

РАДИОЧАСТОТНАЯ АБЛАЦИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРДСЕРДИЙ БЕЗ ФЛЮОРОСКОПИИ

Абдрахманов А.С. ^{1,*}, Турсунбеков А.Б. ¹, Бакытжанулы А. ¹,
Нуралинов О.М. ¹, Багибаев С.М. ¹, Есильбаев Ж.Е. ¹, Абильдинова Г.С. ¹,
Конысбек Е. ¹, Турубаев Е.М. ¹

¹ Национальный научный кардиохирургический центр, Астана, Казахстан

АБСТРАКТ.

Фибрилляция предсердий (ФП) является самой частой аритмией, радикальным лечением которой является проведение радиочастотной катетерной абляции (РЧА). Применение РЧА без флюороскопии позволяет провести операцию без риска облучения для медицинского персонала и пациента. В данной статье приведены результаты сравнения безопасности РЧА изоляции устьев легочных вен (ЛВ) без флюороскопии с РЧА изоляцией устьев ЛВ с флюороскопии. В зависимости от вида оперативного вмешательства пациенты были разделены на две группы: РЧА изоляции устьев ЛВ без флюороскопии (первая группа, 50 случаев) и с флюороскопией (вторая группа, 50 случаев). Группы были сопоставимы по полу, возрасту, форме ФП. Время трансептальной пункции в первой группе составило $18,6 \pm 3,9$ мин, во второй группе - $27,8 \pm 10,3$ мин, $p < 0,001$. Продолжительность операции в первой группе составила $144,6 \pm 13,9$ мин, во второй группе - $166,7 \pm 21,4$ мин, $p = 0,001$.

РЧА изоляция устьев ЛВ без флюороскопии является безопасным методом оперативного лечения ФП.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: фибрилляция предсердий, устье легочных вен, радиочастотная абляция, без флюороскопии.

* Корреспонденция:

Абдрахманов А.С.

- доктор медицинских наук, заведующий отделением интервенционной аритмологии.

E-mail: ayan-3@mail.ru

RADIOFREQUENCY ABLATION OF ATRIAL FIBRILLATION WITHOUT FLUOROSCOPY

Abdrakhmanov A. ^{1,*}, Tursunbekov A. ¹, Bakytzhanuly A. ¹,
Nuralinov O. ¹, Bagibaev S. ¹, Yessilbayev Z. ¹, Abildinova G. ¹,
Konysbek E. ¹, Turubaev Y. ¹

¹ National Research Cardiac Surgery Center, Astana, Kazakhstan

ABSTRACT.

Atrial fibrillation (AF) is the most common arrhythmia, a radical treatment of which is radiofrequency catheter ablation (RFA). The use of RFA without fluoroscopy allows you to perform the operation without the risk of radiation for a medical personnel and patients. This article presents the results of safety comparisons of RFA isolation of the pulmonary veins (PV) without fluoroscopy with the RFA isolation of PV with fluoroscopy. Depending on the

* Correspondence:

Abdrakhmanov A.

- MD, PhD, Head of the Interventional Arrhythmology Department.

E-mail: ayan-3@mail.ru

type of surgery, the patients were divided into two groups: RFA isolation of PV without fluoroscopy (first group, 50 cases) and with fluoroscopy (second group, 50 cases). The groups were comparable by sex, age, and form of atrial fibrillation. The transseptal puncture time in the first group was 18.6 ± 3.9 min, in the second group 27.8 ± 10.3 min, $p < 0.001$. The duration of the operation in the first group was 144.6 ± 13.9 min, in the second group - 166.7 ± 21.4 min, $p = 0.001$.

RFA isolation of PV without fluoroscopy is a safe method of surgical treatment of AF.

KEYWORDS: atrial fibrillation, orifice of pulmonary veins, radiofrequency ablation, without fluoroscopy.

ФЛЮОРОСКОПИЯСЫЗ ЖҮРЕКШЕ ФИБРИЛЛЯЦИЯСЫНЫҢ РАДИОЖИІЛІК АБЛАЦИЯСЫ

Абдрахманов А.С. ^{1,*}, Турсунбеков А.Б. ¹, Бакытжанулы А. ¹,
Нуралинов О.М. ¹, Багибаев С.М. ¹, Есильбаев Ж.Е. ¹, Абильдинова Г.С. ¹,
Коньсбек Е. ¹, Турубаев Е.М. ¹

¹ Ұлттық ғылыми кардиохирургия орталығы, Астана, Қазақстан

АБСТРАКТ.

Жүрекшелер фибрилляциясы (ЖФ) ең жиі аритмия болып табылатын радикалды емдеудің радиожилік катетерлік абляция (РЖА) жүргізу болып табылады. Флюороскопиясыз РЖА қолдану медициналық персонал мен пациент үшін сәулендіру қатерінсіз операция жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл мақалада флюороскопиясыз өкпе көктамырларының (ӨК) ауыздарын оқшаулаудың РЖА қауіпсіздігін флюороскопиямен ӨК ауыздарын флюороскопиясыз оқшаулаумен салыстыру нәтижелері келтірілген. Операция түріне байланысты емделушілер екі топқа бөлінді: ӨК аузын РЖА оқшаулау флюороскопиясыз (бірінші топ, 50 жағдай) және флюороскопиямен (екінші топ, 50 жағдай). Топтар жынысы, жасы, ЖФ формасы бойынша салыстырмалы болды. Трансептальды пункция уақыты бірінші топта $18,6 \pm 3,9$ мин, екінші топта - $27,8 \pm 10,3$ мин, $p < 0,001$ болды. Бірінші топтағы операция ұзақтығы $144,6 \pm 13,9$ мин, екінші топта - $166,7 \pm 21,4$ мин, $p = 0,001$.

РЖА флюороскопиясыз ӨК ауыздарын оқшаулау ЖФ оперативтік емдеудің қауіпсіз әдісі болып табылады.

ТҮЙІНДІ СӨЗДЕР: жүрекше фибрилляция, өкпе көктамырының аузы, радиожилікті абляция, флюороскопиясыз.

ВВЕДЕНИЕ.

Фибрилляция предсердий (ФП) является самой частой тахикардией и встречается у 2% населения [1,2]. Согласно данным мультицентровых, рандомизированных клинических исследований (STAR AF2, STOP AF) электрическая изоляция устьев легочных вен на данный момент является самым эффективным методом лечения ФП [3]. Радиочастотная катетерная абляция (РЧА) фибрилляции предсердий

является одной из самых сложных, продолжительных операций, проводимых под рентгенологическим контролем [4-11], что имеет определенные негативные воздействия как на пациента, так и на медицинский персонал [12,13]. Применение современных трехмерных картографических систем и использование внутрисердечного ультразвука позволяет значительно снизить рентгеноскопическое воздействие [14].

* Хабарлама:

Абдрахманов А.С.

- медицина ғылымдарының докторы, интервенциялық аритмология бөлімінің меңгерушісі.

E-mail: ayan-3@mail.ru

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: оценить безопасность электрической изоляции устьев легочных вен без флюороскопии у больных с пароксизмальной и персистентной формами ФП.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

В когортное исследование было включено 100 пациента с пароксизмальной, персистирующей и длительно-персистирующей формами ФП, рефрактерной к антиаритмическим препаратам. Все пациенты дали информированное согласие на обработку их данных в научном исследовании. В зависимости от применения флюороскопии во время РЧА исследованные пациенты с ФП были распределены на 2 группы наблюдения: 50 РЧА изоляции устьев легочных вен без флюороскопии – 34 мужчин и 16 женщин (первая группа). Анализ данных проводился на онлайн-калькуляторе (<http://medstatistic.ru/calculators.html>) с использованием непарного t-теста для количественных и χ^2 теста для качественных данных с определением значимой разницы между группами, если $p < 0.05$.

Метод РЧА изоляции устьев легочных вен без флюоро отличался от обычной РЧА изоляции устьев легочных вен только отсутствием рентген нагрузки и активным использованием внутрисердечного ЭХОКГ (ВСЭХО). В обеих группах использовалась навигационная система CARTO 3 (BiosenseWebster, USA), операция проводилась одним хирургом в обеих группах. Всем пациентам проводилось общеклиническое

обследование, биохимический анализ крови, анализ гормонов щитовидной железы, запись электрокардиограммы (ЭКГ) в 12 стандартных отведениях, суточное холтеровское мониторирование (ХМ) ЭКГ, эхокардиографическое исследование сердца (ЭхоКГ), чрезпищеводное ЭхоКГ, КТ сердца, ультразвуковое исследование щитовидной железы.

Оперативное вмешательство осуществлялась в лаборатории катетеризации оснащенной ангиографической установкой Axiom Artis Zee (Siemens, Germany). Процедуры проводились под локальной анестезией и применением седации. Всем пациентам выполнялось электрофизиологическое исследование (ЭФИ): на системе AXIOM Sensis (Siemens, Germany). Всем пациентам проводились стандартное ЭФИ с применением программной, частой и сверх частой стимуляции. Для стимуляции и регистрации электрограмм использовались десяти полюсной электрод, установленный в коронарный синус, аблационный катетер и диагностические циркулярные катетеры (Lasso, Achieve).

После канюляции бедренных вен и постановки катетера для внутрисердечного ультразвукового исследования (ВСУ) (SiemensAcuson, Germany) в правое предсердия, для доступа в левое предсердие осуществлялась транссептальная пункция. Пункция межпредсердной перегородки проводилась под контролем ВСУ (Рисунок 2).

Внутрисердечное ЭхоКГ



Датчики для ВСУ



Визуализация расположения электродов и интродьюсеров под ВСУ



Натяжение МПП во время транссептальной пункции



РЧА изоляция ЛВЛВ

Рисунок 2. Электроды для внутрисердечной ЭхоКГ, визуализация расположения электродов под контролем внутри сердечного ЭхоКГ.

Профилактика тромбоэмболических осложнений проводилась посредством введения гепарина из расчета 1 тысяча единиц на 10 кг массы тела. Коррекция дозы проводилась измерением активированного времени свертывания с целевым интервалом 250-350 секунд.

После доступа в ЛП с использованием навигационной системы CARTO 3 (BiosenseWebster,

USA) и абляционных орошаемых катетеров NaviStar (BiosenseWebster, USA) или SmartTouch (BiosenseWebster, USA) мы строили 3D электроанатомическую карту ЛП и проводили линию выделяя место абляции – антральную часть ЛП (Рисунок 3).

Трехмерная реконструкция ЛП и выделение ипсилатеральных линий.
Проекции AP, PA, LAO, RAO, LL, RL

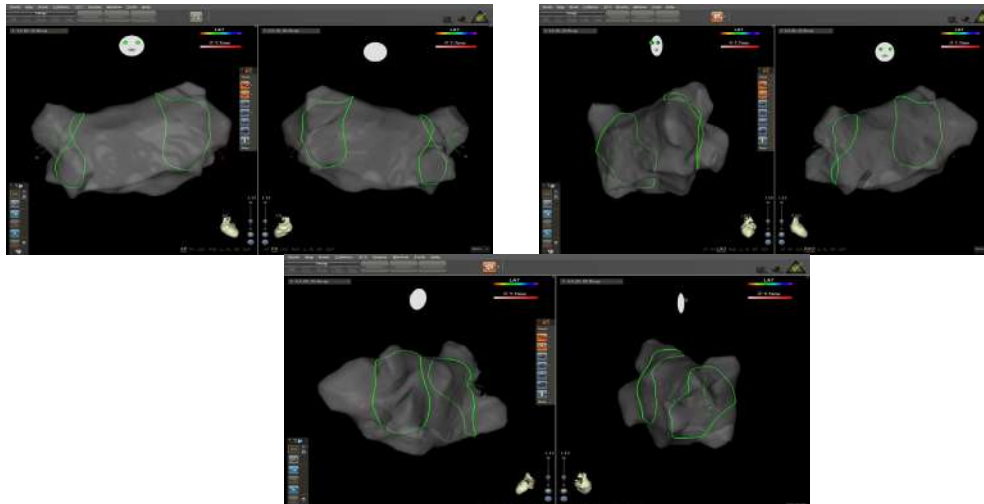


Рисунок 3. 3D модель ЛП и выделение ипсилатеральной части ЛП.

Антральная электрическая изоляция правых и левых легочных вен проводилась с использованием точечной «point-by-point» абляции (Рисунок 4). Параметры абляции на РЧ генераторе Stockert (BiosenseWebster, USA) были: мощность 25-30 W, максимальная температура

45°C, время экспозиции 30 с на точку, скорость орошения 17 мл/мин для каждой точки на задней стенке левого предсердия; 60 с, 35-40 W, 45°C для других стенок антрального отдела левого предсердия.

3D реконструкция ЛП и РЧ изоляция устьев ЛВ. Проекции AP, PA, LAO, RAO, LL, RL

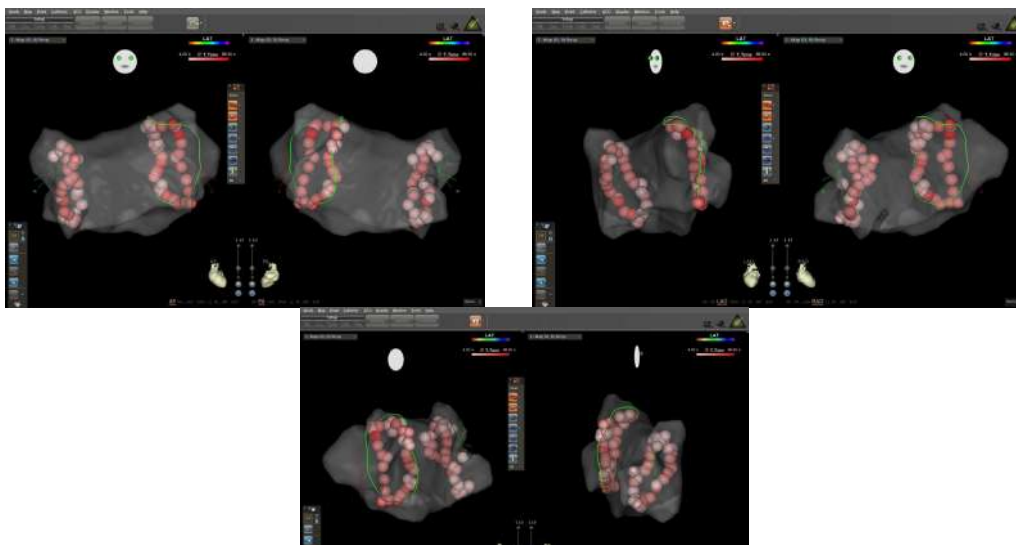


Рисунок 4. 3D модель ЛП и ипсилатеральная «point-by-point» операции РЧА ФП.

Метод РЧА изоляции устьев легочных вен без флюороскопией отличался от обычной РЧА изоляции устьев легочных вен только отсутствием рентген нагрузки и активным использованием внутрисердечного ЭХОКГ. В обоих случаях использовалась навигационная система CARTO 3. При абляции устьев легочных вен без флюороскопии для визуализации использовался внутрисердечный ультразвук (Рисунок 2). Изоляция ЛВ проводилась вокруг ипсилатеральных зон. Во время абляции устьев ЛВ при

осуществлении изоляции устьев ЛВ купировалась ФП и восстанавливался синусовый ритм (Рисунок 5). При отсутствии спонтанного купирования ФП синусовый ритм восстанавливался путем кардиоверсии. Изоляция подтверждалась при отсутствии проведения на ЛП при стимуляции внутри изолированной области и при отсутствии «спайков» на электроде LASSO (BiosenseWebster, USA).

Процедура РЧА проводилась одним хирургом в обеих группах пациентов.

РЧ изоляция устьев ЛВ

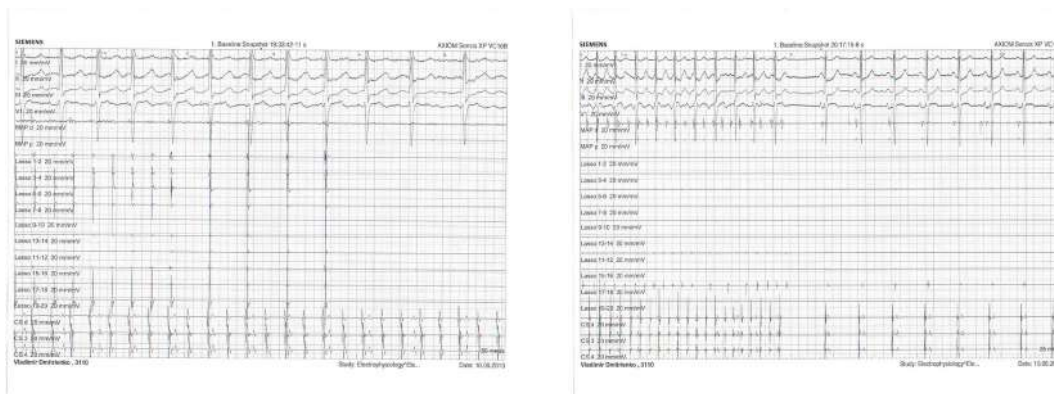


Рисунок 5. Эндограмма и поверхностное ЭКГ во время операции РЧА ФП, момент восстановления синусового ритма во время РЧА изоляции устьев ЛВ.

При выполнении процедур радиочастотной абляции как с применением флюороскопии, так и без использования флюороскопии применялась идентичная техника изоляции легочных вен, одинаковые этапы операции, инструменты, аппаратура, за исключением использования ангиографической установки для флюороскопии у пациентов контрольной группы.

Послеоперационное наблюдение во время пребывания пациента в стационаре: в раннем

послеоперационном периоде ежедневно выполнялась регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) в 12 стандартных отведениях со скоростью записи 25 мм/с, регистрировались параметры АД, ЧСС. Основными методами оценки ритма после выписки из стационара служили регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) и холтеровское мониторирование (Astrocard holtersystem).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Антропометрические данные представлены в Таблице 1. Средний возраст первой группы составил 55,4 лет, а второй 57,7 лет. 50 пациентов, которым провели РЧА с применением флюороскопии составили контрольную группу: 36 мужчин и 14 женщин, средний возраст 57.7 ± 10.5 лет. Также проводилась сравнительное исследование пациентов обеих групп по данным антропометрических характеристик. Согласно полученным данным, статистически значимой разницы между группами по данным признакам не было выявлено.

Таблица 1. Антропометрические характеристики.

Характеристика	Значение в группе без флюороскопии (%)	Значение в группе с флюороскопией (%)	P-значение
Пол Женщины Мужчины	16 (32%) 34 (68%)	14 (28%) 36 (72%)	0,663
Средний возраст, лет	55.4±7.8	57.7±10.5	0,388
Рост, см	170±8,2	168,9±9,29	0,489
Вес, кг	85,6±17,2	87,2±12,05	0,618
ИМТ, кг/м ²	29,8±5,46	30,6±3,5	0,449

Для определения сопоставимости пациентов с ФП в исследуемых группах проводился анализ основных клинических параметров пациентов (Рисунок 6). По клиническим формам фибрилляции предсердий в 1 группе с пароксизмальной ФП было 31 (62%) пациентов, с персистирующей формой ФП - 12 (24%) пациентов, с длительно персистирующей формой ФП - 7 (14%) пациентов. Во 2-ой контрольной группе с пароксизмальной формой ФП - 29 (58%) пациентов, с персистирующей формой ФП - 11 (22%) пациентов, с длительно персистирующей ФП - 10 (20%) пациентов.

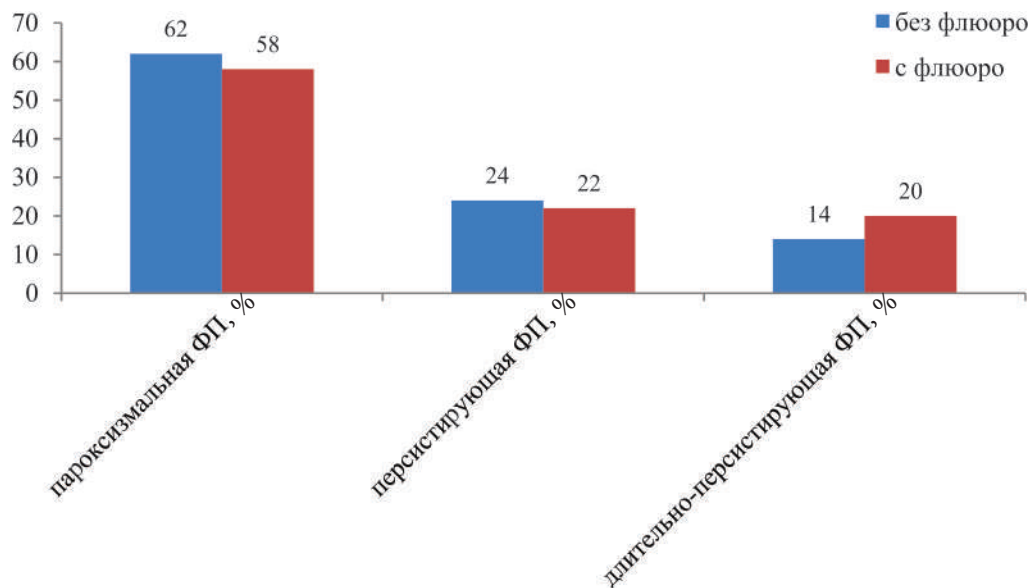


Рисунок 6. Распределение пациентов исследуемых групп по формам ФП.

Учитывая высокую клиническую значимость размера ЛП, проводилось сравнительное исследование пациентов обеих групп по данному критерию (Таблица 2). В первой группе РЧА ФП без флюоро средний передне-задний размер ЛП составил 3,8±0,58см, в группе РЧА ФП с флюороскопией средний передне-задний ЛП 4,1±0,87см, достоверно значимой разницы нет, что показывает сопоставимость групп исследований по данному показателю.

Таблица 2. Передне-задний размер ЛП и уровень креатинина.

Характеристика	Значение в группе без флюороскопии	Значение в группе с флюороскопией	P-значение
Передне-задний размер ЛП, см	3,8±0,58	4,1±0,87	0,175
Исходно креатинин, мг/дл	0,93±0,07	0,87±0,09	0,599
Креатинин через 3 месяца, мг/дл	0,94±0,05	0,91±0,08	0,751

Таким образом, пациенты обеих групп были сопоставимы по наличию таких сопутствующих заболеваний, как клапанная патология сердца, сахарный диабет и сердечная недостаточность. Статистически значимых различий по количеству случаев ОНМК, тромбоэмболии, предыдущими абляциями и имплантированными антиаритмическими устройствами у пациентов первой и второй групп не выявлено (Таблица 3).

Таблица 3. Сравнительная характеристика исследуемых групп по коморбидным состояниям и предыдущим операциям.

Признак	Количество в группе без флюороскопии (%)	Количество в группе с флюороскопией (%)	P-значение
Клапанная патология	9 (18)	13 (26)	0,390
СН ^а	6 (12)	7 (14)	0,828
СД ^б	6 (12)	8 (16)	0,621
ОНМК ^с и ТЭ ^д	2 (4)	2 (4)	0,983
Имплантация устройства	0 (0)	1 (2)	0,320
Предыдущие абляции	6 (12)	9 (18)	0,226

^аСН-сердечная недостаточность. ^бСД-сахарный диабет. ^сОНМК-острое нарушение мозгового кровообращения. ^дТЭ-тромбоэмболия.

Исходно средний показатель креатинина у пациентов с ФП 1 группы составил 0,93±0,07 мг/дл, на контрольном осмотре через 3 месяца составил 0,94±0,05 мг/дл, статистически значимой разницы не выявлено. При анализе данных 2 группы: средний показатель креатинина у пациентов с ФП составил 0,87±0,09 мг/дл до операции, по истечении 3-х месяцев после операции РЧА ФП с флюороскопией составил 0,91±0,08 мг/дл, (p=0,74) статистически значимой разницы не выявлено. Но во 2 группе отмечается тенденция к увеличению показателя креатинина, тем самым возникновению нефропатии. Следует отметить, если у пациентов с ФП исходно имеются факторы риска нефропатии или пациенты уже имеют нефропатии и хирург, который будет проводить РЧА ФП, имеет хороший опыт проведения стандартной РЧА ФП и имеет навыки использования ВС ЭхоКГ, рекомендуется выполнять РЧА ФП без флюороскопии, исключив использование контрастного вещества и тем самым прогрессирование нефропатии.

Таким образом, исследуемые группы были сопоставимы по количественным и качественным переменным, достоверно значимых различий между группами по основным антропометрическим, клиническим и коморбидным признакам не наблюдалось, что является важным условием для проведения дальнейшего анализа безопасности различных методов интервенционного лечения аритмии.

Для проведения анализа безопасности интервенционного лечения фибрилляции предсердий как с применением флюороскопии, так и без флюороскопического контроля оценивались такие технические критерии, как время транссептальной пункции, длительность операции, развившиеся осложнения.

По результатам нашего исследования, среднее время для транссептальной пункции в первой группе составило $18,6 \pm 3,9$ мин, что было статистически значимо меньше ($p < 0,001$), чем во второй группе $27,8 \pm 10,3$ мин (Рисунок 7).

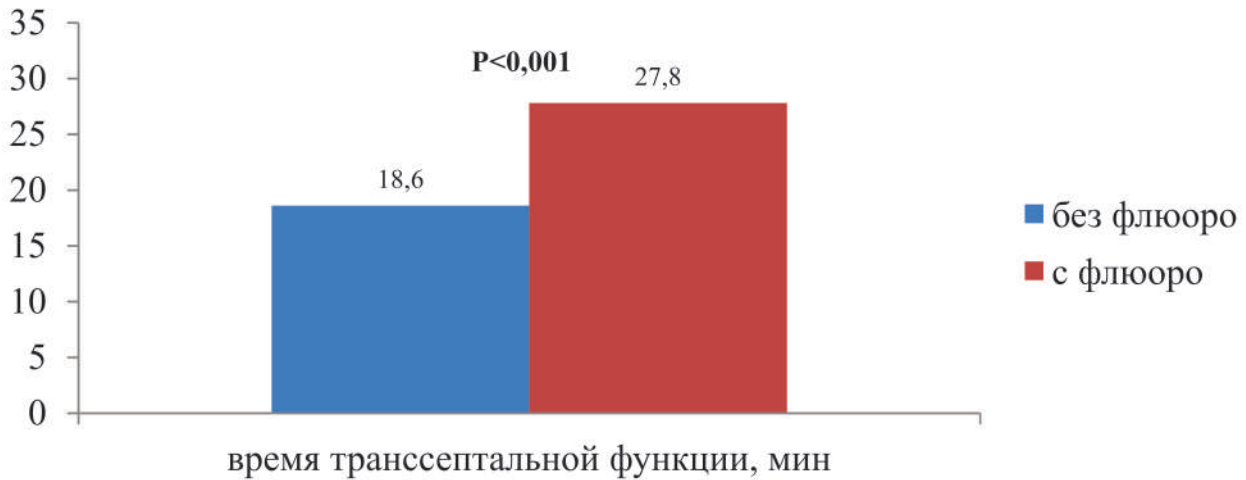


Рисунок 7. Средняя продолжительность времени транссептальной пункции.

По результатам нашего исследования и по данным статистической обработки, средняя продолжительность операции РЧА ФП без флюороскопии в первой группе составила $144,6 \pm 13,9$ мин, что было статистически значимо меньше, чем во второй группе $166,7 \pm 21,4$ мин, $p = 0,001$ (Рисунок 8).

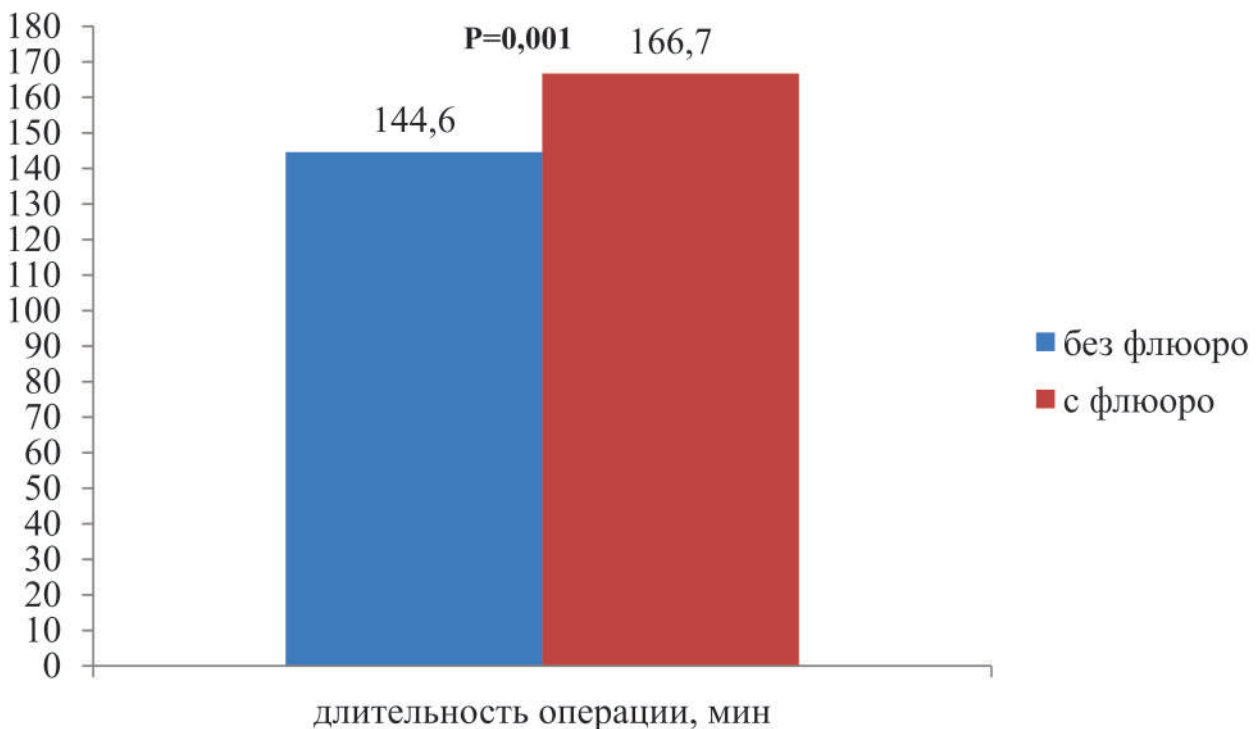


Рисунок 8. Средняя продолжительность операции РЧА ФП в исследуемых группах.

Для РЧА изоляции устьев ЛВ с флюороскопией перед транссептальной пункцией требуется установка электрода в коронарный синус, так как непосредственно перед пункцией межпредсердной перегородки (МПП) хирург должен сверить расположение кончика транссептальной иглы по соотношению к коронарному синусу под флюороскопией в левой кривой и правой кривой проек-

циях и это тоже требует времени, возможно поэтому по нашим данным среднее время для трансептальной пункции меньше в 1 группе РЧА ФП без флюороскопии, что соответствует данным нескольких рандомизированных клинических исследований [15,16]. Также хирург должен постоянно мониторировать картину на экране рентгеноскопии, хирург при стандартной методике РЧА изоляции устьев ЛВ очень часто контрастирует устье ЛВ, что тоже дополнительное время, может поэтому продолжительность времени операции больше в РЧА изоляции устьев ЛВ с флюороскопией. Но на данный момент, чтобы выполнить РЧА ФП без флюороскопии, хирург должен иметь хороший опыт проведения стандартных РЧА ФП с флюороскопией и обладать навыками использования ВСУ.

Данные по технике выполнения радиочастотной абляции приведены в Таблице 4. Среднее время флюороскопии во второй группе составило $39,3 \pm 16,8$ мин, среднее значение рентген нагрузки было 1846 мгр.

Активное использование внутрисердечного ЭхоКГ привело к укорочению времени трансептальной пункции (ТСП) и исключению применения контрастного вещества. При катетерной абляции медицинский персонал и пациент получает определенное количество ионизирующего облучения, которое зависит от продолжительности процедуры. Радиочастотная абляция без использования флюороскопии позволяет провести операцию без риска ионизирующего облучения, как для медицинского персонала, так и для пациента. Таким образом, одним из основных преимуществ РЧА без применения флюороскопии является лучший профиль безопасности в отношении рентгенологической нагрузки как на пациента, так и на весь медицинский персонал, находящийся в операционной.

Предотвращение КИН важная проблема современной медицины и интервенционной кардиологии, поэтому мы хотели оценить функцию почек по данным анализа - креатинина исходно и по истечению трех месяцев после операций РЧА изоляции без флюороскопии и с флюороскопией при фибрилляции предсердий.

В обеих исследуемых группах процедура РЧА при ФП была с положительным исходом – осложнений после операции не было зарегистрировано ни у одного пациента в обеих группах.

Согласно полученным результатам, метод РЧА без флюороскопии не уступает по безопасности методу РЧА, выполняемой под флюороскопическим контролем и позволяет избежать рентгенологической нагрузки для пациентов и медицинского персонала. Активное использование внутрисердечного ЭхоКГ привело к укорочению времени трансептальной пункции и исключению применения контрастного вещества.

Таблица 4. Сравнительная таблица обеих групп по показателям рентгенологической нагрузки.

Критерий	Без флюороскопии	С флюороскопией
Время флюороскопии, мин	0	$39,3 \pm 16,8$
Рентген нагрузка, мгр	0	1846 [948;2656]
Применение контраста	нет	Да

ВЫВОДЫ.

Радиочастотная абляция устьев легочных вен без флюороскопии является безопасным методом лечения при фибрилляции предсердий и не уступает радиочастотной изоляции устьев легочных вен с использованием флюороскопии. Преимущество данного метода заключается в отсутствии необходимости при-

менения контрастного вещества пациентом, отсутствии рентгенологической нагрузки на пациента и медицинский персонал, что минимизирует возможные осложнения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источники финансирования: не заявлены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Thom T, Haase N, Rosamond W, et al. Heart disease and stroke statistics—2006 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee //Circulation. – 2006. – Т. 113. – №. 6. – С. e85-e151.
2. Филатов А. Г., Тарашвили Э. Г. Эпидемиология и социальная значимость фибрилляции предсердий //Анналы аритмологии. – 2012. – Т. 9. – №. 2.
3. Calkins H. et al. Hrs/ehra/ecas Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: Recommendations for Personnel, Policy, Procedures and Follow-up: A report of the Heart Rhythm Society (hrs) Task Force on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation developed in partnership with the European Heart Rhythm Association (ehra) and the European Cardiac Arrhythmia Society (ecas); in collaboration with the American College of Cardiology (acc), American Heart Association (aha), and the ... //Europace. – 2007. – Т. 9. – №. 6. – С. 335-379.
4. Haissaguerre M. et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins //New England Journal of Medicine. – 1998. – Т. 339. – №. 10. – С. 659-666.
5. Chen S. A. et al. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the pulmonary veins: electrophysiological characteristics, pharmacological responses, and effects of radiofrequency ablation //Circulation. – 1999. – Т. 100. – №. 18. – С. 1879-1886.
6. Pappone C. et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: a new anatomic approach for curing atrial fibrillation //Circulation. – 2000. – Т. 102. – №. 21. – С. 2619-2628.
7. Marrouche N. F. et al. Circular mapping and ablation of the pulmonary vein for treatment of atrial fibrillation: Impact of different catheter technologies //Journal of the American College of Cardiology. – 2002. – Т. 40. – №. 3. – С. 464-474.
8. Della Bella P. et al. Image integration-guided catheter ablation of atrial fibrillation: a prospective randomized study //Journal of cardiovascular electrophysiology. – 2009. – Т. 20. – №. 3. – С. 258-265.
9. Tang K. et al. A randomized prospective comparison of CartoMerge and CartoXP to guide circumferential pulmonary vein isolation for the treatment of paroxysmal atrial fibrillation // Chinese medical journal. – 2008. – Т. 121. – №. 6. – С. 508-512.
10. Bertaglia E. et al. Image integration increases efficacy of paroxysmal atrial fibrillation catheter ablation: results from the CartoMerge™ Italian Registry //Europace. – 2009. – Т. 11. – №. 8. – С. 1004-1010.
11. Scaglione M. et al. Single center experience of fluorosless AVNRT ablation guided by electroanatomic reconstruction in children and adolescents //Pacing and Clinical Electrophysiology. – 2013. – Т. 36. – №. 12. – С. 1460-1467.
12. Nahass G. T. et al. Acute radiodermatitis after radiofrequency catheter ablation //Journal of the American Academy of Dermatology. – 1997. – Т. 36. – №. 5. – С. 881-884.
13. Junk A. K., Haskal Z., Worgul B. V. Cataract in interventional radiology—an occupational hazard? //Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2004. – Т. 45. – №. 13. – С. 388-388.
14. Rotter M. et al. Reduction of fluoroscopy exposure and procedure duration during ablation of atrial fibrillation using a novel anatomical navigation system //European heart journal. – 2005. – Т. 26. – №. 14. – С. 1415-1421.
15. Brooks A. G. et al. Accuracy and clinical outcomes of CT image integration with Carto-Sound compared to electro-anatomical mapping for atrial fibrillation ablation: a randomized controlled study //International journal of cardiology. – 2013. – Т. 168. – №. 3. – С. 2774-2782.
16. Bulava A., Hanis J., Eisenberger M. Catheter ablation of atrial fibrillation using zero-fluoroscopy technique: a randomized trial // Pacing and Clinical Electrophysiology. – 2015. – Т. 38. – №. 7. – С. 797-806.