0,05$) (Таблица 9А, 9Б).

Таблица 9. Сравнение абсолютных (А) и индексированных (Б) объемных показателей в группе с рецидивом ФП.

А)

Абсолютный объем ЛП в группе с рецидивом ФП	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл	79±28	87,7±30,4	+11%	0,2
V_{75} , мл	93,1±34,1	115,3±30,6	+23,8%	0,2
V_{\max} , мл	115±34,7	135,9±26,3	+18,1%	0,1

Б)

Индексированный объем ЛП в группе с рецидивом ФП	До аблации	После аблации	Изменения	Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$
V_{\min} , мл/м ²	35,4±13,8	44,1±14,5	+24,5%	0,2
V_{\max} , мл/м ²	53,6±17,1	62,5±12,7	+16,6%	0,2

В группе с положительным эффектом проведенной КА также наблюдается выраженное увеличение функциональных показателей ФП: ФВ общая +22,6% ($p < 0,0001$), ФВ пассивная -8,9% ($p > 0,05$), ФВ активная +102% ($p = 0,0000$). В группе с рецидивом ФП функциональные показатели значимо не изменяются.

Линейные показатели левого предсердия

Различия между группами Норма и КБА до вмешательства значимы при сравнении значений кранио-каудального размера ЛП. ($p < 0,002$) Различия между группами Норма и РЧА до вмешательства значимы при сравнении кранио-каудального ($p < 0,05$), передне-заднего ($p < 0,008$) и медиолатерального размеров ЛП ($p < 0,008$) (График 3).

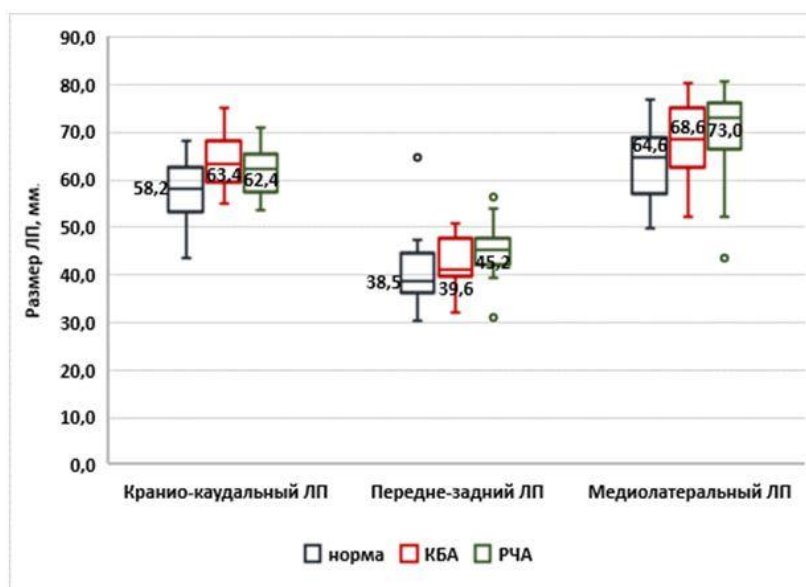


График 3. Сравнительный анализ кранио-каудального, передне-заднего и медиолатерального размеров ЛП в группах Норма, КБА и РЧА до КА.

Группы криобаллонной и радиочастотной аблации без рецидива ФП

Различия внутри групп КБА и РЧА без рецидива ФП не значимы при сравнении всех значений размера ЛП до и после вмешательства ($p > 0,05$ по Т-критерий Вилкоксона).

Группы криобаллонной и радиочастотной аблации с рецидивом ФП

Различия внутри группы КБА и РЧА с рецидивом ФП не значимы при сравнении всех значений размера ЛП до и после вмешательства ($p > 0,05$ по Т-критерий Вилкоксона).

Группы без учета вида вмешательства

Различия внутри групп с сохранным СР и с рецидивом ФП не значимы при сравнении всех значений размера ЛП до и после вмешательства ($p > 0,05$ по Т-критерий Вилкоксона).

Оценка легочных вен

Анатомия легочных вен

Была проведена оценка анатомии ЛВ всех 63 пациентов, включенных в исследование. Для более детальной визуализации особенностей анатомии ЛВ были выполнены 3D реконструкции. В таблице 10 представлены результаты анализа вариантов анатомии ЛВ.

Таблица 10. Распределение вариантной анатомии легочных вен среди всех пациентов.

Вариант анатомии	n = 63
Типичная анатомия ЛВ	83,8%
Типичная анатомия справа	91,0%
Типичная анатомия слева	90,3%
Атипичная анатомия билатерально	1,61%

По данным нашего исследования, типичная анатомия ЛВ была отмечена чаще в группе пациентов без рецидива ФП и составила 90%. В группе пациентов с рецидивом ФП типичная анатомия наблюдалась в 76,9% случаев. Вариантная анатомия справа и слева также чаще отмечена в группе пациентов с рецидивом, однако статистически не достоверно. Также в группе с рецидивом ФП был отмечен случай атипичной анатомии ЛВ билатерально. Достоверных различий в группе пациентов с диагностированной ФП и в контрольной группе не выявлено.

Оценка площади поперечного сечения легочных вен

Группы криобаллонной и радиочастотной аблации без рецидива ФП

Различия внутри группы КБА без рецидива ФП не значимы при сравнении всех значений площади сечения ЛВ до и после вмешательства ($p > 0,05$ по Т-критерий Вилкоксона).

Различия внутри группы РЧА без рецидива ФП значимы при сравнении всех значений площади сечения ЛВ до и после вмешательства: ПВЛВ -17,4% ($p < 0,002$), ПНЛВ -15,4% ($p < 0,001$), ЛВЛВ -9,4% ($p < 0,004$), ЛНЛВ -24,4% ($p < 0,001$).

Группы криобаллонной и радиочастотной аблации с рецидивом ФП

Различия внутри группы КБА с рецидивом ФП не значимы при сравнении всех значений площади сечения ЛВ до и после вмешательства ($p > 0,05$ по Т-критерий Вилкоксона).

Различия внутри группы РЧА с рецидивом ФП значимы при сравнении значений площади сечения ПНЛВ -14,6% ($p < 0,03$) и ЛВЛВ -16,1% ($p < 0,03$) до и после вмешательства.

Группы без учета вида вмешательства

Различия внутри группы без рецидива ФП значимы при сравнении значений ПВЛВ -11,6% ($p < 0,002$), ПНЛВ -7,9% ($p < 0,003$) и ЛНЛВ -16,1% ($p < 0,0001$) площади сечения ЛВ до и после вмешательства.

Различия внутри группы с рецидивом ФП не значимы при сравнении всех значений площади сечения ЛВ до и после вмешательства ($p > 0,05$ по Т-критерий Вилкоксона).

ВЫВОДЫ

1. Проведение исследования по протоколу МСКТ с контрастным усилением и с реконструкцией изображений в фазы 0%, 40%, 75% сердечного цикла позволяет определить минимальный, максимальный и пресистолический предсердные объемы соответственно. Выполнение отсроченной фазы через 90 секунд при сканировании позволяет исключить наличие тромбов в полости и ушке левого предсердия.

2. По данным КТ волюметрии процесс ремоделирования левого предсердия проявляется увеличением минимального и максимального объемов, а также снижением фракции выброса левого предсердия. Характер изменений в послеоперационном периоде зависит как от вида вмешательства, так и от результатов проведенной операции.

3. В отсроченном периоде после проведения катетерной аблации при сохранении синусового ритма отмечается уменьшение волюметрических показателей с улучшением функциональных параметров как в группе РЧА: индексированный V_{\min} -20,5%, индексированный V_{\max} -8,4%, ФВ общая +22,2%, так и в группе КБА: индексированный V_{\min} -15%, ФВ общая +118,8%. При рецидиве аритмии в обеих группах наблюдается тенденция к дальнейшему увеличению объема левого предсердия (индексированный V_{\min} РЧА +37,1%, индексированный V_{\min} КБА +33,9%), при этом только в группе РЧА снижается активная ФВ -24,4%. В группе РЧА происходит более выраженное уменьшение площади поперечного сечения легочных вен как при сохранении синусового ритма, так и в случае рецидива аритмии. В группе КБА площадь поперечного сечения легочных вен достоверно не изменяется.

4. При сохранении синусового ритма в послеоперационном периоде независимо от вида вмешательства наблюдается уменьшение объемных показателей и улучшение функции левого предсердия, а также уменьшение площади поперечного сечения легочных вен. У пациентов с рецидивом аритмии наблюдается тенденция к увеличению объемных значений, однако статистически не достоверна. Функциональные показатели при этом остаются без изменений. Площадь поперечного сечения легочных вен также не меняется. Изменение линейных показателей не зависит от клинического исхода.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Выполнение мультиспиральной компьютерной томографии с внутривенным болюсным контрастированием с последующим построением трехмерных реконструкций левого предсердия и легочных вен в фазы 0%, 40%, 75% рекомендуется проводить всем пациентам в рамках подготовки к проведению катетерной аблации фибрилляции предсердий. После определения индивиду-

альной анатомии и объемных значений рекомендуется оценить функциональные показатели левого предсердия.

2. Увеличение объема левого предсердия в совокупности с нарушением его механической функции на фоне фибрилляции предсердий обуславливают уменьшение скорости кровотока в области ушка левого предсердия, что является причиной стаза крови с последующим тромбообразованием. Учитывая, что мерцательная аритмия зачастую протекает бессимптомно, и развитие ишемического инсульта может быть первым проявлением заболевания, в качестве скринингового метода для выявления предпосылок к развитию фибрилляции предсердий рекомендуется определение объемных показателей левого предсердия у всех пациентов, которым проводится мультиспиральная компьютерная томография при подозрении на патологию коронарных артерий.

3. В отсроченном послеоперационном периоде как после РЧА, так и после КБА целесообразно отслеживать волнометрические показатели инструментальными неинвазивными методами. Дальнейшее увеличение волнометрических показателей левого предсердия по сравнению с исходными параметрами коррелируется с рецидивом аритмии.

4. Использование линейных размеров для оценки анатомии и параметров ремоделирования левого предсердия нецелесообразно, так как левое предсердие приобретает асимметричную форму, в связи с чем достоверная оценка возможна лишь при создании трехмерных моделей.

СПИСОК СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Гурина В.И.**, Кондратьев Е.В., Ревিশвили А.Ш., Алимурзаева М.З. Оценка анатомии и функции левого предсердия по данным мультиспиральной компьютерной томографии при подготовке к радиочастотной катетерной абляции у пациентов с фибрилляцией предсердий. // Медицинская визуализация. – 2017. – № 5. – С. 39-55. DOI: <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-5-39-55>

2. **Гурина В.И.**, Кондратьев Е.В., Кармазановский Г.Г., Хацаюк Е.А. МСКТ-волнометрия левого предсердия у пациентов кардиологического профиля. // Ме-

дицинская визуализация. – 2017. – № 6. – С. 13-18. DOI: <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-6-13-18>

3. **Гурина В.И.**, Кондратьев Е.В., Мацкеплишвили С.Т., Кармазановский Г.Г. Влияние радиочастотной и криобаллонной катетерной аблации на функцию левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий по данным мультиспиральной компьютерной томографии. // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2021. – № 15(1). – С. 9-18. DOI: <https://doi.org/10.25512/DIR.2021.15.1.01>

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ААП – антиаритмический препарат	ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения
ААТ – антиаритмическая терапия	ПВЛВ – правая верхняя легочная вена
ГБ – гипертоническая болезнь	ПНЛВ – правая нижняя легочная вена
ИБС – ишемическая болезнь сердца	РЧА – радиочастотная аблация
КА – катетерная аблация	СД – сахарный диабет
КБА – криобаллонная аблация	СН – сердечная недостаточность
ЛВ – легочные вены	СР – синусовый ритм
ЛВЛВ – левая верхняя легочная вена	ТИА – транзиторная ишемическая атака
ЛНЛВ – левая нижняя легочная вена	ТП – трепетание предсердий
ЛП – левое предсердие	УЛП – ушко левого предсердия
ЛЖ – левый желудочек	ФВ – фракция выброса
МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография	ФП – фибрилляция предсердий
НМК – недостаточность митрального клапана	ЧП-ЭХО – чреспищеводная эхокардиография
НТК – недостаточность трикуспидального клапана	ЭКГ - электрокардиография
	ЭХО-КГ – эхокардиография