

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
И.М. СЕЧЕНОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи



Ахрамович Руслан Валерьевич

**Сравнительная эффективность трансрадиального и дорсопальмарного
доступов при чрескожных коронарных вмешательствах у пациентов
с острым коронарным синдромом**

3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Семятко Сергей Петрович

Москва – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	13
1.1. История развития трансрадиального доступа.....	13
1.2. Топографическая анатомия лучевой артерии.....	14
1.3. Неинвазивные методики оценки функциональных возможностей коллатерального кровоснабжения кисти	14
1.4. Левый трансрадиальный доступ.....	16
1.5. Вариантная анатомия лучевой артерии.....	16
1.6. Выбор оптимальной области трансрадиального доступа.....	17
1.7. Техника пункции лучевой артерии.....	18
1.8. Лучевой доступ при проведении чрескожных коронарных вмешательств пациентам с острым коронарным синдромом	19
1.9. Недостатки лучевого доступа.....	20
1.9.1. Спазм лучевой артерии.....	20
1.9.2. Петля лучевой артерии.....	21
1.10. Осложнения в области сосудистого доступа.....	22
1.10.1. Окклюзия лучевой артерии после вмешательства.....	22
1.10.2. Кровотечения.....	24
1.11. Дистальный лучевой доступ.....	26
1.12. Клинические преимущества дистального лучевого доступа.....	27
1.12.1. Риск развития ишемии кисти при дистальном лучевом доступе.....	27
1.12.2. Гемостаз при дистальном лучевом доступе.....	27
1.12.3. Окклюзия лучевой артерии при дистальном лучевом доступе.....	28
1.12.4. Гематомы мягких тканей при дистальном лучевом доступе.....	29
1.12.5. Комфорт для пациента и оператора.....	30

1.13. Дистальный лучевой доступ при чрескожных коронарных вмешательствах у пациентов с острым коронарным синдромом.....	30
1.14. Частота конверсий при выполнении дистального лучевого доступа.....	30
1.15. Дорсопальмарный (модифицированный дистальный) лучевой доступ.....	31
1.16. Техника дорсопальмарной катетеризации.....	34
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	36
2.1. Структура исследования.....	36
2.1.1. Схема исследования.....	36
2.1.2. Критерии включения пациентов в исследование.....	36
2.1.3. Информированное согласие пациента.....	38
2.1.4. Критерии оценки результатов (конечные точки) исследования.....	38
2.2. Материалы исследования.....	38
2.3. Методы исследования.....	40
2.3.1. Сбор анамнеза.....	40
2.3.2. Ультразвуковое исследование лучевой артерии.....	41
2.3.3. Методика катетеризации лучевой артерии.....	42
2.3.4. Методика сопровождения диагностических и лечебных процедур.....	43
2.3.5. Методика гемостаза.....	43
2.3.6. Методика оценки степени комфорта компрессионной повязки.....	44
2.3.7. Методика оценки геморрагических осложнений в области доступа.....	44
2.4. Статистический анализ.....	45
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ.....	46
3.1. Сравнительный анализ клинико-anamнестических характеристик пациентов групп трансрадиального доступа и дорсопальмарного (модифицированного дистального) лучевого доступа	46
3.2. Сравнительный анализ перипроцедурных параметров чрескожного коронарного вмешательства у пациентов групп трансрадиального доступа и дорсопальмарного (модифицированного дистального) лучевого доступа...	49
3.3. Сравнительный анализ частоты различных осложнений со стороны доступа в группах трансрадиального доступа и дорсопальмарного	

(модифицированного дистального) лучевого доступа.....	51
3.4. Сравнительные результаты ультразвукового исследования лучевой артерии, проведенного на госпитальном этапе лечения.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
ВЫВОДЫ.....	64
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	65
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	66
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	67

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

До 2005 года феморальный доступ, предложенный Seldinger S. в 1953 году, был наиболее распространенным доступом для проведения коронарографии и последующих чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ). Осложнения со стороны феморального доступа (острое кровотечение, гематома, ложная аневризма, артериовенозная фистула) занимали лидирующие позиции в структуре осложнений после ЧКВ. Впервые лучевой артериальный доступ, основанный на пункции лучевой артерии в дистальной трети предплечья, был использован Camrea L. в 1988 году для выполнения коронарографии [1]. В 1993 году Kiemenej F. выполнил первое ЧКВ трансрадиальным доступом (ТРД) [2]. Сегодня применение ТРД при ЧКВ у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС) имеет 1 класс, уровень доказательности «А» рекомендаций Европейского кардиологического общества по лечению пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST и реваскуляризации миокарда [3, 4]. Результаты многоцентровых рандомизированных клинических исследований демонстрируют меньший риск геморрагических осложнений (0,5% при использовании ТРД против 2,3% при феморальном доступе), независимо от типа ОКС [5]. Всё это отражается на снижении частоты кумулятивной летальности, инфаркта миокарда, инсульта (2,5% при ТРД против 3,8% при феморальном доступе).

Частота осложнений со стороны доступа при ТРД по данным литературы составляет от 2 до 20% при эндоваскулярных диагностических и лечебных вмешательствах [6, 7]. Одним из наиболее распространенных осложнений после трансрадиальных вмешательств является окклюзия лучевой артерии (ОЛА), частота развития которой достигает 10% [8, 9]. Главным звеном в патогенезе развития ОЛА является тромбоз, вызванный травмой стенки артерии в области

пункции, контактным воздействием интродьюсера изнутри и длительной окклюзирующей давящей повязки снаружи, перекрывающий кровоток в артерии. Другие осложнения после пункции и катетеризации лучевой артерии в «традиционной» области пункции на предплечье – кровотечение и гематома различной степени выраженности (1%), артериовенозная фистула и ложная аневризма в месте пункции (0,02%) [6, 7]. Высокая доля пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий и общемировая тенденция к отказу от аортокоронарного шунтирования в пользу поэтапной реваскуляризации [10] создали плодотворную почву для поиска методов профилактики ОЛА и других осложнений в области доступа.

Дистальный лучевой доступ (ДЛД), основанный на пункции лучевой артерии в пределах анатомической табакерки, был введен в клиническую практику Babunashvili A. и Dundua D. в 2011 году [11] с целью реканализации посткатетеризационной ОЛА. Калединым А. и соавторами был опубликован первый опыт проведения ЧКВ и других эндоваскулярных процедур с использованием ДЛД [12, 13]. В ряде пилотных работ была продемонстрирована возможность проведения ЧКВ с использованием ДЛД [14–17], указывающая низкую вероятность развития ОЛА и других осложнений. Калединым А.Л. и соавторами [18] предложено, что наряду с анатомической табакеркой точкой ДЛД, для выполнения ЧКВ у пациентов с хроническими формами ишемической болезни сердца (ИБС), может служить тыльная поверхность кисти в проекции угла, образованного сухожилием длинного разгибателя большого пальца и второй пястной костью – дорсопальмарный доступ (ДпЛД).

Таким образом, имеющиеся данные позволяют предположить, что доступ через дистальный сегмент лучевой артерии снижает частоту указанных ранее осложнений и обеспечивает больший комфорт пациента благодаря особенностям её топографической анатомии в дистальном сегменте (поверхностный анатомический ход, нахождение места пункции дистальнее поверхностной ветви (*ramus superficialis*) и расположение сегмента артерии над костно-фасциальным основанием).

Степень разработанности темы исследования

Несмотря на доказанную безопасность и эффективность применения «классического» лучевого доступа при проведении ЧКВ при ОКС и в ходе элективной реваскуляризации миокарда, на сегодняшний день отсутствуют данные, регламентирующие технику выполнения, клинические преимущества, возможности применения дистальных видов лучевого доступа при ЧКВ у пациентов с ОКС.

Цель исследования

Изучение клинической эффективности и безопасности применения ДпЛД при первичных ЧКВ у пациентов с ОКС на госпитальном этапе лечения в сравнении с «классическим» ТРД.

Задачи исследования

1. Изучить клинико-anamнестические данные пациентов с ОКС и основные характеристики процедуры первичной ЧКВ, выполненной с применением ДпЛД и ТРД.
2. Изучить частоту развития местных осложнений со стороны ДпЛД и ТРД в госпитальном периоде у пациентов с ОКС.
3. Изучить показатель частоты конверсии ДпЛД и ТРД при проведении первичного ЧКВ у пациентов с ОКС.
4. Оценить целесообразность проведения ультразвукового исследования (УЗИ) лучевой артерии, выполняемого перед ЧКВ с использованием ДпЛД.

Научная новизна

Согласно разработанному протоколу, осуществлена регистрация клинико-анамнестических, инструментальных (коронарография, ЧКВ, ангиография, ультразвуковое исследование артерии доступа) и катamnестических данных пациентов с диагнозом ОКС, перенесших первичное ЧКВ с применением ТРД и ДпЛД. Проведён статистический и сравнительный анализ с применением методов табличной и графической визуализации.

Теоретическая и практическая значимость работы

В данном одноцентровом проспективном исследовании автором выявлена сопоставимость результатов применения ТРД и ДпЛД по продолжительности налаживания доступа, числу пункций, продолжительности и успешности самой процедуры первичной ЧКВ. Отмечено достоверное превосходство ДпЛД по показателю комфорта и субъективной переносимости гемостатической повязки в послеоперационном периоде. Отмечено достоверное снижение числа «больших» гематом и ОЛА у пациентов группы ДпЛД. Разработана методика оценки состояния дистальных отделов лучевой артерии с помощью УЗИ перед процедурой ЧКВ.

Методология и методы исследования

Объектом диссертационного исследования стали 200 пациентов, поступивших в период с июня 2018 по ноябрь 2020 г. в сосудистый центр на базе ГБУЗ МО «Мытищинская городская клиническая больница» с диагнозом ОКС.

Пациенты рандомизированы в 2 параллельные группы по 100 человек, исходя из типа лучевого доступа (ТРД и ДпЛД). Предметом научного исследования стали

госпитальные результаты применения ТРД и ДпЛД при первичных ЧКВ у пациентов с ОКС.

Положения, выносимые на защиту

1. Выявлена сопоставимость результатов использования ДпЛД и стандартного ТРД по продолжительности налаживания доступа, по лучевой нагрузке, по успешности самой эндоваскулярной процедуры и расходу рентгеноконтрастного вещества. Отмечено превосходство ДпЛД по показателю комфорта и субъективной переносимости гемостатической повязки в послеоперационном периоде.

2. Выявлено снижение частоты ОЛА предплечья и других механических осложнений со стороны доступа.

3. Частота конверсий ДпЛД не превышает частоту конверсий ТРД.

4. Оценка диаметра и функции лучевой артерии в дистальных отделах и на предплечье с помощью УЗИ у пациентов ЧКВ способна определить оптимальную точку доступа ДпЛД, тем самым снизив частоту конверсий и механических осложнений.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Основные научные положения диссертации соответствуют паспорту научной специальности 3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия. Результаты работы соответствуют области исследования специальности, пункту 4 паспорта специальности Рентгенэндоваскулярная хирургия.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов обусловлена репрезентативностью и достаточным объёмом выборки, применением современных общепризнанных методов статистического анализа.

Апробация результатов диссертационного исследования состоялась на совместном заседании кафедры интервенционной кардиологии Института профессионального образования, кафедры факультетской терапии № 2 Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского и Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) – протокол № 6 от 24 ноября 2022 года.

Материалы диссертации были представлены и обсуждены на V Всероссийской научно-практической конференции «Современные подходы к лечению острого коронарного синдрома» при поддержке инициативы «Stent-Save a Life», ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России (Москва, 2018 г.), Шестом ежегодном трансрадиальном эндоваскулярном курсе (Санкт-Петербург, 2019 г.), VIII Международном образовательном форуме «Российские дни сердца», ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России (Санкт-Петербург, 2021 г.), Ежегодной всероссийской научно-практической конференции «Кардиология на Марше» ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России (Москва, 2021 г.).

Личный вклад автора

Диссертантом Ахрамовичем Р.В. проведен отбор пациентов, выполнен анализ результатов исследований. Автор выполнил все оперативные вмешательства, участвовал в проведении опроса пациентов в госпитальном периоде. Описание результатов исследования, практических рекомендаций и создание алгоритма выполнены диссертантом лично. Автором создана база данных для

статистической обработки материала, проведен анализ и научная интерпретация полученных данных, опубликованы печатные работы по теме диссертации, полученные разработки внедрены в клиническую и образовательную практику.

Все научные результаты в диссертационной работе получены Ахрамовичем Р.В. самостоятельно.

Внедрение результатов исследования в клиническую практику

Основные результаты проведенного исследования используются в клинической практике Научно-практического центра интервенционной кардиоангиологии и в образовательном процессе на базе кафедры интервенционной кардиоангиологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования опубликовано 6 работ, в том числе 3 научных статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета / Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук; 3 научные статьи в изданиях, индексируемых в международных базах (Scopus).

Объем и структура диссертации

Объем настоящей диссертационной работы составляет 77 страниц. Структура диссертации включает введение, литературный обзор, собственное исследование, заключение, выводы и практические рекомендации. Список литературы, задействованной при подготовке данной диссертации, насчитывает 94 работы

отечественных и зарубежных авторов. Иллюстрация работы осуществлена 8 таблицами и 16 рисунками.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. История развития трансрадиального доступа

Сегодня ТРД является основным артериальным доступом для проведения первичного ЧКВ во многих странах. Однако необходимость в феморальном доступе сохраняется не только при bail-out процедурах, но и в случаях применения устройств диаметром более 7 Fr (механическая циркуляторная поддержка кровообращения (IABP, IMPELLA)), а также при комплексных коронарных вмешательствах (двухстентовые бифуркационные вмешательства на стволе левой коронарной артерии, ЧКВ при хронических окклюзиях коронарных артерий).

Первая ангиография с применением ТРД была проведена Radner S. в 1947 году с использованием техники cut down (хирургического выделения лучевой артерии предплечья) [19]. В 1986 году Campeau L. опубликован первый опыт проведения 100 КАГ, выполненных ТРД [1]. Впоследствии Kiemenej F. ввел в практику ЧКВ [2, 20], показав в своих работах более низкую частоту местных осложнений со стороны сосудистого доступа, при этом обнаружив возможности более ранней мобилизации пациента в сравнении с контрольной группой пациентов, перенесших ЧКВ трансфеморальным доступом. После внедрения ТРД в практику ЧКВ при ОКС было отмечено достоверное снижение числа «больших» кровотечений, что положительно отразилось на показателях смертности у данной группы пациентов [5]. В настоящее время ТРД является «золотым стандартом» для коронарографии и ЧКВ и используется в большинстве процедур [4], что делает необходимым изучение анатомии лучевой артерии, возможных техник её пункции, механизмов развития осложнений со стороны ТРД, а также поиск эффективных мероприятий и алгоритмов по их профилактике и лечению.

1.2. Топографическая анатомия лучевой артерии

В норме лучевая артерия отходит от плечевой артерии в области кубитальной ямки. Диаметр лучевой артерии колеблется от 2 до 4 мм. При этом её диаметр у мужчин больше аналогичного показателя у женщин. Выделяют следующие сегменты:

1. Лучевая артерия предплечья.
2. Лучевая артерия тыла кисти.
3. Лучевая артерия ладони.

Лучевая артерия делится на поверхностную и глубокую ладонную ветви. Поверхностная ладонная ветвь берет свое начало на уровне дистальной трети предплечья и анастомозирует с терминальным отделом локтевой артерии, образуя поверхностную ладонную дугу. После отхождения поверхностной ладонной ветви лучевая артерия анастомозирует с локтевой артерией, образуя глубокую ладонную дугу, в отличие от поверхностной ладонной дуги, сформированной преимущественно локтевой артерией. Таким образом, оценка состояния «двойного» кровоснабжения кисти является важной профилактической мерой по предотвращению развития ишемии кисти и ОЛА.

1.3. Неинвазивные методики оценки функциональных возможностей коллатерального кровоснабжения кисти

Для оценки кровоснабжения кисти применяют следующие неинвазивные тесты:

1. Тест Аллена. Простой метод оценки состояния кровообращения кисти. Пациент сжимает кулаки на обеих руках в течение 1 минуты. Врач пережимает лучевые артерии на уровне дистальных третей предплечья с обеих сторон. Через 1 минуту врач, раскрывая обе ладони пациента и освобождая лучевые артерии, оценивает время изменения окраски кожных покровов. Вызванная компрессией

лучевой артерии бледность кожных покровов кисти моментально сменяется покраснением; если этого не происходит, можно сделать предположение об ОЛА.

2. Модифицированный тест Аллена. Методика сходна с вариантом, описанным выше. Рука пациента поднята вверх, осуществляется компрессия обеих артерий, ладонь при этом остаётся раскрытой. Врач, останавливая компрессию лучевой артерии, оценивает время восстановления окраски кисти. Тест является положительным, в случае если время восстановления меньше или равняется 5 секундам, время восстановления 6–10 с говорит о пограничном результате теста. Тест является отрицательным, если показатель превышает 10 с, и свидетельствует об ОЛА.

3. Тест Барбо. Представляет собой усовершенствованную версию теста Аллена и предусматривает регистрацию плетизмографии с помощью пальцевого пульсоксиметра, установленного на большом пальце пациента. Оператор осуществляет компрессию лучевой артерии на 2 минуты, происходит регистрация изменения показателей пульсовой волны по одному из 4 типов – А, В, С, D, где тип D характеризуется как отсутствие функционирующей системы «двойного» кровоснабжения кисти [21].

Клиническая актуальность вышеперечисленных методик оценки состояния «двойного» кровоснабжения кисти и лучевой артерии остается темой для дальнейшего обсуждения. Исследование RADAR (Predictive Value of Allens Test Results In Elective Patients Undergoing Coronary Catheterization Through Radial Approach – прогностическое значение результатов теста Аллена у пациентов, прошедших ЧКВ через лучевую артерию), включившее в себя 203 человека, показало, что у 30% (60 больных) с установленным отрицательным результатом теста Аллена не отмечалось клинических признаков ишемии кисти [22]. Аналогичные результаты были получены в рандомизированном исследовании MATRIX (Minimizing Adverse Haemorrhagic Events by Transradial Access Site and Systemic Implementation of angioX), где изучали применение модифицированного теста Аллена и теста Барбо для оценки функционирования поверхностной и глубокой ладонных дуг [23].

1.4. Левый трансрадиальный доступ

Применение левого ТРД для диагностических процедур и ЧКВ связано с достоверным снижением продолжительности процедуры и увеличением доли успешных вмешательств благодаря более низкой частоте встречаемости извитости лучевой артерии, однако при этом нет достоверной информации о показателях лучевой нагрузки на оператора и пациента.

Исследование TALENT, включившее в себя 1500 пациентов, которым было выполнено ЧКВ или коронароангиография, рандомизированных в группы правого и левого ТРД, показало, что пациенты группы левого ТРД имели более низкие значения времени флюороскопии дозы излучения. При детальном анализе установлено, что данная особенность отмечалась среди пожилых пациентов обеих групп, а также у пациентов, которым выполняли вмешательство стажирующиеся специалисты [24]. Исследование REVERE с участием 1493 пациентов, проходивших коронароангиографию в условиях рандомизации в группы левого, правого ТРД и феморального доступа [25], показало значительное увеличение лучевой нагрузки при левом ТРД. По мнению авторов, это было связано с сопровождавшими пациентов и операторов эргономическими трудностями, обусловленными их взаимным расположением во время вмешательства.

1.5. Вариантная анатомия лучевой артерии

Существует несколько анатомических вариантов лучевой артерии, являющихся предикторами конверсий и потери лучевого доступа. Частота их встречаемости колеблется от 2 до 17% [26], но использование УЗИ помогает выявлять таких больных [27]. Все анатомические варианты лучевой артерии подразделяются на следующие группы:

1. Аномалии отхождения лучевой артерии.
2. Аномалии возвратной лучевой артерии.

3. Аномалии зоны кровоснабжения лучевой артерии на уровне кисти.

В 8% всех случаев лучевая артерия может иметь высокое отхождение от плечевой или подмышечной артерии [28]. Лучевая артерия также может иметь дистальное отхождение (на уровне круглого пронатора предплечья) или вовсе отсутствовать [29–33]. В различных источниках для описания высокого отхождения лучевой артерии используются различные термины: «лучевая артерия, отходящая от плечевой артерии» [32], «высокая бифуркация плечевой артерии» [34], «лучевая артерия – продолжение поверхностной плечевой артерии» [35] и «двойная плечевая артерия». Rodriques-Nidenfuhr N. и соавторы [36] для идентификации высокой лучевой артерии предложили термин «брахирадиальная артерия», данный вариант рано отходящей лучевой артерии часто формирует анастомозы с «истинной» плечевой артерией в кубитальной ямке [37]. *Arteria lusoria*, или «аберрантная» правая подключичная артерия характеризуется отхождением правой подключичной артерии от нисходящей дуги аорты дистальнее левой подключичной артерии и может быть связана с другими аномалиями развития артерий верхних конечностей, в том числе и лучевой артерии [38].

1.6. Выбор оптимальной области трансрадиального доступа

- Лучевая артерия пунктируется на 2 см проксимальнее шиловидного отростка лучевой кости.
- Диагностическая значимость тестов (Аллен, Барбо) для оценки кровоснабжения кисти лучевой и локтевой артериями, а также функционирования поверхностной и глубокой ладонных дуг находится под сомнением.
- Проведение УЗИ артерий верхней конечности рекомендуется перед любой процедурой, выполняемой с помощью ТРД.
- Допустимо проведение пункции лучевой артерии как через переднюю стенку, так и через 2 стенки (с помощью 2-просветной иглы со стилетом).
- Перед установкой интродьюсера рекомендовано использование флюороскопии с целью контроля нахождения проводника.

- Профилактика и мониторинг гематом предплечья и плеча, ассоциированных с ТРД, связана с риском больших кровотечений и развитием «компармент-синдрома» верхней конечности.

1.7. Техника пункции лучевой артерии

Небольшой объём (1–2 мл) местного анестетика вводится проксимальнее шиловидного отростка лучевой кости до пункции артерии. Существуют две техники пункции:

1. Пункция через переднюю стенку лучевой артерии. Сходна с таковой при феморальном доступе, однако необходима короткая пункционная игла малого диаметра. Как только происходит контакт и прохождение через переднюю стенку лучевой артерии, небольшой объём крови поступает в браунюлю или на проксимальный конец иглы, далее проводник диаметром 0,021 дюйма вводится в просвет артерии, происходит замена иглы на интродьюсер соответствующего диаметра.

2. Пункция через две стенки требует применения систем «катетер – игла». Сразу же после пункции артерии, комплекс «катетер – игла» заводится вперед, и происходит пункция задней стенки. Далее игла удаляется, а катетер выводится в направлении просвета артерии до появления крови в браунюле или проксимальном хабе. После этого происходит заведение проводника 0,021" с последующей заменой системы «катетер – игла» на интродьюсер.

Независимо от выбранной техники, заведение проводника 0,021" следует производить вращательными движениями во избежание катетеризации с последующей перфорацией боковых ветвей лучевой артерии. В настоящее время не выявлено существенных различий между двумя вышеперечисленными техниками пункций по частоте геморрагических осложнений в точке доступа, что было показано по результатам рандомизированного исследования с участием 412 пациентов, проходивших трансрадиальную катетеризацию. Однако пункция лучевой артерии с помощью комплекса «катетер – игла» характеризовалась более

быстрым временем налаживания доступа, меньшим временем процедуры и количеством попыток пункции лучевой артерии [39, 40].

После пункции лучевой артерии для ее катетеризации используются полимерные J-образные проводники (в том числе и с гидрофильным покрытием), которые заводятся в восходящий отдел аорты с последующим заведением диагностического катетера. Применение флюороскопии при катетеризации лучевой артерии крайне желательно, особенно в случаях, сопровождающихся затрудненным проведением проводника или катетера, выраженного кальциноза артерии верхней конечности, подключичной артерии и брахиоцефального ствола.

Многие операторы отдают предпочтение длинным интродьюсерам (23 см), так как их применение характеризуется низкой частотой развития спазма лучевой артерии, что облегчает последующие манипуляции с диагностическими и гайд-катетерами [41]. Вместе с тем заведение интродьюсера в лучевую артерию малого диаметра может оказать воздействие на эндотелий стенки сосуда, тем самым опосредованно влияя на процессы интимальной гиперплазии, тромбообразование и формирование атеросклеротических бляшек [42, 43]. Интродьюсеры с гидрофильным покрытием позволяют снизить сопротивление сосудистой стенки во время установки и удаления [44]. Сегодня, несмотря на снижение частоты случаев вазоспазма и дискомфорта, связанных с заведением, удалением гидрофильных интродьюсеров, современные исследования не выявляют существенной разницы в показателях частоты эндотелиальной дисфункции в сравнении с интродьюсерами без гидрофильного покрытия [45].

1.8. Лучевой доступ при проведении чрескожных коронарных вмешательств пациентам с острым коронарным синдромом

Сегодня применение ТРД при коронарных интервенциях у больных с ОКС имеет 1 класс рекомендаций с высшим уровнем доказательности «А» от Европейского кардиологического общества по лечению пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST [3, 4]. Выдвижением на эти

позиции ТРД обязан результатам ряда крупных исследований: MATRIX (Minimizing Adverse Haemorrhagic Events by Transradial Access Site and Systemic Implementation of angioX), RIVAL (Radial Versus Femoral Access for Coronary intervention), которые продемонстрировали достоверно меньший риск геморрагических осложнений при ТРД (0,5% против 2,3% при феморальном доступе) в когорте больных с ОКС [5]. Снижение частоты геморрагических осложнений положительно отразилось на динамике кумулятивной летальности, инфаркта миокарда и инсульта [5].

1.9. Недостатки лучевого доступа

Несмотря на очевидные преимущества, ТРД все же имеет ряд ограничений, связанных с технической оснащённостью, опытом оператора и незначительным риском осложнений со стороны доступа, обусловленным особенностью строения и анатомической архитектоники артерий верхних конечностей: это стойкий спазм (2–22%), затрудняющий манипуляции или обуславливающий необходимость конверсии доступа (7,3%), гематома мягких тканей кисти, плеча и предплечья (до 1%), перфорация артерий предплечья (0,05%), формирование псевдоаневризмы или артериовенозной фистулы (0,2%), позиционные и компрессионные невриты лучевого нерва [6, 7]. Отдельного внимания в структуре осложнений ТРД заслуживает ОЛА, которая может наблюдаться, по данным разных авторов, до 10% случаев после трансрадиальных коронарных вмешательств [8, 9].

1.9.1. Спазм лучевой артерии

Спазм лучевой артерии – наиболее частая причина развития болевых ощущений у пациента во время проведения интродьюсера, диагностических и гайд-катетеров, проявляющаяся, как правило, в сложностях заведения этих инструментов. Профилактика данного осложнения сводится к внутриаrтериальному введению спазмолитического коктейля, состоящего из

верапамила и нитроглицерина, седативных препаратов и анксиолитиков (мидазолам, фентанил), применяющихся для воздействия на симпатическую нервную систему. Диагностические и гайд-катетеры уменьшенного диаметра также являются хорошей профилактикой данного осложнения [46]. Причиной развития спазма лучевой артерии может быть ее извитость, которая чаще всего наблюдается у женщин, страдающих артериальной гипертензией. Применение инструментария меньшего диаметра в сочетании с проводниками с гидрофильным покрытием считается хорошей профилактикой развития спазма лучевой артерии у таких больных. Введение спазмолитического коктейля через вызвавший спазм диагностический или гайд-катетер, в том числе в случае извитости лучевой артерии, может купировать вазоспазм. Кроме того, активно применяется методика баллон-ассистированного проведения катетера, в основе которой лежит следующий приём: раскрытый на субноминальном давлении баллон, частично выходящий за пределы дистального конца диагностического или гайд-катетера, обеспечивает безопасное продвижение всей системы по коронарному проводнику 0,014" [47] через зону анатомической обструкции (вазоспазма).

1.9.2. Петля лучевой артерии

Данная особенность является наиболее частой причиной технических неудач при налаживании доступа через лучевую артерию, возникающих при 0,8–2,3% всех вмешательств [48]. Контрольная ангиография лучевой артерии, выполненная в случае затруднения проведения инструмента, позволяет ее выявить. Пассаж инструмента через петлю лучевой артерии также может быть облегчен благодаря использованию катетеров малого диаметра (с гидрофильным покрытием) в сочетании с гидрофильными проводниками под непрерывным флюороскопическим контролем. Применение дополнительных «buddy» проводников также может быть рассмотрено в качестве дополнения к вышеперечисленным техникам. Следует отметить, что во время процедуры пациент может испытывать дискомфорт и нуждается в дополнительной седации.

Применение баллон-ассистированного проведения инструментария, как и использование гидрофильных проводников следует рассмотреть незамедлительно в случаях, когда петля лучевой артерии достигает 360 градусов. Примечательно, что наличие у пациента петли ассоциировано с рекурентной лучевой артерией, которая начинается на верхушке этой петли. Независимо от причины возникновения, вазоспазм может быть купирован применением одной или сочетанием нескольких вышеперечисленных методик. Но в ряде случаев данная проблема становится причиной конверсии доступа или сосудистых осложнений.

1.10. Осложнения в области сосудистого доступа

Несмотря на отмеченное в многоцентровых рандомизированных клинических исследованиях достоверное снижение сосудистых осложнений со стороны зоны доступа, их вероятность сохраняется, наряду с возникновением таких осложнений, как аневризма и артериовенозная фистула лучевой артерии.

1.10.1. Окклюзия лучевой артерии после вмешательства

Малый диаметр лучевой артерии создает предпосылки для посткатетеризационной ОЛА, встречаемость которой значительно выше таковой окклюзии бедренной артерии при феморальном доступе [49]. Механическое повреждение стенки артерии при катетеризации, воздействие на все слои артериальной стенки, компрессионный гемостаз в области пункции являются основными индукторами патологических процессов, приводящих к тромбозу и ОЛА в области доступа [50]. Процессы, возникающие в ответ на повреждающее воздействие инструментов во время катетеризации: клеточная воспалительная пролиферация меди, мозаичный некроз поврежденных тканей, дисфункция эндотелия и гиперплазия интимы с гиперпродукцией коллагена и неоваскуляризацией адвентиции – приводят к негативному ремоделированию просвета сосуда. Yonetsu T. и соавторы [51] показали, что, по данным оптической

когерентной томографии лучевой артерии непосредственно после ЧКВ, диссекция интимы выявлена у 67%, а глубокое повреждение медиального слоя артерии – у 32% пациентов. Исследователи отметили прямую зависимость частоты развития ОЛА и диаметра интродьюсера, общей продолжительности процедуры и длительности компрессии артерии при гемостазе [49, 52]. Протекая в подавляющем большинстве случаев асимптомно, ОЛА не выявляется при наблюдении в раннем послеоперационном периоде. При этом, несмотря на асимптомность ОЛА в подавляющем большинстве случаев и высокую частоту спонтанной реканализации в первые 3 месяца после ЧКВ, данное осложнение лишает возможности выполнения последующих интервенций в этой области, что при современном уровне развития эндоваскулярной медицины является важным компонентом успешного этапного лечения «многососудистого» пациента [10] (рисунок 1).



Рисунок 1 – ОЛА после ранее проведённой коронарографии с использованием ТРД (указана стрелкой). Ретроградная ангиография, выполненная через ДпЛД

Проведение антикоагулянтной терапии во время диагностических и лечебных процедур, использование диагностических и гайд-катетеров уменьшенного диаметра достоверно снижают частоту развития ОЛА [53]. Patent-гемостаз, состоящий в бережной компрессии лучевой артерии после процедуры коронарографии или ЧКВ, в настоящий момент является наилучшей стратегией профилактики ОЛА. Исследование PROPNET, в которое вошли 400 пациентов, проходивших ЧКВ через ТРД и рандомизированных в группы окклюзивного и patent-гемостаза (основанного на применении устройств, сохраняющих кровотока в лучевой артерии посредством бережного прижатия точки пункции (TR BAND), выявило снижение частоты послепроцедурных и тридцатидневных ОЛА (5–24%, $p < 0,05$ и 1–7%, $p < 0,05$) [54]. При обнаружении симптоматической ОЛА хороший клинический эффект даёт терапия эноксапарином или фундапаринуксом [55]. В случаях когда ОЛА зафиксирована в промежутке от 4 до 5 часов после процедуры, эффектом обладает компрессия локтевой артерии, которая приводит к улучшению антеградного кровотока в лучевой артерии [56].

1.10.2. Кровотечения

Наиболее распространённая разновидность кровотечений – локальное кровотечение из точки доступа, являющееся следствием манипуляции проводником и ведущее к перфорации мелких ветвей лучевой артерии. К распространённым причинам относится и нарушение техники гемостаза. Женский пол, использование интродьюсеров без гидрофильного покрытия следует рассматривать как фактор риска развития гематом, ассоциированных с ТРД [57, 58].

Классификация гематом представлена на рисунке 2.

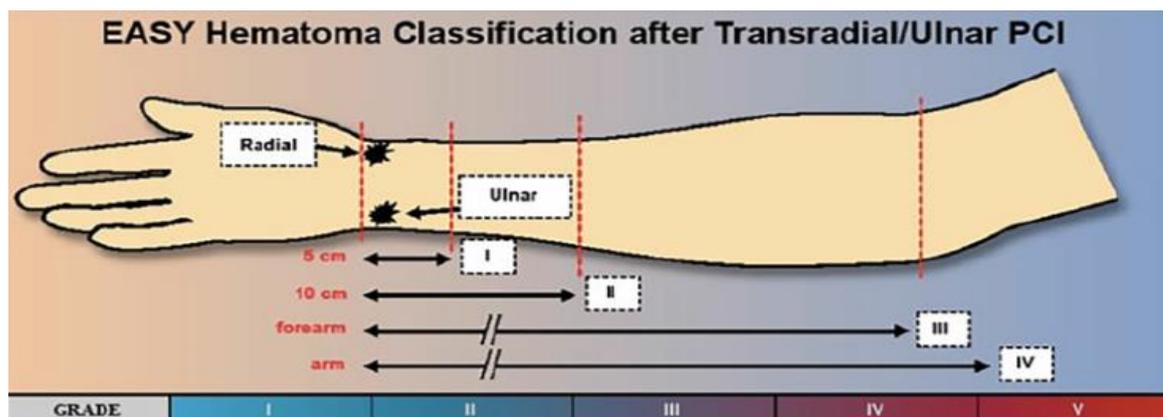


Рисунок 2 – EASY (Early Discharge After Transradial Stenting of Coronary Arteries Study) hematoma grading – классификация гематом после ЧКВ, выполненного трансрадиальным/ульнарным доступом: а) Grade I (степень 1) – поверхностная гематома в месте пункции размером до 5 см; б) Grade II (степень 2) – гематома в месте пункции размером до 10 см с умеренной мышечной инфильтрацией; в) Grade III (степень 3) – гематома предплечья с мышечной инфильтрацией, распространяющаяся до уровня локтевого сустава; г) Grade IV (степень 4) – гематома и мышечная инфильтрация, распространяющаяся выше уровня локтевого сустава; д) Grade V (степень 5) – угрожающая ишемия (компаратмент-синдром)

Переливание крови при гематомах 3–4 степени применяют редко, главным образом из-за поверхностного расположения артерии и относительно малого объема потерянной в ходе кровотечения крови. Однако даже малые объемы потерянной в ходе кровотечения крови могут привести к серьезным клиническим последствиям (компаратмент-синдром) [59–61]. Предплечье разделяется на 3 зоны:

1. Передняя.
2. Дорсальная.
3. Лучевая.

В норме они разделены сухожильными фасциями, не оставляющими больших объемов свободного пространства. Возникнув в одной из трех зон, кровотечение способствует увеличению давления, влияющему на капиллярную циркуляцию и лимфообращение, приводящее к отёку предплечья. Не будучи вовремя распознанным и немедленно остановленным, такое кровотечение приводит к компартмент-синдрому. Частота встречаемости составляет менее 0,5% случаев

[62, 63]. Компартмент-синдром предплечья можно заподозрить при отёке предплечья и кисти после процедуры. К профилактическим мерам относят использование вазодилататоров до удаления интродьюсера, своевременное распознавание и лечение гематом, включая гематомы 4 степени [63], когда в редких случаях показано хирургическое лечение – фасциотомия [64].

1.11. Дистальный лучевой доступ

Pyles S. впервые катетеризировал лучевую артерию на дорсальной поверхности кисти дистальнее анатомической табакерки, где она имеет поверхностное расположение [65]. На этом уровне артерия находится дистальнее устья поверхностной ладонной дуги. ДЛД снижает риск развития ОЛА предплечья, тем самым сохраняя возможность проведения повторных трансрадиальных интервенций в той же анатомической зоне, снижает частоту осложнений в зоне доступа, а также повышает уровень комфорта процедуры для пациента и оператора. Впоследствии данная техника была описана Kiemenej F. и Gillchrist I. [13, 66]. А в 2011 году Babunashvili A. и Dundua D. применили ее для реканализации лучевой артерии, ранее окклюзированной после проведенного ЧКВ [11]. Каледин А. опубликовал первый опыт применения ДЛД при проведении ЧКВ и других эндоваскулярных процедур [12]. Локализация доступа дистальнее поверхностной ладонной дуги (см. рисунок 2), близость костей запястья, отсутствие развитой подкожно-жировой клетчатки, физиологичное положение (пронация) верхней конечности во время процедуры, отсутствие компрессии магистральных вен предплечья давящей повязкой при гемостазе позволяют минимизировать риск механических осложнений, сделать процедуру гемостаза более комфортной, особенно при левостороннем ДЛД [13].

1.12. Клинические преимущества дистального лучевого доступа

1.12.1. Риск развития ишемии кисти при дистальном лучевом доступе

Пункция лучевой артерии дистальнее поверхностной ладонной дуги, соединяющей ее с локтевой артерией, позволяет защитить лучевую артерию предплечья от окклюзии и обеспечить адекватное кровоснабжение пальцев кисти, защитив их от ишемии. Доступ через дистальный сегмент лучевой артерии может уменьшить частоту указанных осложнений и увеличить комфорт пациента. Эти предполагаемые преимущества обеспечиваются, прежде всего, топографической анатомией артерии в дистальном сегменте. В частности, поверхностный анатомический ход, нахождение места пункции дистальнее поверхностной ветви лучевой артерии (*ramus superficialis*), дающей начало поверхностной ладонной дуге, расположение над костно-фасциальным основанием обеспечивают легкость пункции и контроль надежности гемостаза.

1.12.2. Гемостаз при дистальном лучевом доступе

Близость костей запястья к точкам ДЛД и ДпЛД – анатомической табакерке и дорсальной поверхности ладони – создают хорошие условия для комфортного гемостаза, отличающегося от гемостаза в проксимальной трети предплечья большей эффективностью и значительным уменьшением силы компрессии. Лучевая кость в случае классического радиального доступа образует острый угол по отношению к лучевой артерии, в то время как в области анатомической табакерки и на тыле кисти она имеет строго горизонтальную позицию. Авторами [67] описана схема 30/60/120, где продолжительность гемостаза для ДЛД при диагностической коронарографии составляет 60 минут, при этом первые 30 минут происходит тщательный мониторинг без сдувания манжеты patent-гемостаза (пальцевой пульсоксиметр при этом регистрирует кривую оксигенации). На

протяжении последующих 30 минут манжета постепенно сдувается под постоянным присмотром среднего медицинского персонала. Продолжительность гемостаза при ЧКВ составляет 120 минут. Первые 60 минут пациент находится под наблюдением, в течение последующих 60 минут происходит постепенное сдувание манжеты. Независимо от типа процедуры, в случае развития кровотечения во время сдувания устройства следует произвести повторную инфляцию в манжету, отложив сдувание на 30 минут.

1.12.3. Оклюзия лучевой артерии при дистальном лучевом доступе

Данная особенность дистальных видов лучевого доступа напрямую связана как с меньшим по продолжительности гемостазом, так и с более щадящей компрессией, обусловленной топографо-анатомическими особенностями лучевой артерии в анатомической табакерке и тыльной поверхности кисти. По мнению Коротких А.В. и Бабунашвили А.М. [68], окклюзия или стеноз после катетеризации артерии представляют собой распространенное явление и связаны с несколькими факторами: женским полом, возрастом, мануальной компрессией и диаметром. Каледин А.Л. и соавт., используя метод оптической когерентной томографии, отмечали развитие в разные сроки после катетеризации таких изменений лучевой артерии, как расслоение интимы, медиальная кальцификация, повреждение интимы, медиальная гипертрофия и адвентициальная неоваскуляризация [69]. Ретроспективный анализ данных эндоваскулярных вмешательств различными доступами через лучевую артерию показал, что общая частота посткатетеризационных ОЛА при использовании ТРД составила 4,2% (37/873), а ДЛД – 2,2% (22/1009) ($p \leq 0,05$) [18]. При этом в группе больных с катетеризацией через ДЛД ОЛА на предплечье встречалась почти в 10 раз реже, а общее количество окклюзий было в 2 раза меньше, чем при доступе через лучевую артерию предплечья [18]. Впервые методики ТРД и ДЛД были сопоставлены в рамках проспективного рандомизированного исследования Eid-Lidt G. и соавторами [70], которые оценивали частоту ОЛА по данным УЗИ. Через

24 ч и 30 дней после коронарной процедуры частота ОЛА составила 8,8 и 6,4% в группе ТРД и 1,2 и 0,6% – в группе ДЛД (24 ч: OR 7,4; 95 % CI 1,6–34,3; $p = 0,003$; 30 дней: OR 10,6; 95 % CI 1,3–86,4; $p = 0,007$) [70]. Gasparini G. и соавторы [71] показали, что частота ОЛА может незначительно возрасти через 1 месяц после коронарной процедуры по сравнению с аналогичным показателем через 24 часа. Увеличение частоты ОЛА со временем исследователи объясняли ремоделированием сосуда.

1.12.4. Гематомы мягких тканей при дистальном лучевом доступе

ДЛД снижает нагрузку как на врача, так и на средний медицинский персонал, что освобождает пациентов, перенесших плановые вмешательства, от необходимости стационарного наблюдения. Случаи серьезных кровотечений, ложных аневризм и гематом как осложнения ДЛД весьма редки. Это связывают со структурой анатомической табакерки, дно которой имеет костное основание, а границы образованы сухожилиями. Гемостаз в области анатомической табакерки достигается быстрее, чем в области предплечья, что, по мнению Коротких А.В. и Бабунашвили А.М. [68], важно с точки зрения сокращения койко-дня и уменьшения нагрузки на медицинский персонал. Так, после проведения коронарографии гемостаз достигается с помощью мануальной компрессии места пункции в течение 15 мин, и даже после ЧКВ мануальная компрессия может обеспечить гемостаз у пациентов с АСТ менее 250 с в конце процедуры [67]. И хотя в месте ДЛД может возникнуть небольшая (менее 5,0 см) гематома [72], вероятность «большой» гематомы очень низкая. В крупном ретроспективном исследовании Каледина А.Л. и соавт. [18] гематомы более 10,0 см встречались в 0,2% случаев. В качестве причинных факторов образования массивных гематом исследователи отмечают неправильное наложение компрессионного устройства, использование комбинации двойной антиагрегантной терапии с антикоагулянтом, пожилой возраст, дряблую кожу и множественные попытки пункции [68]. Koutouzis M. и соавт. представили

клиническое наблюдение пациентки 63 лет, перенесшей ЧКВ, у которой через 20 мин после успешного гемостаза в месте ДЛД развилась серьезная гематома, сопровождавшаяся отеком, болью в руке и ограничением движения пальцев; стабилизации гематомы с последующим разрешением и восстановлением функции руки удалось добиться путем попеременного накачивания и спуска воздуха в манжете тонометра [68, 73].

1.12.5. Комфорт для пациента и оператора

В противоположность «классическому» ТРД, процедуры, выполненные через ДЛД, требуют пронации кисти и предплечья, что является более физиологичной позицией, облегчающей процедуру. Извитой ход лучевой артерии на уровне анатомической табакерки и дорсальной поверхности ладони обеспечивает дополнительную фиксацию интродьюсера, даже при частых сменах инструментария.

1.13. Дистальный лучевой доступ при чрескожных коронарных вмешательствах у пациентов с острым коронарным синдромом

На сегодняшний день ДЛД практически не применяется при ЧКВ по поводу ОКС, особенно при наличии кардиогенного шока (в обзоре Cai G. и соавторов 6,0% пациентов были с ОКС) [74]. При остром инфаркте миокарда с подъемом сегмента ST решающее значение играет временной промежуток; быстрая пункция и время «дверь – баллон» имеют определяющее значение. Среднее время налаживания ДЛД, по данным Soydan E., составило 1,2 мин, при этом больше 1/3 пациентов было с ОКС [16]. В исследовании, проведенном Flores E. и соавторами, время «дверь – баллон» у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST при использовании ДЛД составило 46 минут, что оказалось в пределах рекомендуемых 90 мин [75]. В обзоре Cai G. ЧКВ, выполненные в когорте пациентов с ДЛД, были технически успешными [74].

1.14. Частота конверсий при выполнении дистального лучевого доступа

Наряду со всеми вышеуказанными преимуществами, рядом исследователей [76, 77] отмечена сравнительно высокая частота конверсий (около 10%), характерная для ДЛД. Ранее Saito S. использовал УЗИ для изучения диаметра артерии у 250 пациентов, проходящих ЧКВ «классическим» ТРД. Авторами была описана связь диаметра лучевой артерии (и ее соотношения к диаметру использованного интродьюсера) с вероятностью развития выраженного спазма и частотой конверсии доступа [49]. Так, частота выраженного спазма была 13% в группе с соотношением «диаметр артерии / диаметр интродьюсера» менее 1 и только 4% у пациентов с аналогичным показателем ≥ 1 ($p = 0,01$). Эта зависимость была позднее подтверждена в серии аналогичных работ [78, 79]. Исследователи отметили статистически достоверные различия в диаметре лучевой артерии предплечья и дистальных отделов ($0,2 \text{ мм} \pm 0,16 \text{ мм}$) во всех возрастных группах. Этот факт подтверждает повышенную подверженность спазму дистальных сегментов лучевой артерии.

1.15. Дорсопальмарный (модифицированный дистальный) лучевой доступ

Накопление опыта позволило Каледину А. [18] и соавторам оптимизировать ДЛД (в области так называемой анатомической табакерки) и сместить точку пункции артерии на тыльную поверхность кисти непосредственно дистальнее сухожилия длинного разгибателя большого пальца над второй пястной костью. Таким образом, травма в виде пункции наносится дистальнее места отхождения от лучевой артерии ее поверхностной ветви (*ramus superficialis*) к поверхностной ладонной дуге (рисунки 3, 4).

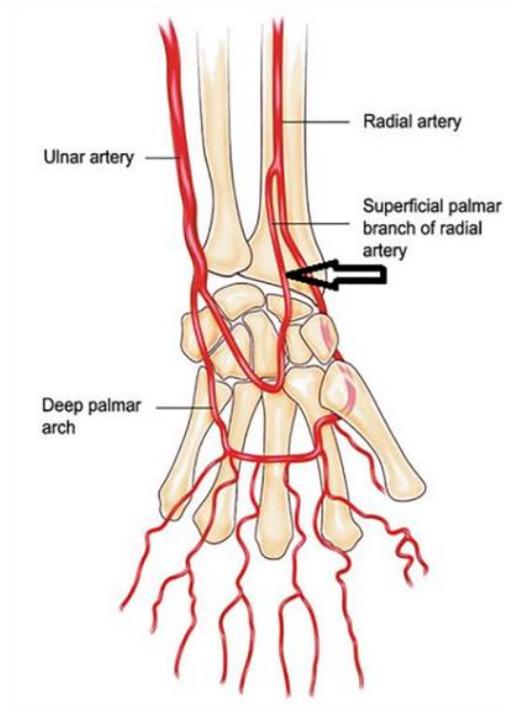


Рисунок 3 – Поверхностная ладонная дуга лучевой артерии указана стрелкой на схеме (источник: Ischemic Heart Disease Surgical Management. Eds. Brian Buxton, O.H. Frazier, Stephen Westaby, 1999)



Рисунок 4 – Поверхностная ладонная дуга лучевой артерии на ретроградной артериографии

Даже при наложении окклюзирующей гемостатической повязки кровотока по артерии не прекращается, что является залогом для сохранения проходимости артерии в отдаленном периоде. Кроме того, место дистальной пункции лучевой артерии находится над костно-сухожильным ложем, что обеспечивает надежный компрессионный гемостаз. Эту модификацию ДЛД авторы назвали модифицированным дистальным доступом, или ДпЛД (рисунки 5, 6).



Рисунок 5 – Модифицированный дистальный лучевой доступ (ДпЛД), интродьюсер 6 Fr, установленный в лучевую артерию на дорсальной поверхности ладони

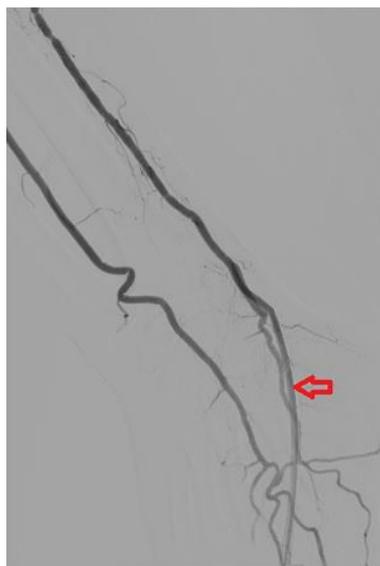


Рисунок 6 – Модифицированный дистальный лучевой доступ (ДпЛД): контрольная ангиография доступа (стрелкой указана область пункции лучевой артерии)

В последующих работах по изучению ДпЛД выяснилось, что при отсутствии достоверных различий в показателях дозы рентгенконтрастного вещества, продолжительности процедуры и лучевой нагрузки ДпЛД характеризовался полным отсутствием случаев ОЛА [12, 18]. Данный факт делает эту разновидность ДЛД предпочтительной при выполнении ЧКВ у больных с ОКС [80, 81], учитывая специфику данной категории пациентов (высокая – более 50% – доля больных с многососудистым поражением коронарных артерий [10] и, как следствие, большая потребность в повторной поэтапной эндоваскулярной реваскуляризации или выполнения аортокоронарного шунтирования, где лучевая артерия может быть использована в качестве кондуита) [9].

Техника дорсопальмарной катетеризации схожа с традиционной пункцией лучевой артерии.

1.16. Техника дорсопальмарной катетеризации

После пальпации лучевой артерии в промежутке между 1 и 2 пястными костями выполняется её пункция. При традиционном ТРД предплечье пациента занимает неестественное положение, в то время как при ДпЛД кисть, направленная тылом в сторону оператора, обеспечивает физиологическую поддержку всей верхней конечности. На уровне тыла кисти артерия имеет очень поверхностный ход и, как правило, хорошо доступна пальпации. Применение УЗИ позволяет оценить диаметр и траекторию лучевой артерии в данной анатомической области. После подкожного введения 1–2 мл 0,5% раствора новокаина артерия пунктируется при помощи иглы 21G под углом 30–45 градусов. Пункция в дистальном отделе артерии по технике «через две стенки» не рекомендуется в связи с риском травм костей запястья, что в ряде случаев может стать причиной сильных болевых ощущений, а также специфических осложнений (асептический некроз ладьевидной кости) [13]. Учитывая что кожа на тыле кисти толще и жестче, некоторые операторы предпочитают делать небольшой надрез

в точке будущей пункции для профилактики травм мягких тканей кисти интродьюсером [13]. Гемостаз на уровне тыла кисти достигается путем эластической компрессии в промежутке между 1 и 2 пястными костями [66].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Структура исследования

Тип исследования: рандомизированное, динамическое, одноцентровое, проспективное исследование в двух параллельных группах на основе разработанного протокола.

2.1.1. Схема исследования

1. Поступление в клинику.
2. Отбор пациентов, согласно критериям включения в исследование (осмотр, пальпация, ультразвуковое исследование в точках сосудистого доступа).
3. Рандомизация.
4. Проведение процедуры ЧКВ.
5. Наблюдение и дообследование пациентов в условиях стационара.
6. Осмотр и анкетирование пациента, снятие повязки, местный осмотр в точке доступа.
7. Общий осмотр, осмотр, пальпация и УЗИ в точке доступа на 5–7 сутки после ЧКВ.
8. Статистическая обработка полученных данных.

2.1.2. Критерии включения пациентов в исследование

В исследование включаются все пациенты с диагнозом ОКС, которым проведено первичное ЧКВ на синдром-ответственной артерии. Решение о проведении эндоваскулярной процедуры принимается на основе консенсуса между хирургом, кардиологом и эндоваскулярным хирургом.

Для включения в исследование пациент не должен иметь противопоказаний (клинические и ангиографические) для лучевого доступа, как и пункций одной из двух точек (традиционной или дистальной) лучевой артерии.

Критерии включения пациентов в исследование:

- острый коронарный синдром (ОКС);
- пациенты без ранее выполненных эндоваскулярных процедур через правую лучевую артерию;
- уверенная пульсация правой лучевой артерии в области предплечья, анатомической табакерки и на дорсальной поверхности кисти, определяемая пальпаторно;
- диаметр артерии в точках доступа $\geq 1,5$ мм (на основании измерений предварительного УЗИ).

Критерии исключения:

- аортокоронарное шунтирование в анамнезе;
- отек легких и кардиогенный шок (Killip класс III–IV);
- рост более 190 см;
- диаметр артерии в точках доступа менее 1,5 мм (на основании измерений предварительного УЗИ);
- эндоваскулярная процедура через правую лучевую артерию в анамнезе;
- лучевая артерия – единственная функционирующая артерия кисти, независимо от диаметра;
- 3 неуспешные попытки пункции и (или) общая продолжительность попыток пункции более 3 минут;
- недостижение целевого значения активированного частичного тромбопластинового времени на момент снятия повязки.

2.1.3. Информированное согласие пациента

Все пациенты подписывали информированное согласие после предварительного разъяснения сути вмешательства, возможных результатов и осложнений.

2.1.4. Критерии оценки результатов (конечные точки) исследования

Первичная конечная точка исследования – ОЛА на 5–7 сутки после вмешательства, подтвержденная УЗИ.

Вторичные конечные точки исследования:

- Параметры пункции лучевой артерии (время и количество попыток пункции).
- Параметры процедуры ЧКВ (общее время процедуры, время рентгеноскопии, объем рентгеноконтрастного вещества, израсходованного в ходе процедуры).
- Конверсия доступа.
- Комфорт гемостатической повязки, наложенной после процедуры.
- Гематома 3–4 степени по шкале EASY.
- Другие осложнения со стороны сосудистого доступа (псевдоаневризмы, артериовенозные фистулы).

2.2. Материалы исследования

Критериям включения в исследование соответствовало 200 пациентов, поступивших в период с июня 2018 по ноябрь 2020 г. в сосудистый центр на базе ГБУЗ МО «Мытищинская городская клиническая больница» с диагнозом ОКС.

Пациенты рандомизированы в 2 параллельные группы по 100 человек исходя из типа лучевого доступа (ТРД и ДпЛД). Пациентов распределяли методом

простой рандомизации по таблице случайных чисел в соотношении 1:1 в две группы в зависимости от типа лучевого доступа: ТРД ($n = 100$) и ДпЛД ($n = 100$).

После сбора анамнеза, пальпации, проведения УЗИ, измерения артериального давления на обеих верхних конечностях, под местной инфильтративной анестезией (2 мл 2% раствора лидокаина), выполнялась пункция лучевой артерии. ТРД был выполнен в пределах дистальной трети предплечья у 100 больных (50%), ДпЛД – на дорсальной поверхности ладони у 100 больных (50%).

Опыт оператора, принимавшего участие в исследовании, составлял более 100 пункций лучевой артерии как в дистальных отделах, так и на уровне предплечья. Три неуспешные попытки пункции рассматривались как показание к конверсии доступа. Перед процедурой выполнялась диагностическая ангиография артерии доступа (лучевой артерии и артерий предплечья). Время и количество попыток пункции, время процедуры и рентгеноскопии, объём рентгеноконтрастного вещества, израсходованный в ходе процедуры ЧКВ, регистрировались согласно операционному протоколу.

Время пункции исчислялось от момента касания иглы кожи до устойчивого проведения проводника и удаления пункционной иглы.

Время процедуры исчислялось от момента начала пункции до удаления интродьюсера.

Время рентгеноскопии регистрировалось ангиографическим комплексом и вносилось в протокол ЧКВ.

В исследовании использовались гидрофильные интродьюсеры (длиной 11 см), диагностические и направляющие катетеры диаметром 6 F. Финальная диагностическая ангиография артерии доступа выполнялась перед удалением интродьюсера.

После удаления интродьюсера осуществлялся гемостаз с наложением давящей марлевой повязки на срок 6 часов. Снятие повязки происходило после получения результатов активированного частичного тромбопластинового времени, данное исследование проводилось по истечении 5 часов после процедуры ЧКВ. В случае несоответствия показателя активированного частичного тромбопластинового

времени целевому значению (25–39 секунд) к моменту снятия повязки, принималось решение об оставлении повязки и исключении пациента из исследования.

Комфорт процедуры гемостаза для пациента определялся по 10-балльной вербально-описательной шкале оценки боли Gaston – Johansson.

Всем больным в госпитальный период назначались лекарственные препараты согласно национальным клиническим рекомендациям по ведению пациентов с ОКС. Всех пациентов наблюдали кардиолог и врач рентгенохирургических методов диагностики и лечения.

Перед вмешательством и на 5–7 сутки после ЧКВ всем больным выполнялись осмотр, пальпация и УЗИ (аппаратом Sonoscape S 2; Sonoscape medical corporation, КНР) артерии доступа, при котором оценивалась функция лучевой артерии, ее диаметр на уровне предплечья и дорсальной поверхности ладони, регистрировались другие осложнения в точках доступа (псевдоаневризма лучевой артерии). ОЛА определялась как отсутствие антеградного кровотока при проведении УЗИ в сосудистом режиме.

В случае развития гематомы в области доступа оценка ее объема выполнялась по шкале EASY (Early Discharge After Transradial Stenting of Coronary Arteries Study hematoma grading).

2.3. Методы исследования

2.3.1. Сбор анамнеза

Путем анализа записи первичного осмотра кардиолога получены сведения об антропометрических характеристиках (рост, масса тела, индекс массы тела), наличие сахарного диабета и артериальной гипертензии.

2.3.2. Ультразвуковое исследование лучевой артерии

Перед ЧКВ рутинно выполнялось УЗИ артерий предплечья, при котором оценивался кровоток и диаметр лучевой артерии на уровне предплечья и дорсальной поверхности ладони (рисунки 7, 8).

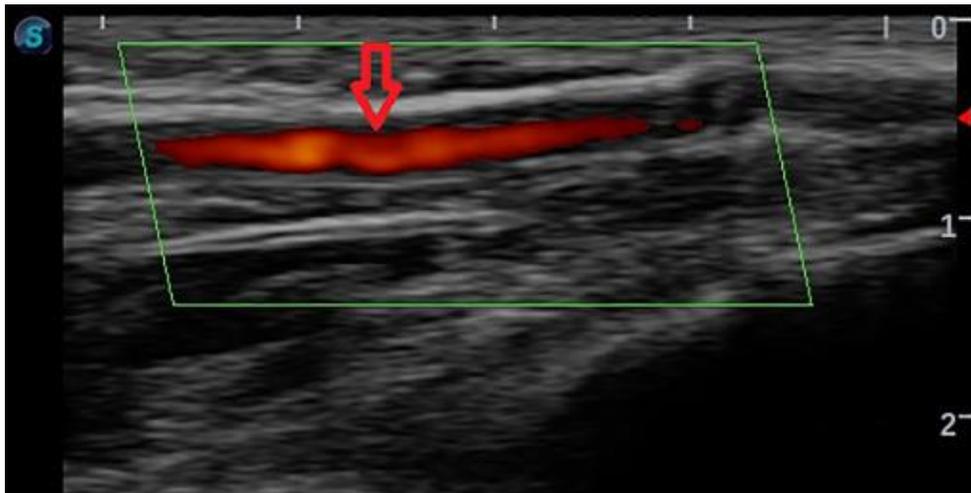


Рисунок 7 – УЗИ лучевой артерии предплечья

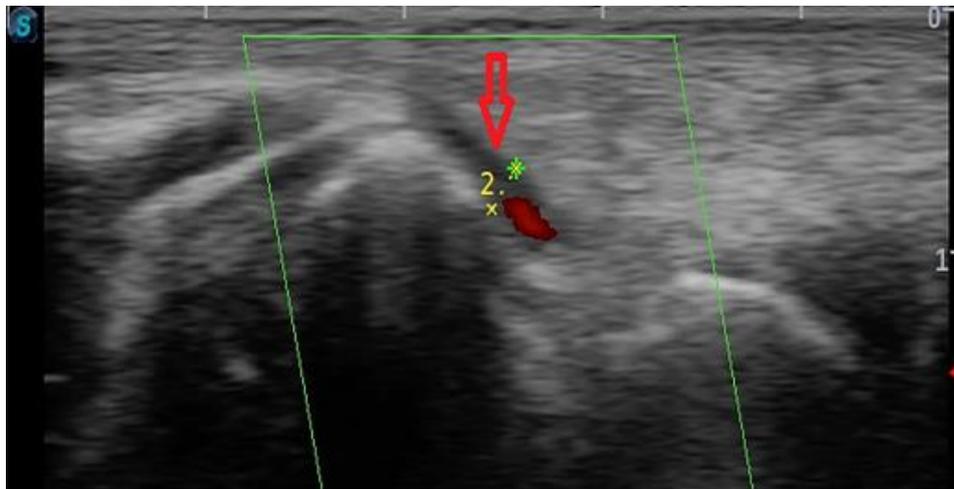


Рисунок 8 – УЗИ лучевой артерии на дорсальной поверхности ладони

На 5–7 сутки выполнялась повторная оценка кровотока в лучевой артерии в точках ТРД и ДпЛД, регистрировались другие осложнения в точках доступа (псевдоаневризма лучевой артерии). ОЛА определялась как отсутствие антеградного кровотока при проведении УЗИ в сосудистом режиме (рисунок 9).

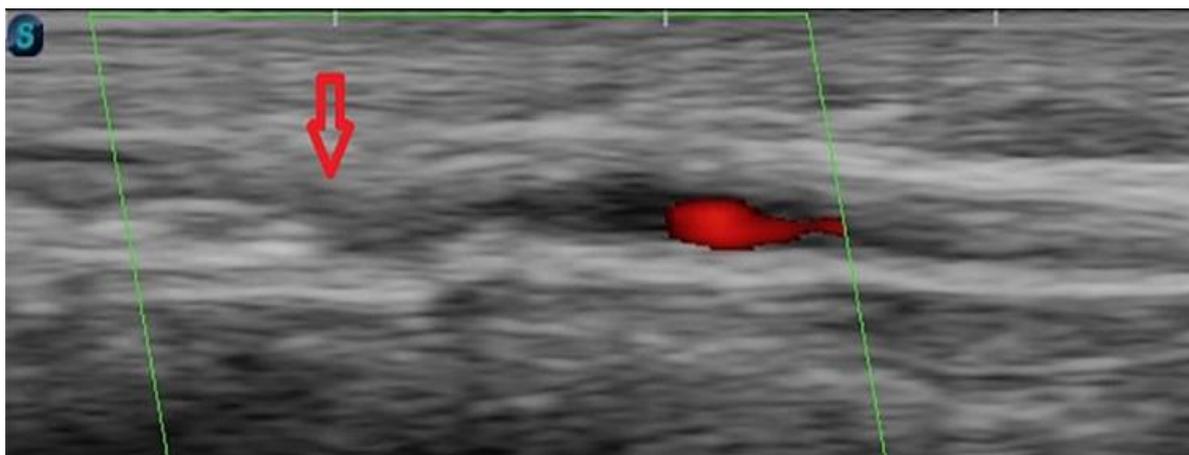


Рисунок 9 – ОЛА на уровне предплечья, по данным выполненного на 5-е сутки УЗИ артерии доступа (указана красной стрелкой)

2.3.3. Методика катетеризации лучевой артерии

Катетеризацию лучевой артерии осуществляли по стандартной методике Сельдингера (S. Seldinger) [82] под местной анестезией, которую выполняли 2% раствором лидокаина. Предварительно место пункции двукратно обрабатывали спиртовым раствором повидон-йода и спиртовым раствором хлоргексидина. Пункцию артерии при ТРД проводили на расстоянии 3–4 см выше уровня шиловидного отростка лучевой кости, при ДплД – в виртуальном треугольнике, образованном I и II пястными костями. В случае пункции обеих стенок артерии иглу вводили, медленно подтягивая за поршень шприца, – до поступления в шприц крови. В случае пункции одной стенки в пункционную иглу сразу вводили пружинный проводник диаметром 0,46 мм на длину 30 см. Затем, удерживая проводник, удаляли иглу. Следующим этапом по проводнику заводили гидрофильный интродьюсер с бужом дилататором, далее удаляли расширитель и проводник. В работе использовались радиальные интродьюсеры (6 Fr) длиной 11 см. Внутриартериально вводился нефракционированный гепарин в дозе 120 МЕ/кг и 200 мкг раствора изосорбида динитрата (препарат Изокет).

2.3.4. Методика сопровождения диагностических и лечебных процедур

Диагностическую коронароангиографию проводили по методике Джадкинса (M. Judkins) [83] с использованием ангиографических комплексов «Allura Xper FD», «Azurion» (Philips, Нидерланды). Осуществлялся ТРД или ДпЛД по Сельдингеру. Для профилактики тромбозов использовали гепарина сульфат, препарат вводили внутриаартериально в дозе 5000 ЕД. Применяли диагностические гидрофильные коронарные катетеры диаметром 6 F.

Перед проведением ЧКВ пациенты получали двойную антиагрегантную терапию, что соответствует национальным клиническим рекомендациям по ведению пациентов с ОКС [3, 4]. Фармакологическая поддержка ЧКВ осуществлялась с помощью антикоагулянта – в начале процедуры раствор гепарина вводили внутриаартериально струйно из расчета 100 ЕД на 1 кг массы тела пациента. С целью поддержания активированного времени свертывания крови 250–350 с гепарин во время ЧКВ могли вводить повторно. После проведения ЧКВ больные переводились в блок реанимации и интенсивной терапии, сроки пребывания в котором зависели от тяжести основного заболевания и наличия осложнений.

2.3.5. Методика гемостаза

Интродьюсер из лучевой артерии удалялся непосредственно после завершения процедуры ЧКВ. Гемостатическая повязка накладывалась сразу после удаления интродьюсера. У пациентов обеих групп применялось наложение давящей марлевой повязки на 6 часов. Поскольку на момент проведения исследования отсутствовали специализированные приспособления для гемостаза при дистальной пункции лучевой артерии, независимо от типа выбранного доступа (ТРД или ДпЛД), применялась давящая марлевая повязка (в случае ДпЛД дизайн

повязки определялся оператором). По истечении 6 часов повязка снималась и накладывалась асептическая наклейка.

2.3.6. Методика оценки степени комфорта компрессионной повязки

Проводилась по 10-балльной вербально-описательной шкале оценки боли Gaston – Johansson. Оценка проводилась путем устного анкетирования у постели больного в первые 6 часов после ЧКВ (таблица 1).

Таблица 1 – Вербально-описательная шкала оценки боли Gaston – Johansson

Баллы	Показатель
0	нет боли
2	слабая боль
4	умеренная боль
6	сильная боль
8	очень сильная боль
10	нестерпимая боль

Если пациент испытывал боль, которую нельзя было описать предложенными характеристиками, например, между умеренной (4 балла) и сильной болью (6 баллов), боль оценивалась нечетным числом, которое находилось между этими значениями (5 баллов).

2.3.7. Методика оценки геморрагических осложнений в области доступа

При удалении давящей повязки оценивалась величина гематомы места пункции по шкале EASY (Early Discharge After Transradial Stenting of Coronary Arteries Study hematoma grading) (см. рисунок 2, таблица 2).

Таблица 2 – Шкала гематом предплечья EASY (Early Discharge After Transradial Stenting of Coronary Arteries Study hematoma grading)

Степень гематомы	Размер гематомы
1	< 5 см от места пункции
2	5–10 см от места пункции
3	> 10 см от места пункции (дистальнее локтевого сустава)
4	Проксимальнее локтевого сустава
5	Компартмент-синдром

Гематомы 1–2 степени не требовали никаких дополнительных методов лечения. При гематомах 3–4 степени накладывался пузырь со льдом и за повязкой наблюдали каждые 30 минут, отмечая увеличение гематомы. Для 5 степени предполагалась хирургическая декомпрессия.

2.4. Статистический анализ

Статистический анализ полученных данных выполнялся с помощью программ Microsoft Excel 2010 и интернет-портала Medstatistic.ru. Количественные данные представлены в виде средних и стандартных отклонений ($M \pm \sigma$) или в виде медиан и квартилей. Так как распределение части количественных переменных отличалось от нормального, для сравнения количественных данных в двух группах использовался U-критерий Манна – Уитни. Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона; в тех случаях когда число ожидаемых наблюдений в любой из ячеек четырехпольной таблицы было менее 5, для оценки уровня значимости различий использовался точный критерий Фишера. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Сравнительный анализ клинико-anamнестических характеристик пациентов групп трансрадиального доступа и дорсопальмарного (модифицированного дистального) лучевого доступа

Клинико-anamнестические характеристики пациентов, вошедших в исследование, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Клинико-anamнестические характеристики пациентов

Параметр	Всего (n = 200)
Возраст, лет	62,4 ± 12,0
Мужской пол, n (%)	151 (75,5%)
Острый инфаркт миокарда с подъёмом ST, n (%)	126 (63%)
Острый инфаркт миокарда без подъёма ST, n (%)	40 (20%)
Нестабильная стенокардия, n (%)	34 (17%)
Артериальная гипертензия, n (%)	133 (66,5%)
Сахарный диабет, n (%)	21 (10,5%)
Индекс массы тела	28,46 ± 3,84
Рост	171,8 ± 7,86
Масса тела	84,19 ± 13

Анализ таблицы 3 показывает, что средний возраст пациентов составил 62,4 ± 12,0 лет. Пациенты мужского пола составляли 3/4 всех пациентов. Диагноз острого инфаркта миокарда с подъёмом сегмента ST был выставлен более чем у половины всех пациентов. Артериальная гипертензия была выявлена более чем

у 2/3 исследуемых. В таблице 4 приведены характеристики пациентов групп ТРД и ДпЛД.

Таблица 4 – Клинико-anamнестические характеристики пациентов групп ТРД и ДпЛД

Параметр	ТРД (n = 100)	ДпЛД (n = 100)	р
Возраст, лет	63,62 ± 12,6	61,3 ± 11,4	0,12
Мужской пол, n (%)	66 (66%)	85 (85%)	< 0,01
Острый инфаркт миокарда с подъёмом ST, n (%)	64 (64%)	62 (62%)	> 0,05
Острый инфаркт миокарда без подъёма ST, n (%)	21 (21%)	19 (19%)	> 0,05
Нестабильная стенокардия, n (%)	15 (15%)	19 (19%)	> 0,05
Артериальная гипертензия, n (%)	78 (78%)	55 (55%)	< 0,01
Сахарный диабет, n (%)	9 (9%)	12 (12%)	> 0,05
Индекс массы тела	28,37 ± 3,85	28,55 ± 3,85	0,86
Рост	170,2 ± 7,89	173,5 ± 7,31	0,003
Масса тела	82,3 ± 13	86 ± 13,4	0,08

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что исходные клинико-anamнестические характеристики пациентов групп ДпЛД и ТРД были сопоставимы. Однако в группе ДпЛД было больше мужчин (66 (66%) в группе ТРД и 85 (85%) в группе ДпЛД ($p = 0,002$), а в группе ТРД отмечена более высокая частота артериальной гипертензии (78 (78%) в группе ТРД и 55 (55%) в группе ДпЛД ($p < 0,001$), что наглядно продемонстрировано на рисунке 10. Диагноз острого инфаркта миокарда с подъёмом сегмента ST установлен более чем у половины всех пациентов (64 (64%) в группе ТРД и 62 (62%) в группе ДпЛД ($p = 0,770$).

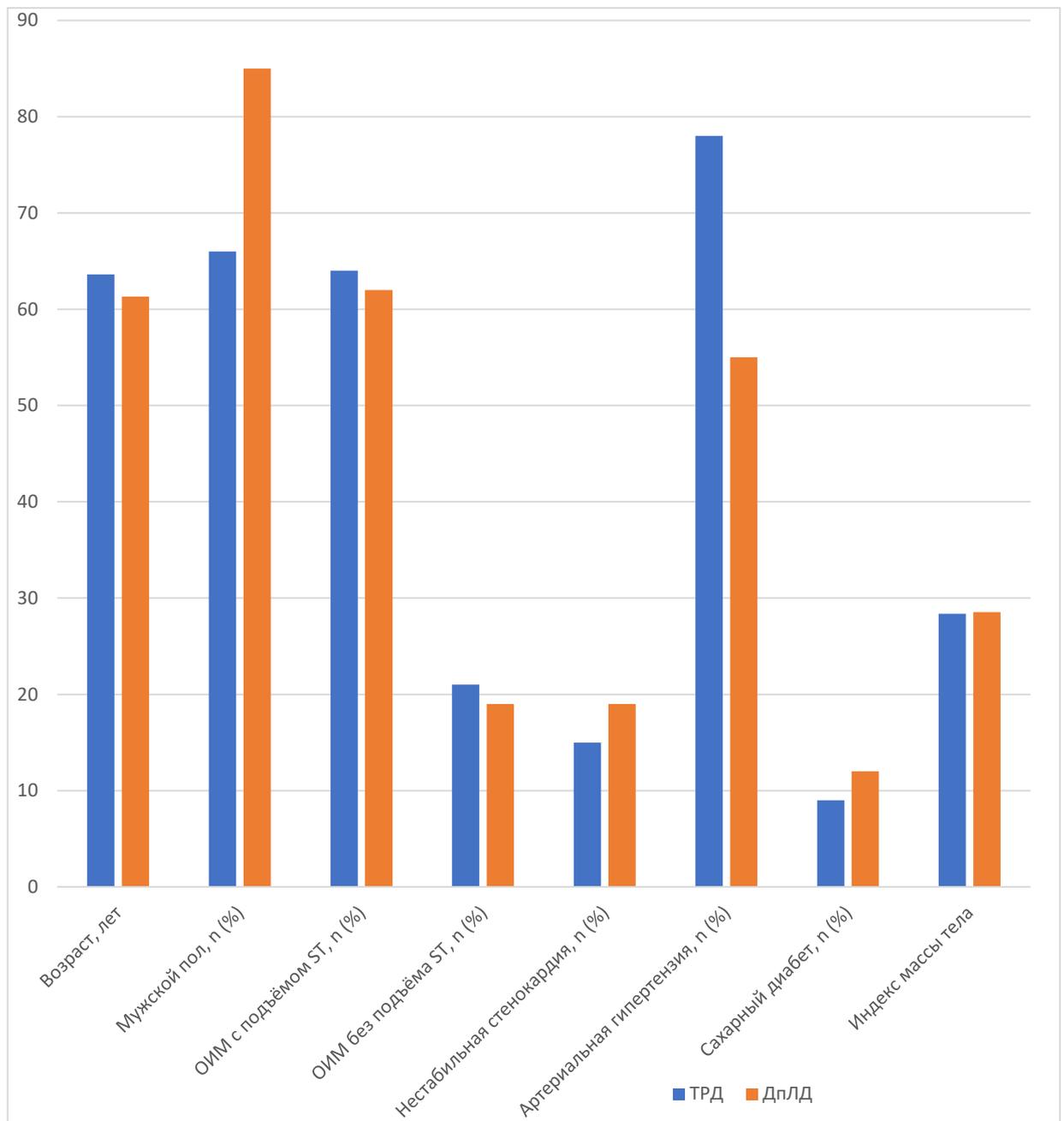


Рисунок 10 – Исходные клиничко-анамнестические характеристики пациентов групп ТРД и ДпЛД

3.2. Сравнительный анализ перипроцедурных параметров чрескожного коронарного вмешательства у пациентов групп трансрадиального доступа и дорсопальмарного (модифицированного дистального) лучевого доступа

Периоперационные характеристики пациентов групп ДпЛД и ТРД представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики и результаты выполненных процедур

Параметр	ТРД	ДпЛД	р
Конверсия доступа	1 (1%)	5 (5%)	> 0,05
Количество попыток пункции, абс.	1 (1; 3)	1 (1; 3)	0,795
Время пункции, с	24 (10; 90)	29 (10; 180)	0,159
Время процедуры, мин	37 (15; 80)	40 (20; 80)	0,524
Время флюороскопии, мин	9 (3; 23)	9 (3; 26)	0,112
Объем рентгеноконтрастного вещества, мл	195 (150; 400)	214 (150; 350)	0,005
Комфорт от гемостаза, баллы	6,4 (4; 10)	1,7 (0; 6)	< 0,001

Примечание: показатели времени и количества попыток пункции, времени процедуры и рентгеноскопии, объёма рентгеноконтрастного вещества у пациентов с конверсией доступа в данной таблице не учитывались

Как видно из таблицы 5, статистически значимых различий в показателях количества попыток, продолжительности пункции лучевой артерии, времени процедуры, флюороскопии, конверсии у пациентов групп ТРД и ДпЛД выявлено не было. У пациентов группы ДпЛД отмечено относительное увеличение частоты конверсии доступа на этапе пункции – заведения проводника (1 пациента (1%) из группы ТРД против 5 пациентов (5%) из группы ДпЛД, $p > 0,05$). Во всех 6 случаях конверсия была обусловлена стойким спазмом на этапе пункции или

заведения проводника. У всех 5 (5%) пациентов группы ДпЛД был налажен радиальный доступ через лучевую артерию предплечья ипсилатеральной верхней конечности. У 1 пациента (1%) из группы ТРД для конверсии использовалась лучевая артерия предплечья контралатеральной руки. Случаев конверсии на феморальный доступ отмечено не было.

Количество попыток и средняя продолжительность пункции лучевой артерии оказались сопоставимыми в обеих группах. Случаев развития вазоспазма в процессе процедуры, что потребовало бы повторного введения спазмолитиков или отказа от доступа, не отмечалось.

Контрольная ангиография лучевой артерии, выполненная после вмешательства, не выявила случаев перфорации и значимых диссекций.

У 5 пациентов (1 (1%) из группы ТРД и 4 (4%) из группы ДпЛД) отмечалась аномалия развития: высокое отхождение лучевой артерии (рисунок 11), не оказавшая существенного влияния на общую продолжительность процедуры, однако потребовавшая дополнительного введения рентгеноконтрастного вещества для ее верификации, что отразилось на общем показателе его расхода (195 мл (150; 400) в группе ТРД и 214 мл (150; 350) в группе ДпЛД ($p = 0,005$)).



Рисунок 11 – Высокоотходящая лучевая артерия, берущая начало от подмышечной артерии (уровень отхождения указан красной стрелкой)

Оценка субъективного комфорта процедуры гемостаза, проведенной по 10-балльной вербальной описательной шкале оценки боли Gaston – Johansson, выявила достоверное преимущество ДплД перед ТРД (6,4 (4; 10) в группе ТРД и 1,7 (0; 6) в группе ДплД ($p < 0,001$).

3.3. Сравнительный анализ частоты различных осложнений со стороны доступа в группах трансрадиального доступа и дорсопальмарного (модифицированного дистального) лучевого доступа

Частота развития осложнений, связанных с артериальным доступом, представлена в таблице 6:

Таблица 6 – Осложнения со стороны артериального доступа в послеоперационном периоде, абс. (%)

Осложнение	ТРД	ДплД	p
Гематома (EASY 3)	15 (15%)	3 (3%)	< 0,01
Гематома (EASY 4)	4 (4%)	–	–
Псевдоаневризма лучевой артерии	3 (3%)	–	–
ОЛА предплечья	3 (3%)	–	–
ОЛА дистальная	–	3 (3%)	–

Примечание: осложнения в точке доступа у пациентов с конверсией не учитывались

Данные таблицы 6 указывают на то, что частота гематом 3 степени по шкале EASY достоверно выше в группе ТРД, отмечено пятикратное превышение данного показателя по сравнению с группой ДплД (15 пациентов (15%) в группе ТРД против 3 пациентов (3%) в группе ДплД ($p = 0,004$). Гематом 4 степени по шкале EASY в группе ДплД выявлено не было. Все 4 (4%) случая гематом

4 степени по шкале EASY были зарегистрированы в группе ТРД (рисунок 12). Гематомы 5 степени по шкале EASY не регистрировались ни в одной из групп.

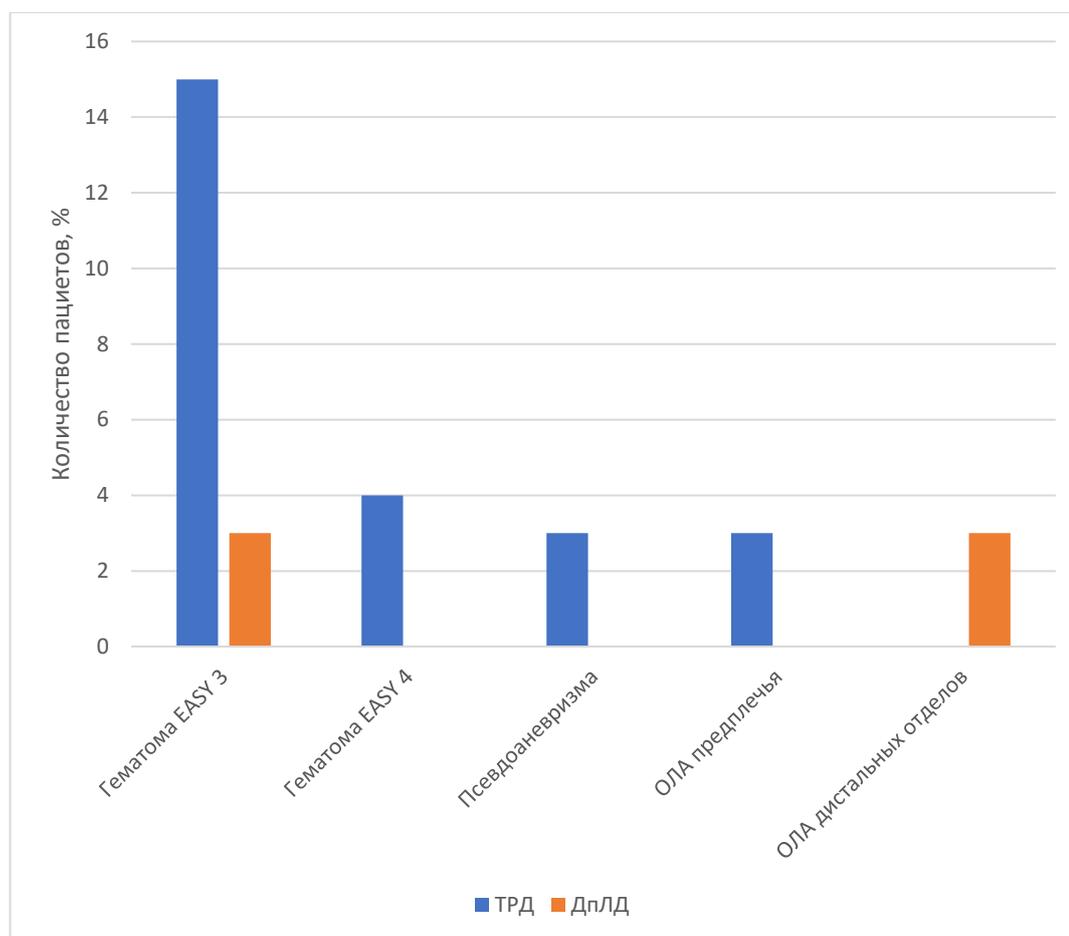


Рисунок 12 – Осложнения со стороны артериального доступа в послеоперационном периоде

На 5–7 сутки после ЧКВ всем пациентам был проведен осмотр, пальпация и УЗИ артерии доступа (на уровне предплечья и ладони). Псевдоаневризма лучевой артерии отмечалась у 3 (3%) пациентов из группы ТРД, в группе ДпЛД данное осложнение выявлено не было. Случаев развития артериовенозных фистул в зоне доступа отмечено не было ни в одной из групп. ОЛА предплечья выявлена у 3 (3%) пациентов группы ТРД. В группе ДпЛД случаев ОЛА предплечья не фиксировали. ОЛА дистальных отделов с сохранением кровотока в лучевой артерии предплечья («дистальная» ОЛА) отмечалась в группе ДпЛД (рисунок 13). Кровоток в лучевой артерии на уровне предплечья при этом был сохранен.

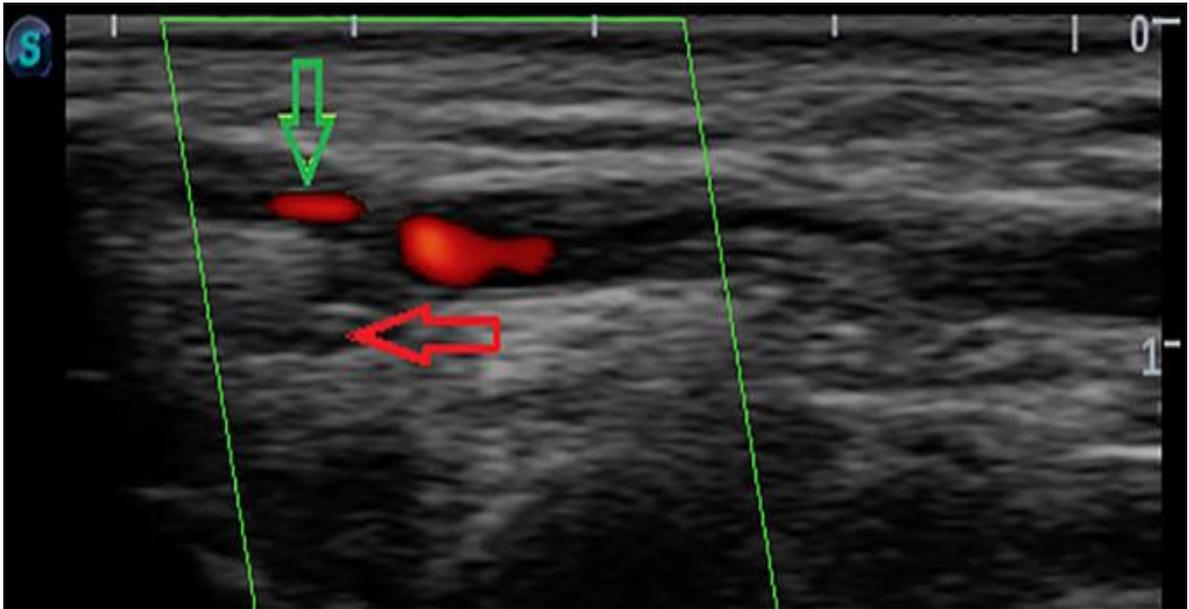


Рисунок 13 – Окклюзия дистальных отделов лучевой артерии по данным выполненной на 5-е сутки УЗИ артерии доступа (указана красной стрелкой), кровоток в поверхностной ладонной ветви лучевой артерии (указана зеленой стрелкой) сохранён

Случаев развития «дистальной» ОЛА у пациентов группы ТРД выявлено не было. Учитывая малый объем наблюдений, предикторы ОЛА, гематом и псевдоаневризм выявить не удалось. При этом все 3 случая (100%) ОЛА предплечья и 2 случая (66,6%) «дистальной» ОЛА были отмечены у пациентов женского пола.

Следует отметить, что ни в одном из 6 случаев конверсии доступа (5 (5%) случаев в группе ДплД и 1 (1%) случай в группе ТРД)) не было выявлено ОЛА предплечья и дистальных ОЛА «больших» гематом (3–5 степени по шкале EASY) и артериовенозных фистул.

3.4. Сравнительные результаты ультразвукового исследования лучевой артерии, проведенного на госпитальном этапе лечения

Помимо оценки состояния лучевой артерии, у всех пациентов, включая пациентов с конверсией ТРД и ДплД, оценивался её диаметр на уровне предплечья и дорсальной поверхности ладони по данным УЗИ (таблица 7).

Таблица 7 – Диаметр лучевой артерии на уровне предплечья и дорсальной поверхности ладони по данным УЗИ, мм

Анатомическая область	Диаметр лучевой артерии			
	ТРД (n = 99)	Конверсия ТРД (n = 1)	ДпЛД (n = 95)	Конверсия ДпЛД (n = 5)
Предплечье	2,75 ± 0,32	2	2,84 ± 0,38	1,93 ± 0,36
Ладонь	2,38 ± 0,36	1,6	2,45 ± 0,36	1,7 ± 0,20
P	< 0,001	–	< 0,001	< 0,001

Примечание: p – критерий Манна – Уитни

У пациентов с конверсией доступа, диаметр лучевой артерии на обоих уровнях был ниже средних значений (рисунок 14, 15), но из-за малого количества наблюдений (1 (1%) пациент из группы ТРД и 5 (5%) пациентов из группы ДпЛД) статистически значимых различий выявить не удалось.

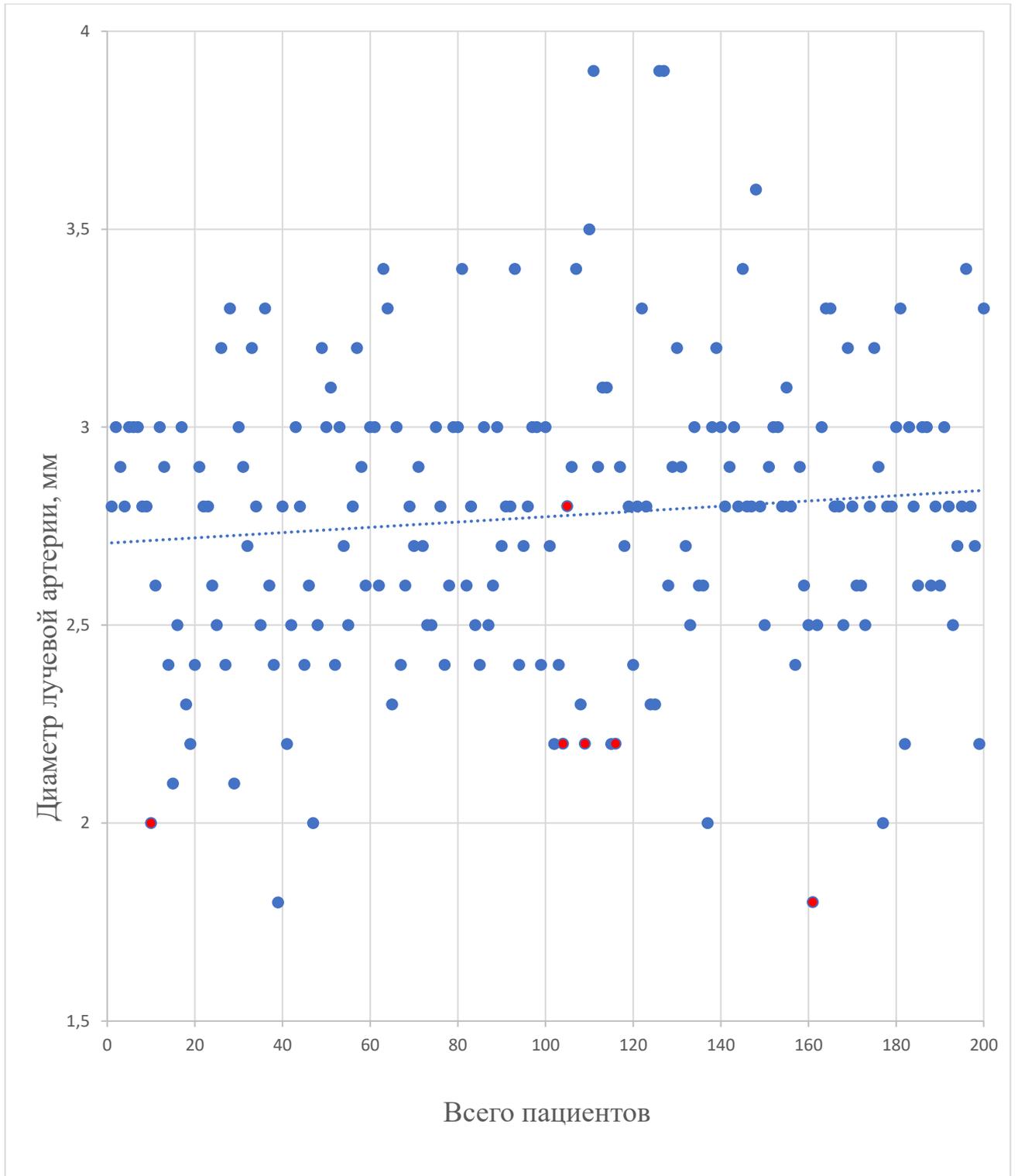


Рисунок 14 – Диаметр лучевой артерии предплечья по данным УЗИ, выполненного на 5–7 сутки после ЧКВ. Диаметр лучевой артерии пациентов с конверсией доступа указан красными точками

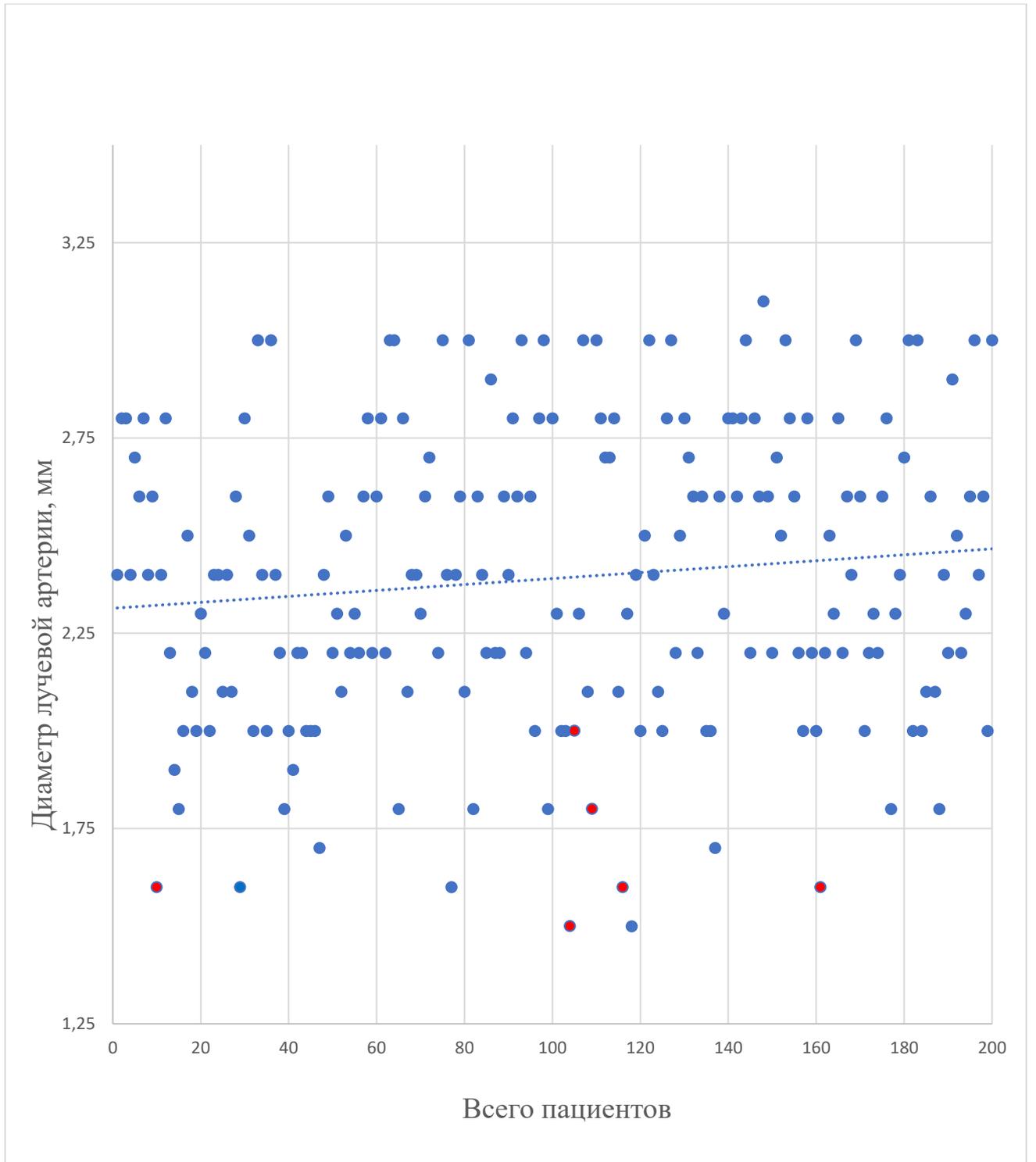


Рисунок 15 – Диаметр лучевой артерии тыла кисти по данным УЗИ, выполненного на 5–7 сутки после ЧКВ. Диаметр лучевой артерии у пациентов с конверсией доступа указан красными точками

Вместе с тем установлено, что диаметр лучевой артерии на предплечье был достоверно выше диаметра на дорсальной поверхности ладони у пациентов в обеих группах, независимо от типа выбранного доступа ($2,75 \pm 0,32$ мм и $2,38 \pm 0,36$ мм в группе ТРД, $p < 0,001$; $2,84 \pm 0,38$ мм и $2,45 \pm 0,36$ мм в группе ДпЛД, $p < 0,001$).

Отдельно проанализирован диаметр лучевой артерии на уровне предплечья и дорсальной поверхности ладони у мужчин и женщин (таблица 8, рисунок 16).

Таблица 8 – Диаметр лучевой артерии на уровне предплечья и дорсальной поверхности ладони по данным УЗИ у пациентов мужского и женского пола, мм

Пол	Диаметр лучевой артерии предплечья	Диаметр лучевой артерии тыла кисти
Мужчины (n = 152)	$2,85 \pm 0,35$	$2,46 \pm 0,36$
Женщины (n = 48)	$2,55 \pm 0,32$	$2,17 \pm 0,36$
P	$< 0,001$	$< 0,001$

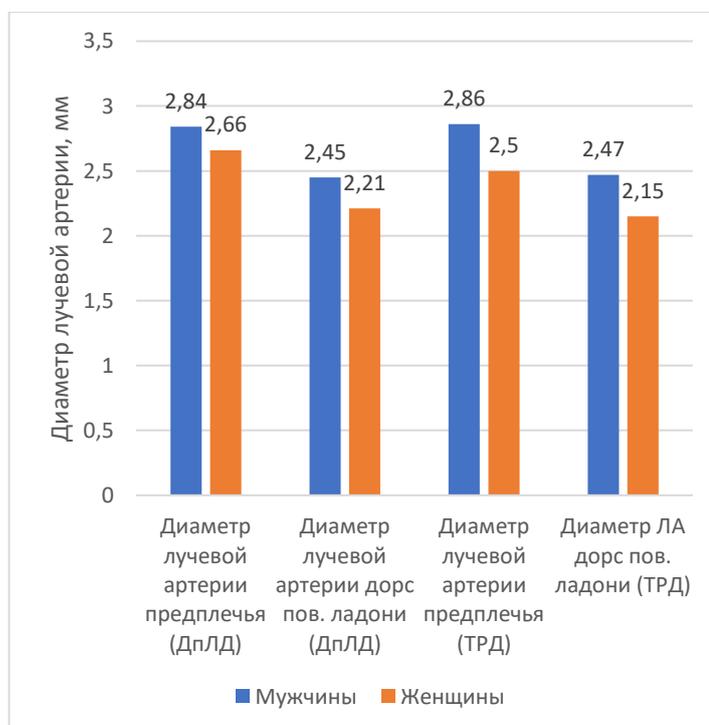


Рисунок 16 – Диаметр лучевой артерии тыла кисти по данным УЗИ, выполненного на 5–7 сутки после ЧКВ

Приведенные в таблице 8 и на рисунке 16 данные свидетельствуют о том, что значения диаметра лучевой артерии были достоверно меньше у пациентов женского пола ($2,85 \pm 0,35$ мм и $2,55 \pm 0,32$ мм на уровне предплечья, $p < 0,001$; $2,46 \pm 0,36$ мм и $2,17 \pm 0,36$ мм на дорсальной поверхности ладони, $p < 0,001$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнивая полученные нами данные пациентов групп ТРД и ДпЛД, можно с уверенностью сказать о сопоставимости результатов их использования при проведении первичных ЧКВ по поводу ОКС по таким процедурным показателям, как продолжительность налаживания доступа, число пункций, частота конверсий, продолжительность рентгеноскопии, продолжительность и успешность самой процедуры первичной ЧКВ. Это подтверждается рядом аналогичных отечественных и зарубежных исследований, посвященных применению дистальных видов лучевого доступа у пациентов со «стабильными» формами ИБС [5, 12, 18] и у пациентов с ОКС [80, 81].

Проведённая после ЧКВ контрольная ангиография доступа не выявила признаков угрожающих диссекций, перфораций лучевой артерии, что положительным образом характеризует ДпЛД и навыки операторов. Отмечено достоверное превосходство ДпЛД по показателю комфорта и субъективной переносимости гемостатической повязки в послеоперационном периоде. По данным УЗИ в послеоперационном периоде нами не выявлено случаев развития артериовенозных фистул.

Нами отмечено достоверное снижение числа «больших» гематом (3–4 степень по шкале EASY) у пациентов группы ДпЛД, что, вероятно, связано с анатомическими особенностями дорсальной поверхности ладони (ладонными фасциями, отграничивающими распространение гематомы на дистальные отделы предплечья).

По данным УЗИ, выполненного на 5–7 сутки после процедуры ЧКВ, при использовании ДпЛД нами не было выявлено случаев так называемых высоких ОЛА на уровне предплечья, что связано с сохранением кровотока в лучевой артерии предплечья. Сохранение остаточного антеградного кровотока (при давящей повязке, наложенной дистальнее запястья) по многочисленным

радиоульнарным анастомозам и кровотоку в поверхностной ладонной дуге препятствует восходящему тромбозу радиальной артерии – субстрату посткатетеризационной ОЛА. Вместе с этим можно предположить, что мягкие ткани в промежутке между I и II пястными костями способствуют обеспечению «деликатного» поверхностного или «неокклюзивного» прижатия артерии. Таким образом, создается механическое препятствие кровотоку из области пункции, с одной стороны, и сохраняется магистральный кровоток в артерии – с другой.

ОЛА предплечья была выявлена в 3% в группе ТРД, все 3 случая (100%) ОЛА отмечены у пациентов женского пола. У 3 (3%) пациентов выявлена ОЛА в дистальных отделах с полным сохранением кровотока в лучевой артерии предплечья. Два (66,6%) пациента с ОЛА предплечья и 3 (100%) пациентов с «дистальной» ОЛА были женского пола. Следует отметить, что на данный результат могло оказать влияние различие сравниваемых групп по половому признаку (66 (66%) мужчин в группе ТРД и 85 (85%) в группе ДпЛД ($p = 0,002$). В наших прошлых работах [81] и исследованиях зарубежных коллег [23, 24] была отмечена связь женского пола с вероятностью развития механических повреждений лучевой артерии во время пункции, катетеризации и гемостаза, опосредованно приводящих к ее окклюзии. Можно предположить, что это обусловлено тем, что диаметр радиальной артерии предплечья и дистальных отделов был значимо меньше у женщин [84, 85]. Окклюзия дистальных отделов лучевой артерии, по данным литературы, возникает в 5,2% случаев, несмотря на меры по предотвращению травм эндотелия (УЗ-ассоциированная пункция, использование инструмента 5 Fr, а также внутривенное введение гепарина, спазмолитических коктейлей (нитроглицерин, верапамил). Причины ОЛА дистальных отделов до сих пор остаются неясны. Дистальные отделы лучевой артерии, обеспечивая функционирование лучевой артерии предплечья в период гемостаза, становятся уязвимы для посткатетеризационной окклюзии [25].

Несмотря на преобладание конверсий среди пациентов группы ДпЛД (1 пациент (1%) из группы ТРД против 5 пациентов (5%) из группы ДпЛД), статистически значимого различия в частоте конверсий в нашем исследовании

выявлено не было ($p > 0,05$). Следует отметить, что частота конверсий ДпЛД (5%) в нашем исследовании оказалось сопоставимой с аналогичным показателем ТРД по данным литературы [17, 18, 86], несмотря на жесткие критерии исключения пациентов (более 3 безуспешных попыток пункции). Данный факт положительным образом характеризует мануальные навыки оператора, имевшего на момент участия в исследовании опыт более 100 пункций дистального отдела лучевой артерии.

Причиной конверсии стал спазм лучевой артерии. Независимо от группы (ТРД или ДпЛД) нами не было отмечено ни одной конверсии на феморальный доступ благодаря успешному использованию проксимального отдела радиальной артерии ипсилатеральной верхней конечности у пациентов с конверсией доступа в группе ДпЛД и контралатеральной конечности в группе ТРД. Данный факт актуален для пациентов с ОКС, у которых трансфеморальный доступ ассоциирован с более высокими показателями смертности от геморрагических осложнений [5], обусловленной спецификой данной категории пациентов (двойная антиагрегантная терапия, антикоагулянтная терапия, пожилой возраст).

Диаметр лучевой артерии на предплечье, измеренный у всех пациентов на 5–7 сутки с помощью УЗИ, оказался достоверно выше ее диаметра на дорсальной поверхности. Данный факт объясняет упомянутую ранее целесообразность применения проксимального отдела радиальной артерии ипсилатеральной верхней конечности в качестве «доступа выбора» в случае технической неудачи, обусловленной спазмом дистальных отделов артерии в группе ДпЛД. Это также позволяет сохранить лучевую артерию контралатеральной конечности для проведения последующих эндоваскулярных процедур и (или) артериального кондуита для операции аортокоронарного шунтирования.

Ни в одном из 6 случаев конверсии (5 ДпЛД и 1 ТРД) не было выявлено ОЛА предплечья и дистальных ОЛА «больших» гематом (3–5 степени по шкале EASY) и артериовенозных фистул. Данный факт говорит о высокой безопасности ДпЛД, так как в случае конверсии ДпЛД выполнялся ТРД на ипсилатеральной конечности, поскольку предрасполагающие условия для развития ОЛА – пункция

лучевой артерии, попытки заведения проводника, а также наложение давящей повязки, ограничивающей кровоток, – происходили в двух точках.

Диаметр лучевой артерии в дистальном отделе и на предплечье, измеренный на 5–7 сутки после ЧКВ с помощью УЗИ, у пациентов с конверсией доступа, вызванной ее спазмом, был ниже среднего показателя и оказался меньше 2 мм, то есть диаметра интродьюсера 6 Fr. Данный результат подтверждает упомянутую ранее прямую связь диаметра артерии с вероятностью развития стойкого спазма в ответ на пункцию – единственной причины конверсии [44, 78, 79, 87].

Диаметр лучевой артерии у пациентов женского пола был меньше аналогичного показателя у лиц мужского пола. Ряд авторов отмечает прямую связь диаметра интродьюсера с вероятностью развития большинства возможных осложнений, ассоциированных с доступом [84, 85, 88]. У больных с диаметром артерии меньше диаметра интродьюсера очевидна высокая вероятность механических повреждений (спазм, диссекция интимы), в дальнейшем опосредованно приводящих к ОЛА [89]. Данный факт дает нам право предположить, что упомянутое выше преобладание ОЛА у женщин, независимо от ее уровня, обусловлено достоверным различием диаметров лучевой артерии в точках ТРД и ДпЛД у мужчин и женщин. Однако для выявления достоверных предикторов возникновения ОЛА требуется большее количество наблюдений, которые можно получить только в ходе анализа крупных многоцентровых исследований, посвященных данной тематике.

Применение УЗИ дистальных отделов лучевой артерии у пациентов перед ЧКВ потенциально способно снизить частоту конверсий ДпЛД. Диаметр артерии в точке ДпЛД менее 2 мм, по нашему мнению, следует рассматривать как показание к отказу от выполнения ЧКВ с помощью ДпЛД в пользу ТРД в связи с высоким риском конверсии, обусловленной вазоспазмом дистальных отделов у таких пациентов. Использование гидрофильного инструментария допустимо меньшего диаметра (гайд-катетеры 5 Fr, sheathless-гайды) потенциально способны снизить частоту вероятных осложнений [90, 91].

Для дальнейшего внедрения ДпЛД в рутинную практику интервенционного кардиолога в качестве безопасной альтернативы ТРД необходимы проспективные многоцентровые исследования. В 2017 году организовано многоцентровое рандомизированное клиническое исследование TENDERA (Comparison between Traditional ENtry point and Distal puncturE of RAdial Artery), № NCT04211584 на <https://clinicaltrials.gov>. Опубликованные промежуточные результаты показали меньшее количество местных осложнений, в частности постпункционных гематом, после применения ДпЛД в коронарной практике [92–94]. В настоящее время проводится рандомизированное контролируемое исследование по сравнению дистальных видов лучевого доступа и ТРД у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST, которое позволит получить дополнительную информацию (№ NCT036117254 на <https://clinicaltrials.gov>).

ВЫВОДЫ

1. Отмечена сопоставимость результатов использования ДпЛД и стандартного ТРД по продолжительности налаживания доступа, лучевой нагрузке, успешности самой эндоваскулярной процедуры. ДпЛД отличается комфортом как во время процедуры, так и после процедуры, который достигается физиологическим положением верхней конечности в процессе ЧКВ и расположением точки ДпЛД дистальнее поверхностной ладонной дуги, что способствует сохранению кровотока в лучевой артерии на протяжении всего периода гемостаза.

2. Выявленное снижение частоты ОЛА предплечья и других механических осложнений со стороны доступа (гематомы и псевдоаневризмы) при ДпЛД делает его безопасной альтернативной «классическому» ТРД и сохраняет возможность повторного использования лучевой артерии для последующих вмешательств, что особенно актуально в стратегии поэтапной реваскуляризации пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий.

3. ДпЛД, выполняемый опытными операторами, обладает сопоставимым с классическим ТРД показателем частоты конверсии. При этом, в отличие от ТРД, ДпЛД оставляет возможность использования лучевой артерии предплечья ипсилатеральной конечности в случае конверсии, тем самым минимизировав необходимость перехода как на феморальный доступ (что особенно актуально у больных с ОКС), так и на лучевую артерию контралатеральной конечности.

4. Оценка диаметра и функции лучевой артерии в дистальных отделах и в предплечье с помощью УЗИ у пациентов с ЧКВ позволяет определить оптимальную точку доступа, снизив частоту конверсий и механических осложнений ДпЛД.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. ДплД, выполняемый опытными операторами (имеющими опыт более 100 пункций лучевой артерии в дистальных отделах), должен быть рассмотрен в качестве альтернативы «классическому» лучевому доступу при выполнении первичных чрескожных коронарных вмешательств у больных с ОКС благодаря достоверному снижению частоты механических осложнений (ОЛА, гематомы 3–4 степени по шкале EASY, псевдоаневризмы), высокому уровню комфорта и во время и после процедуры при сопоставимых с классическим лучевым доступом показателях частоты конверсии, времени налаживания доступа, продолжительности процедуры, рентгеноскопии, лучевой нагрузке и расходу рентгеноконтрастного вещества.

2. Доступом первого выбора в случаях конверсии ДплД является ТРД на ипсилатеральной конечности.

3. Рутинное применение УЗИ с целью оценки диаметра и состояния лучевой артерии как в точке ДплД, так и в точке ТРД позволит оптимизировать результаты, снизив число осложнений и конверсий. Диаметр лучевой артерии в точке доступа менее 2 мм, по нашему мнению, следует рассматривать как относительное противопоказание к применению ДплД при первичных ЧКВ у пациентов с ОКС.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ДпЛД – дорсопальмарный доступ

ДЛД – дистальный лучевой доступ

ОКС – острый коронарный синдром

ОЛА – окклюзия лучевой артерии

ТРД – трансрадиальный доступ

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЧКВ – чрескожные коронарные вмешательства

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Campeau, L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography / L. Campeau // *Catheter Cardiovascular Diagnostic*. – 1989. – Vol. 16. – P. 3–7.
2. Kiemeneij, F. Transradial coronary artery angioplasty / F. Kiemeneij, G.J. Laarmann, E. de Melker // *Am. Heart J.* – 1995. – Vol. 129. – N 1. – P. 251.
3. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC) / B. Ibanez, S. James, S. Agewall, et al. // *European Heart Journal*. – 2018. – Vol. 39. – N 2. – P. 119–177.
4. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization / F.J. Neumann, M. Sousa-Uva, A. Ahlsson, et al. // *European Heart Journal*. – 2019. – Vol. 40. – N 2. – P. 87–165.
5. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: A randomised multicentre trial / M. Valgimigli, A. Gagnor, P. Calabro, et al. // *Lancet*. – 2015. – Vol. 385. – P. 2465–2476.
6. Bazemore, E. Problems and Complications of the Transradial Approach for Coronary Interventions / E. Bazemore, B.S. Tift Man, J. Tift Man // *Journal of Invasive Cardiology*. – 2005. – Vol. 17. – N 3. – P. 156–159.
7. Radial artery occlusion after percutaneous coronary interventions – an underestimated issue / J. Sławin, P. Kubler, A. Szczepanski, et al. // *Postępy w kardiologii interwencyjnej*. – 2013. – Vol. 18. – N 9(4). – P. 353–361.
8. Radial artery occlusion after transradial coronary catheterization / G. Avdikos, A. Karatasakis, A. Tsoumeleas, et al. // *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. – 2017. – Vol. 7. – N 3. – P. 305–316.

9. Kotowycz, M. Radial artery patency after transradial catheterization / M. Kotowycz, V. Dzavík // *Circulation Cardiovascular Intervention*. – 2012. – Vol. 5. – P. 127–133.

10. Карпов, Ю.А. Коронарная ангиопластика и стентирование / Ю.А. Карпов, А.Н. Самко, В.В. Буза // М.: Медицинское информационное агентство. – 2010. – 235 с.

11. Babunashvili, A. Recanalization and reuse of early occluded radial artery within 6 days after previous transradial diagnostic procedure / A. Babunashvili, D. Dundua // *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. – 2011. – Vol. 77. – N 4. – P. 530–536.

12. Особенности артериального доступа в эндоваскулярной хирургии у больных пожилого возраста / А.Л. Каледин, И.Н. Кочанов, С.С. Селецкий и др. // *Успехи геронтологии*. – 2014. – Т. 27. – N 1. – С. 115–119.

13. Kiemeneij, F. Left distal transradial access in the anatomical snuffbox for coronary angiography (ldTRA) and interventions (ldTRI) / F. Kiemeneij // *EuroIntervention*. – 2017. – Vol. 13. – N 7. – P. 851–857.

14. Al-Azizi, K.M. The distal left radial artery access for coronary angiography and intervention: a new era / K.M. Al-Azizi, A.S. Lotfi // *Cardiovascular Revascularization Medicine*. – 2018. – Vol. 19. – N 8S. – P. 35–40.

15. Early clinical experience with right and left distal transradial access in the anatomical snuffbox in 52 consecutive patients / O. Valsecchi, A. Vassileva, A.F. Cereda, et al. // *Journal of Invasive Cardiology*. – 2018. – Vol. 30. – N 6. – P. 218–223.

16. Soydan, E. Coronary angiography using the left distal radial approach – an alternative site to conventional radial coronary angiography / E. Soydan, M. Akın // *Anatolian Journal of Cardiology*. – 2018. – Vol. 19. – N 4. – P. 243–248.

17. Дистальный радиальный доступ для чрескожных коронарных вмешательств у пациентов с острым коронарным синдромом и хронической ишемической болезнью сердца / В.Н. Манчуров, О.С. Орлов, К.В. Анисимов и др. // *Эндоваскулярная хирургия*. – 2018. – Т. 5. – N 4. – С. 438–444.

18. Дистальный отдел лучевой артерии при эндоваскулярных вмешательствах / А.Л. Каледин, И.Н. Кочанов, П.С. Подметин и др. // Эндоваскулярная хирургия. – 2017. – Т. 4. – N 2. – С. 125–133.
19. Radner, S. Thoracal aortography by catheterization from the radial artery; preliminary report of a new technique / S. Radner // *Acta radiologica*. – 1948. – Vol. 29. – P. 178–180.
20. Kiemeneij, F. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation / F. Kiemeneij, G.J. Laarman // *Catheterization and cardiovascular diagnosis*. – 1993. – Vol. – N 30. – P. 173–178.
21. Barbeau, G. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen's test in 1010 patients / G. Barbeau, F. Arsenault, L. Dugas // *American heart journal*. – 2004. – Vol. 147. – P. 489–493.
22. Valgimigli, M. Transradial coronary catheterization and intervention across the whole spectrum of Allen test results / M. Valgimigli, G. Campo, C. Penzo // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2014. – Vol. 63. – P. 1833–1841.
23. Santucci, A. Digital Gangrene Following Transradial Coronary Angiogram / A. Santucci, M. Valgimigli // *JACC Cardiovascular interventions*. – 2016. – Vol. 9. – P. 980–981.
24. Transradial approach (left vs right) and procedural times during percutaneous coronary procedures: TALENT study / A. Sciahbasi, E. Romagnoli, F. Burzotta, et al. // *American heart journal*. – 2011. – Vol. 161. – P. 172–179.
25. Effect of Vascular Access Site Choice on Radiation Exposure During Coronary Angiography: The REVERE Trial (Randomized Evaluation of Vascular Entry Site and Radiation Exposure) / S. Pancholy, P. Joshi, S. Shah, et al. // *JACC Cardiovascular interventions*. – 2015. – Vol. 8. – P. 1189–1196.
26. Impact of radial-to-aorta vascular anatomical variants on risk of failure in transradial coronary procedures. *Catheterization and cardiovascular interventions* / F. Burzotta, M. Brancati, C. Trani, et al. // *Official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. – 2012. – Vol. 80. – P. 298–303.

27. Radial artery anomaly and its influence on transradial coronary procedural outcome/ T. Lo, J. Nolan, E. Fountzopoulos, et al. // *Heart*. – 2009. – Vol. 95. – P. 410–415.
28. McCormack, L. Brachial and antebrachial arterial patterns; a study of 750 extremities / L. McCormack, E. Cauldwell, B. Anson // *Surgery, gynecology & obstetrics*. – 1953. – Vol. 96. – P. 43–54.
29. Low origin of the radial artery: a case study including a review of literature and proposal of an embryological explanation / G. Wysiadecki, M. Polguy, R. Haladaj, et al. // *Anatomical science international*. – 2017. – Vol. 92. – P. 293–298.
30. Anomalies of forearm vascular anatomy encountered during elevation of the radial forearm flap / G. Funk, J. Valentino, T. McCulloch, et al. // *Head & neck*. – 1995. – Vol. 17. – P. 284–292.
31. Radial Artery Forearm Flap Anomaly: A Rare Anomaly and the Importance of the Proximal Exploratory Incision / A. Venkataram, S. Ellur, D. Muninarayana, et al. // *Journal of hand and microsurgery*. – 2016. – Vol. 8. – P. 175–177.
32. Vollala, V. Trifurcation of brachial artery with variant course of radial artery: rare observation / V. Vollala, S. Nagabhooshana, S. Bhat // *Anatomical science international*. – 2008. – Vol. 83. – P. 307–309.
33. Zheng, Y. Bilaterally symmetrical congenital absence of radial artery: a case report / Y. Zheng, L. Shao, J.Y. Mao // *BMC surgery*. – 2014. – Vol. 14. – P. 15.
34. High brachial artery bifurcation: a report of 2 cases / H. Celik, M. Sargon, A. Konan, et al. // *Bulletin de l'Association des anatomistes*. – 1996. – Vol. 80. – P. 13–14.
35. Nkomozepe, P. Superficial brachial artery: a possible cause for idiopathic median nerve entrapment neuropathy / P. Nkomozepe, N. Xhakaza, E. Swanepoel // *Folia morphologica*. – 2017. – Vol. 76. – P. 527–531.
36. Rodriguez-Niedenfuhr, M. Variations of the arterial pattern in the upper limb revisited: a morphological and statistical study, with a review of the literature / M. Rodriguez-Niedenfuhr, T. Vazquez, L. Nearn // *Journal of anatomy*. – 2001. – Vol. 199. – P. 547–566.

37. Haladaj, R. The High Origin of the Radial Artery (Brachioradial Artery): Its Anatomical Variations, Clinical Significance, and Contribution to the Blood Supply of the Hand / R. Haladaj, G. Wysocki, Z. Dudkiewicz, et al. // *BioMed research international*. – 2018. – Vol. 2018. – P. 1520929.

38. Aberrant right subclavian artery in fetuses with Down syndrome: a systematic review and meta-analysis / C. Scala, U. Leone Roberti Maggiore, M. Candiani, et al. // *Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. – 2015. – Vol. 46. – P. 266–276.

39. Rao, S. Arterial access and arteriotomy site closure devices / S. Rao, G. Stone // *Nature reviews Cardiology*. – 2016. – Vol. 13. – P. 641–650.

40. Real-time ultrasound guidance facilitates transradial access: RAUST (Radial Artery access with Ultrasound Trial) / A. Seto, J. Roberts, M. Abu-Fadel, et al. // *JACC Cardiovascular interventions*. – 2015. – Vol. 8. – P. 283–291.

41. Impact of length and hydrophilic coating of the introducer sheath on radial artery spasm during transradial coronary intervention: a randomized study / S. Rathore, R. Stables, M. Pauriah, et al. // *JACC Cardiovascular interventions*. – 2010. – Vol. 3. – P. 475–483.

42. Shimokawa, H. Impaired endothelium-dependent relaxation to aggregating platelets and related vasoactive substances in porcine coronary arteries in hypercholesterolemia and atherosclerosis / H. Shimokawa, P. Vanhoutte // *Circulation research*. – 1989. – Vol. 64. – P. 900–914.

43. Aging and arteriosclerosis; I-Development of myointimal hyperplasia after endothelial injury / R. Hariri, D. Alonso, D. Hajjar, et al. // *The Journal of experimental medicine*. – 1986. – Vol. 164. – P. 1171–1178.

44. Usefulness of hydrophilic coating on arterial sheath introducer in transradial coronary intervention / S. Saito, S. Tanaka, Y. Hiroe, et al. // *Catheterization and cardiovascular interventions: official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. – 2002. – Vol. 56. – P. 328–332.

45. Impact of introducer sheath coating on endothelial function in humans after transradial coronary procedures / E. Dawson, S. Rathore, N. Cable, et al. // *Circulation Cardiovascular interventions*. – 2010. – Vol. 3. – P. 148–156.
46. Parikh, D. Radial Percutaneous Coronary Intervention in Complex Arm and Chest Vasculature: Tips and Tricks / D. Parikh, K. Gandhi, A. Shroff // *Current treatment options in cardiovascular medicine*. – 2019. – Vol. 21. – P. 2.
47. Balloon-assisted tracking: a must-know technique to overcome difficult anatomy during transradial approach / T. Patel, S. Shah, S. Pancholy, et al. // *Catheterization and cardiovascular interventions*. – 2014. – Vol. 83. – P. 211–220.
48. Barbeau, G. Radial loop and extreme vessel tortuosity in the transradial approach: advantage of hydrophilic-coated guidewires and catheters / G. Barbeau // *Catheterization and cardiovascular interventions*. – 2003. – Vol. 59. – P. 442–450.
49. Influence of the ratio between radial artery inner diameter and sheath outer diameter on radial artery flow after transradial coronary intervention / S. Saito, H. Ikei, G. Hosokawa, et al. // *Catheterization and cardiovascular interventions*. – 1999. – Vol. 46. – P. 173–178.
50. Histopathologic changes of the radial artery wall secondary to transradial catheterization / C. Staniloae, K. Mody, K. Sanghvi, et al. // *Vascular Health Risk Management*. – 2009. – Vol. 5. – N 3. – P. 527–532.
51. Assessment of acute injuries and chronic intimal thickening of the radial artery after transradial coronary intervention by optical coherence tomography / Yonetsu T., Kakuta T., Lee T., et al. // *European heart journal*. – 2010. – Vol. 31. – N 13. – P. 1608–1616.
52. Interruption of blood flow during compression and radial artery occlusion after transradial catheterization / M. Sanmartin, M. Gomez, J. Rumoroso, et al. // *Catheter Cardiovascular Interventions*. – 2007. – Vol. 70. – N 2. – P. 185–189.
53. Best practices for transradial angiography and intervention: a consensus statement from the society for cardiovascular angiography and intervention's transradial working group / S. Rao, J. Tremmel, I. Gilchrist, et al. // *Catheterization and cardiovascular interventions*. – 2014. – Vol. 83. – P. 228–236.

54. Prevention of radial artery occlusion-patent hemostasis evaluation trial (PROPHET study): a randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization / S. Pancholy, J. Coppola, T. Patel, et al. // *Catheterization and cardiovascular interventions*. – 2008. – Vol. 72. – P. 335–340.

55. Radial artery thrombosis following transradial coronary angiography: incidence and rationale for treatment of symptomatic patients with low-molecular-weight heparins / A. Zankl, M. Andrassy, C. Volz, et al. // *Clinical research in cardiology*. – 2010. – Vol. 99. – P. 841–847.

56. Efficacy and safety of transient ulnar artery compression to recanalize acute radial artery occlusion after transradial catheterization / I. Bernat, O. Bertrand, R. Rokyta, et al. // *The American journal of cardiology*. – 2011. – Vol. 107. – P. 1698–1701.

57. He, G. Comparison among arterial grafts and coronary artery; An attempt at functional classification / G. He, C. Yang // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. – 1995. – Vol. 109. – P. 707–715.

58. Impact of female gender and transradial coronary stenting with maximal antiplatelet therapy on bleeding and ischemic outcomes / H. Tizon-Marcos, O. Bertrand, J. Rodes-Cabau, et al. // *American heart journal*. – 2009. – Vol. 157. – P. 740–745.

59. Bertrand, O. Acute forearm muscle swelling post transradial catheterization and compartment syndrome: prevention is better than treatment! / O. Bertrand // *Catheterization and cardiovascular interventions*. – 2010. – Vol. 75. – P. 366–368.

60. Incidence, predictors, and clinical impact of bleeding after transradial coronary stenting and maximal antiplatelet therapy / O. Bertrand, E. Larose, J. Rodes-Cabau, et al. // *American heart journal*. – 2009. – Vol. 157. – P. 164–169.

61. A randomized comparison of transradial versus transfemoral approach for coronary angiography and angioplasty / M.A. Brueck, D. Bandorski, W. Kramer, et al. // *JACC Cardiovascular interventions*. – 2009. – Vol. 2. – N 11. – P. 1047–1054.

62. The Radial Artery: An Applicable Approach to Complex Coronary Angioplasty / C. Lotan, Y. Hasin, E. Salmoirago, et al. // *The Journal of invasive cardiology*. – 1997. – Vol. 9. – P. 518–522.

63. Tizon-Marcos, H. Incidence of compartment syndrome of the arm in a large series of transradial approach for coronary procedures / H. Tizon-Marcos, G. Barbeau // *Journal of interventional cardiology*. – 2008. – Vol. 21. – P. 380–384.
64. Friedrich, J. Management of forearm compartment syndrome / J. Friedrich, A. Shin // *Hand clinics*. – 2007. – Vol. 23. – P. 245–254.
65. Cannulation of the dorsal radial artery: a new technique / S. Pyles, K. Scher, E. Vega, et al. // *Anesthesia and analgesia*. – 1982. – Vol. 61. – P. 876–878.
66. Davies, R. Back hand approach to radial access: The snuff box approach / R. Davies, I. Gilchrist // *Cardiovascular revascularization medicine: including molecular interventions*. – 2018. – Vol. 19. – P. 324–326.
67. Flores, E. Making the right move: use of the distal radial artery access in the hand for coronary angiography and percutaneous coronary interventions / E. Flores // *Cath Lab Digest*. – 2018. – Vol. 26. – N 12.
68. Коротких, А.В. Дистальный лучевой доступ – современные тенденции / А.В. Коротких, А.М. Бабунашвили // *Эндоваскулярная хирургия*. – 2021. – Т. 8. – N 2. – С. 135–143.
69. Distal radial artery in endovascular interventions / A.L. Kaledin, I.N. Kochanov, P.S. Podmetin, et al. // *ARYA Atherosclerosis*. – 2018. – Vol. 14. – N 2. – P. 95–100.
70. Distal radial artery approach to prevent radial artery occlusion trial / G. Eid-Lidt, A. Rivera Rodríguez, Jimenez, et al. // *JACC Cardiovascular Interventions*. – 2021. – Vol. 14. – N 4. – P. 378–385.
71. First prospective multicentre experience with distal transradial approach for coronary chronic total occlusion interventions using a 7 Fr Glidesheath Slender / G. Gasparini, R. Garbo, A. Gagnor, et al. // *EuroIntervention*. – 2019. – Vol. 15. – N 1. – P. 126–128.
72. Babunashvili, A. Novel distal transradial approach for coronary and peripheral interventions / A. Babunashvili // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2018. – Vol. 72. – N 13. – P. 323.

73. Hand hematoma after cardiac catheterization via distal radial artery / M. Koutouzis, E. Kontopodis, A. Tassopoulos, et al. // *Journal of Invasive Cardiology*. – 2018. – Vol. 30. – N 11. – P. 428.

74. Distal transradial access: a review of the feasibility and safety in cardiovascular angiography and intervention / G. Cai, H. Huang, F. Li, et al. // *BMC Cardiovascular Disorders*. – 2020. – Vol. 20. – N 1. – P. 356.

75. Flores, E.A. Use of the distal radial artery (DRA) in the anatomical snuffbox as a default access in the cardiac catheterization laboratory. The Society for Cardiovascular Angiography and Interventions Scientific Sessions – 2018 / E.A. Flores, R. Todd // *Catheter Cardiovascular Interventions*. – 2018. – Vol. 91. – N 2. – P. 218.

76. Distal Radial Artery Access: The Future of Cardiovascular Intervention / Z. Nairoukh, S. Jahangir, D. Adjepong, et al. // *Cureus*. – 2020. – Vol. 12. – N 3. – P. 2–7.

77. Feasibility of coronary angiography and percutaneous coronary intervention via left snuffbox approach / Y. Kim, Y. Ahn, I. Kim, et al. // *Korean Circulation Journal*. – 2018. – Vol. 48. – N 12. – P. 1120–1130.

78. Ultrasonic assessment of vascular complications in coronary angiography and angioplasty after transradial approach / S. Nagai, S. Abe, T. Sato, et al. // *American Journal of Cardiology*. – 1999. – Vol. 83. – P. 180–186.

79. Anatomical consideration of the radial artery for transradial coronary procedures: arterial diameter, branching anomaly and vessel tortuosity / B. Yoo, J. Yoon, J. Ko, et al. // *International Journal of Cardiology*. – 2005. – Vol. 101. – P. 421–427.

80. Дальше некуда или сравнительные результаты применения дистального и дорсопальмарного лучевых доступов при первичном чрескожном коронарном вмешательстве у больных с острым коронарным синдромом / Р.В. Ахрамович, С.П. Семитко, А.В. Азаров и др. // *Диагностическая и интервенционная радиология*. – 2019. – Т. 13. – N 4. – С. 36–46.

81. Окклюзия радиальной артерии после первичного коронарного вмешательства при различных вариантах лучевого доступа / Р.В. Ахрамович,

С.П. Семитко, А.В. Азаров и др. // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2020. – Т. 24. – N 3S. – P. 33–42.

82. Меркулов, Е.В. Коронарная ангиография, вентрикулография, шунтография. В иллюстрациях и схемах / Е.В. Меркулов, В.М. Миронов, А.Н. Самко // М.: Медиа-Медика. – 2011. – 100 с.

83. Judkins, M. Selective coronary arteriography: I. A percutaneous transfemoral technic / M. Judkins // Radiology. – 1967. – Vol. 89. – P. 815–824.

84. The Leipzig prospective vascular ultrasound registry in radial artery catheterization: impact of sheath size on vascular complications / M. Uhlemann, S. Möbius-Winkler, M. Mende, et al. // JACC Cardiovascular Interventions. – 2012. – Vol. 5. – N 1. – P. 36–43.

85. Radial access during percutaneous interventions in patients with acute coronary syndromes: should we routinely monitor radial artery patency by ultrasonography promptly after the procedure and in longterm observation? / A. Lisowska, M. Knapp, A. Tycińska, et al. // International Journal Cardiovasc Imaging. – 2015. – Vol. 31. – N 1. – P. 31–36.

86. Ruhnau, J. Prevalence of and risk factors for radial artery complications after transradial cardiac catheterization / J. Ruhnau, S. Schröder // Circulation. – 2013. – Vol. 128. – N Suppl-22. – P. A18953.

87. Конверсии дорсопальмарного (модифицированного дистального) лучевого доступа при первичном чрескожном коронарном вмешательстве / Р.В. Ахрамович, С.П. Семитко, А.В. Азаров и др. // Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал имени академика А.В. Покровского. – 2022. – Т. 28. – N 3. – С. 42–48.

88. Susanu, S. Radial access for percutaneous coronary procedure: relationship between operator expertise and complications / S. Susanu, M. Angelillis, C. Giannini // Clinical and Experimental Emergency Medicine. – 2018. – Vol. 5. – N 2. – P. 95–99.

89. Histopathologic changes of the radial artery wall secondary to transradial catheterization / C.S. Staniloae, K.P. Mody, K. Sanghvi, et al. // Vascular Health Risk Managment. – 2009. – Vol. 5. – N 3. – P. 527–532.

90. A randomized trial of 5 vs. 6 French transradial percutaneous coronary interventions / J.B. Dahm, D. Vogelgesang, A. Hummel, et al. // *Catheter Cardiovascular Interventions*. – 2002. – Vol. 57. – N 2. – P. 172–176.

91. Use of the sheathless guide catheter during routine transradial percutaneous coronary intervention: a feasibility study / M. Mamas, S. D'Souza, C. Hendry, et al. // *Catheter Cardiovasc Interventions*. – 2010. – Vol. 75. – N 4. – P. 596–602.

92. Анализ промежуточных результатов сравнительного многоцентрового рандомизированного исследования TENDERA по изучению дистального лучевого доступа / А.В. Коротких, А.М. Бабунашвили, А.Л. Каледин и др. // *Новости хирургии*. – 2021. – Т. 29. – N 3. – С. 285–295.

93. Промежуточный анализ проспективного многоцентрового контролируемого рандомизированного исследования эффективности и безопасности традиционного и дистального радиального доступа в интервенционной кардиологии / Д.С. Карташов, А.М. Бабунашвили, Д.В. Шумаков и др. // *Клиническая практика*. – 2022. – Т. 13. – N 2. – С. 12–19.

94. Сравнительный анализ применения дорсопальмарного (модифицированного дистального) и трансрадиального доступов при первичных чрескожных коронарных вмешательствах у пациентов с острым коронарным синдромом / Р.В. Ахрамович, С.П. Семитко, А.В. Азаров и др. // *Альманах клинической медицины*. – 2022. – Т. 50. – N 4. – С. 245–254.