

DOI: <https://doi.org/10.17816/cardar100389>

УДК 616.1

Обзорная статья



Осложнение места доступа при интракардиальных вмешательствах

А.В. Кимков

Госпиталь св. Катарины, Кельн-Фрехен, ФРГ

В последние десятилетия многократно возросло количество интракардиальных процедур с использованием чрескожного пункционного доступа. Несмотря на приобретение операторами экспертизы и стандартизации методов, проблема осложнений остается актуальной.

Цель: проанализировать частоту и характер осложнений чрескожного доступа при интракардиальных вмешательствах. Предложить рекомендации для снижения частоты осложнений.

Материалы и методы. Анализ данных, опубликованных в международных рецензируемых журналах по теме, а также опыта клиники сосудистой хирургии госпиталя св. Катарины.

Выводы. Частота и тяжесть осложнений зависят от опыта оператора, размера и частоты смены инструмента, а также соблюдения правил предоперационной диагностики и послеоперационного ведения пациента.

Рекомендации. Стандартизированная предоперационная подготовка, тщательное планирование вмешательства, анализ состояния сосудов доступа, соблюдение правил пункции сосуда и грамотное выполнение послеоперационной компрессии в сочетании с применением ушивающих устройств по показаниям могут снизить частоту и тяжесть осложнений.

Ключевые слова: сосудистая хирургия; аритмология; осложнение доступа; кардиология.

Как цитировать:

Кимков А.В. Осложнение места доступа при интракардиальных вмешательствах // Cardiac Arrhythmias. 2022. Т. 2, № 1. С. 5–12.
DOI: <https://doi.org/10.17816/cardar100389>

DOI: <https://doi.org/10.17816/cardar100389>

Review

Access Site Complications by Intracardiac Interventions

Alexander V. Kimkov

St.-Katharinen Hospital GmbH Frechen, Germany

In recent decades, the number of intracardiac procedures using percutaneous puncture access has increased manifold. Despite the acquisition by operators of expertise and standardization of methods, the problem of complications remains relevant.

AIM: to analyze the frequency and nature of complications of percutaneous access in intracardiac interventions. Suggest recommendations to reduce the incidence of complications.

MATERIALS AND METHODS: analysis of data published in international peer-reviewed journals on the topic, as well as the experience of the vascular surgery clinic of St. Katarina's Hospital.

CONCLUSIONS: the frequency and severity of complications depend on the experience of the operator, the size and frequency of changing the instrument, as well as compliance with the rules of preoperative diagnosis and postoperative management of the patient.

RECOMMENDATIONS: standardized preoperative preparation, careful planning of the intervention, analysis of the state of the access vessels, compliance with the rules of vessel puncture and competent performance of postoperative compression in combination with the use of suturing devices according to indications can reduce the frequency and severity of complications.

Keywords: vascular surgery; arrhythmology; access complications; kardiology.

To cite this article:

Kimkov AV. Access site complications by intracardiac interventions. *Cardiac Arrhythmias*. 2022;2(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/cardar100389>

Рукопись получена: 08.02.20221

Рукопись одобрена: 14.03.2022

Опубликована: 29.03.2022

В 1929 году немецкий уролог W. Forsmann ввел сам себе в кубитальную вену мочевого катетер и протолкнул его в центральном направлении. После этого он сделал рентгенографический снимок грудной клетки в прямой проекции. Это событие стало первым доказанным случаем катетеризации полости сердца [1]. Впоследствии, в 1956 году, автору была присуждена Нобелевская премия по медицине. В 1953 году шведский радиолог S.I. Seldinger предложил технику пункции сосуда для последующих манипуляций, названную его именем [2]. И наконец, в 1990-е годы F. Kiemeneij и G.J. Laargman разработали и внедрили в практику технологию трансрадиальной чрескожной коронарной интервенции [3]. В настоящее время интервенционные технологии являются основой многих специальностей.

В 2018 году в РФ выполнено 220 тыс. коронарных стентирований, их число увеличилось за 10 лет почти в 4 раза. В США в 2017 году было выполнено 75 тыс. предсердных абляций [4]. Во всех случаях манипуляции выполнялись либо через трансрадиальный, либо через трансфеморальный доступ. Дискуссия о преимуществах одного доступа перед другим завершилась после публикации ряда исследований, и прежде всего исследования RIVAL [5]. В настоящий момент предпочтительным является радиальный доступ при подходящей анатомии и отсутствии особых противопоказаний.

Несмотря на накопленный громадный опыт, большой проблемой остаются осложнения места доступа при проведении интервенционных процедур. Еще в 90-е годы у 6% всех пациентов после коронарных интервенций развивались осложнения. Из них в 22–25% случаев требовалась гемотрансфузия, а в 21–38% — хирургическое вмешательство [6, 7]. В настоящее время, с накоплением опыта, частота осложнений существенно снизилась (до 1–2%) [8–11], но, с учетом огромного количества вмешательств, не потеряла своей актуальности. Так, например, смертность у пациентов, переживших такое осложнение, составляет 7,5% (без осложнений — 1,1%), продолжительность пребывания в стационаре — вдвое выше, а стоимость стационарного лечения — почти вдвое выше (\$9,583 vs. \$18 350) [12].

Основными осложнениями места доступа являются: гематома, ишемия зависимой от сосуда доступа конечности, кровотечение (в том числе гемодинамически значимое), ложная аневризма с необходимостью ревизии, эвельсия сосуда, инфекция. Не следует упускать из виду социально-экономические и психологические проблемы (отвлечение персонала, психологическая травма пациента, блокирование пациента и избыточное использование ресурсов). Факторами, повышающими риск развития осложнений, являются женский пол, возраст старше 65, площадь поверхности тела > 1,62 м², большая продолжительность процедуры, высокое место пункции при трансфеморальном доступе, наличие в анамнезе геморрагического диатеза, ожирение, неконтролируемая артериальная гипертензия, почечная недостаточность (уровень креатинина > 2 мг/д), применение ингибиторов гликопротеина IIb/IIIa, а также периферический атеросклероз [8–14].

Осложнения лучевого доступа

Окклюзия лучевой артерии — наиболее частое осложнение при соответствующем доступе. Оно регистрируется в 2–18% всех трансрадиальных интервенций. Его возникновение зависит во многом от опыта оператора, способа компрессии и, главное, качества его применения. По данным исследований, течение этого осложнения, как правило, бессимптомное и специального лечения не требует. В основе патогенетического процесса лежит тромбообразование на участках поврежденной интимы. Симптоматическое течение окклюзии лучевой артерии принимает только в случае несостоятельности пальмарных анастомозов или наличия окклюзии локтевой артерии. В этой ситуации проведение перед исследованием теста Эллена (Allen test) поможет предотвратить развитие серьезного осложнения. Проведение этого теста технически несложно и не требует привлечения дополнительных ресурсов. В ситуации окклюзии обеих артерий пациенту угрожает ишемия зависимого от этих сосудов региона и, при неблагоприятном течении — развитие некрозов и необходимость ампутации. Кроме того, периоперативная инъекция 5 000 МЕ гепарина снижает риск окклюзии сосуда (71 vs. 4,3%). Факторами повышающими риск окклюзии лучевой артерии являются: избыточная послеоперационная компрессия, повторные пункции и большой диаметр шлюза.

К группе неокклюзивных поражений лучевой артерии относятся, прежде всего, гиперплазия интимы и сосудистый ремоделинг. Исследования послеоперационного состояния интимы с использованием внутрисосудистого ультразвукового сканирования показали существенную гиперплазию интимы с результирующим значительным уменьшением диаметра последнего. Небольшая серия с использованием оптической когерентной томографии выявила наличие разрывов интимы у существенной группы пациентов (67%) и диссекцию меди (36%). Эти повреждения приводят к снижению качества сосуда при его последующем использовании в качестве графта при артериальной реваскуляризации миокарда. Ретроспективная серия показала снижение ранней проходимости таких графтов.

Спазм лучевой артерии наблюдается в 5–10% всех интервенций. Он редко приводит к серьезным последствиям, однако может обусловить неудачу самой процедуры. Факторы риска: малый диаметр сосуда, женский пол, многократная смена катетера, использование длинного шлюза, а также неопытность оператора. Лучевая артерия обладает хорошо выраженной *tunica media*, которая находится под контролем α -1 адренорецепторов. В профилактических целях можно применять седацию пациента и местную анестезию с целью контроля эффекта циркулирующих эндогенных катехоламинов. Спазм хорошо поддается лечению. В настоящее время применяются нитроглицерин, подкожные инъекции лидокаина и разного рода вазодилатационные коктейли. Снижению риска развития спазма способствует также использование низкопрофильных гидрофильных шлюзов [25, 26]. A. Quadhour

et al. на основании собственного исследования предполагают, что подкожное введение 0,5 мг динитрата изосорбида с 1% лидокаина для местной анестезии может улучшить функцию лучевого доступа [27].

Перфорация сосуда — редкое осложнение, которое, однако, может повлечь за собой тяжелые последствия в виде потери доступа, необходимости конверсии, а в случае несвоевременной реакции — развития гематомы, компартмент-синдрома и ишемии зависимой области. В анализе, проведенном R.A. Calvino-Santos et al., сообщается о частоте его наступления реже чем в 1% случаев. Приведенная в больших сериях статистика показывает частоту ниже 0,1% [6]. Причем абсолютное большинство этих осложнений наступило у низкорослых женщин с извитыми сосудами предплечья [30]. Безопасность доступа у таких пациентов может быть повышена при использовании длинного шлюза [30] и проводникового катетера [31]. При раннем обнаружении перфорации возможно использование периферического баллона малого диаметра для ангиопластики [32].

Компартмент-синдром — намного более редкое, но грозное осложнение, требующее экстренной фасциотомии. Его частота описана в больших сериях наблюдений на уровне 0,004% [33]. Диагноз ставится на основе клинических проявлений в виде массивной опухоли предплечья с симптоматикой периферической ишемии, прежде всего — неврологических нарушений.

Ложная аневризма — еще одно редкое осложнение. Возникает менее чем 0,1% случаев [6]. Механизм возникновения — пенетрирующая травма сосуда, которая

не была своевременно распознана. Развитию ложной аневризмы способствуют также многократные пункции сосуда и некорректное применение компрессии места доступа (например, TR-Band) после окончания процедуры. Диагноз ставится с помощью ультразвукового исследования. Лечение: консервативное (адекватная компрессия, инъекция тромбина в полость ложной аневризмы под контролем УЗИ [34, 35]) либо хирургическое (ревизия места доступа с эвакуацией гематомы и наложением шва). Лигатура лучевой артерии требуется крайне редко.

В таблице 1 представлены наиболее частые осложнения радиального доступа, их частота и методы профилактики и лечения.

Осложнения трансфemorального доступа

Несмотря на доказанные преимущества трансрадиального доступа, трансфemorальный доступ продолжает применяться достаточно широко при наличии показаний или как предпочтительный для конкретного оператора. Основными осложнениями при данном доступе являются гематома места пункции, ретроперитонеальная гематома, ложная аневризма, артериовенозная фистула, а также артериальная диссекция, лимитирующая кровоток. Намного реже встречаются инфекции, тромбоз, продолжительные повреждения нервных структур. Громадную роль в возникновении этих осложнений играет некорректное выполнение пункции сосуда. Многие интервенционные специалисты не имеют практического хирургического опыта и часто отклоняются от рекомендованной техники

Таблица 1. Осложнения трансрадиального доступа (модифицировано по Kanei)

Осложнение	Частота	Факторы риска	Профилактика и лечение
Окклюзия	2–18%	Избыточная компрессия Повторные пункции Большой диаметр шлюза	Антикоагуляция Качественный гемостаз
Неокклюзивное поражение лучевой артерии	Часто		Критическая оценка при использовании в качестве графта
Ишемия кисти	Крайне редко	Продолжительное канюлирование Малый диаметр сосуда Женский пол	Оценка кровообращения до процедуры
Спазм	5–10%	Многократная смена катетера Большой диаметр шлюза Малый опыт	Спазмолитическая терапия Бережная манипуляция
Перфорация	0,1%	Агрессивные манипуляции Избыточная антикоагуляция	Своевременный диагноз и бандажирование
Ложная аневризм	< 0,1%	Многократные пункции Бактериальное обсеменение катетера Избыточная антикоагуляция Большой диаметр шлюза	Компрессия Инъекция тромбина Бандажирование
Поражение нерва	Крайне редко	Многократные пункции	Неврологическая терапия
Артериовенозная фистула	Крайне редко	Многочисленные пункции	Хирургическая коррекция при необходимости
Значимое кровотечение	0,15%		Корректное проведение гемостаза Трансфузия Хирургическое лечение при необходимости

пункции, считая ее малозначительной стадией вмешательства.

При этом анатомия общей бедренной артерии отличается малой вариабельностью, выражающейся в разной высоте бифуркации. Общей рекомендацией является пункция под контролем УЗИ. При выполнении пункции под радиологическим контролем следует ориентироваться на головку бедренной кости и пунктировать слегка медиальнее ее центра в направлении к мечевидному отростку под углом 45° . Схематически анатомия общей бедренной артерии представлена на рисунке 1.

Не следует выполнять пункцию выше паховой связки, так как в этой области наружная подвздошная артерия ориентирована в передне-заднем направлении, и пункционная канюля проходит параллельно сосуду, не обеспечивая пункцию. Кроме того, при выполнении высокой пункции отсутствует костное основание для выполнения послеоперационной компрессии. В связи с этим существенно возрастает риск кровотечения с образованием ретроперитонеальной гематомы.

Следующие факторы следует отнести к факторам риска возникновения осложнения:

- недостаточное знание анатомии бедренной артерии,
- малый опыт оператора,
- повышенный индекс массы тела,
- женский пол,
- отказ от использования ультразвуковой навигации,
- беспокойный пациент.

Гематома места пункции — наиболее частое осложнение, возникающее, по данным разных авторов, в 5–23% случаев. Масштабы гематомы варьируют от незначительного окрашивания кожи в месте пункции до массивной опухоли, требующей хирургического лечения и гемотрансфузии. Причинами возникновения гематомы можно считать, прежде всего, многократные попытки пункции, некорректную или недостаточную по времени послеоперационную компрессию, а также некорректное применение ушивающих устройств. В абсолютном большинстве случаев гематомы не требуют специального лечения и систируют в течение 1–2 нед. Наблюдение и локальная терапия гепариновой мазью вполне достаточны. При детектировании нарастающей гематомы во время самого вмешательства возможно

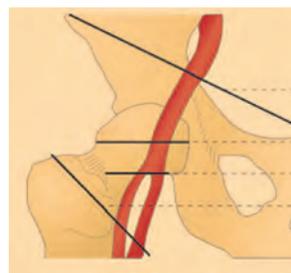


Рис. 1. Топография бедренной артерии (из [36])

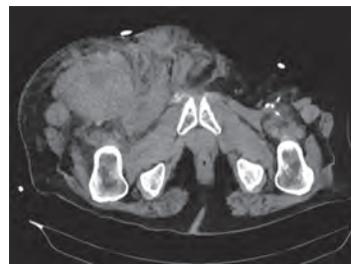


Рис. 2. Массивная гематома паховой области и бедра справа после чрескожного коронарного вмешательства (наблюдение автора)

применение эндоваскулярных методов лечения, например баллонная компрессия или имплантация короткого стента/стент-протеза. В этом случае необходимо выполнение контралатерального доступа. Если возникает необходимость имплантации стента либо стент-графта, следует принимать во внимание, что место пункции находится впереди от тазобедренного сустава, то есть находится в подвижном сегменте. Имплантация стента в таком сегменте несет в себе риск перелома имплантата и, как следствие, возникновения обструкции сосуда, лимитирующей кровоток. Иногда размеры гематомы требуют хирургического лечения. Компьютерная томограмма такой гематомы представлена на рисунке 2. В случае быстрого развития массивной гематомы, не исключены некротические изменения мягких тканей. Пример такого случая представлен на рисунке 4. Особым вариантом местной гематомы является возникновение ложной аневризмы (0,5–9%). Здесь показано экстренное хирургическое лечение.

При выполнении послеоперационной компрессии следует учитывать размер инструмента, использовавшегося при катетеризации сосуда. Усилие компрессии должно

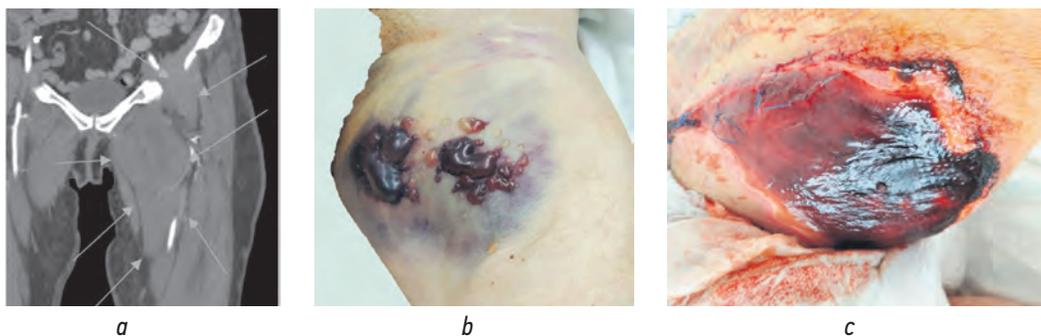


Рис. 3. Массивная гематома места пункции, распространившаяся на проксимальный отдел бедра: а — радиологическая картина, б — стремительный некроз мягких тканей из-за давления гематомы изнутри, в — клиническая картина через 8 дней после эвакуации гематомы и ревизии места пункции (наблюдение автора)



Рис. 4. Гигантское лимфоцеле (>2,5 л), возникшее после эвакуации забрюшинной гематомы (наблюдение автора)



Рис. 5. Постинтервенционная артериовенозная фистула. Стрелка указывает на контрастирование бедренной вены (наблюдение автора)

Таблица 2. Рекомендуемое время компрессии и постельного режима при трансфemorальном артериальном доступе

Инструмент	Время компрессии, мин	Постельный режим, ч
Катетер 4F	5	2–4
Шлюз 4F	10–15	6–8
Катетер 5F	15–20	6–8
Шлюз 5F	> 20	> 8

быть приблизительно на 20 мм Hg выше системного систолического давления. Для определения времени компрессии можно пользоваться ориентирами, представленными в таблице 2. При использовании инструментов диаметром более 6F для артериального доступа рекомендуется применение ушивающего устройства. В раннем послеоперационном периоде важно строгое соблюдение пациентом постельного режима и контроль места пункции персоналом отделения.

Ретроперитонеальная гематома — редкое, но грозное осложнение. Встречается с частотой 0,8–0,44%. Возникновение данной патологии связано, прежде всего, с супраингвинальной пункцией наружной подвздошной артерии. Основная опасность заключается в отложенном проявлении симптоматики, которая проявляется гиповолемией, болями в ипсилатеральном гипогастрии и ухудшении общего состояния пациента. Диагноз ставится на основе физикального обследования, ультразвукового сканирования и КТ с контрастным веществом. Лечение — экстренная ревизия с наложением сосудистого шва, эвакуацией гематомы и наложением дренажа в забрюшинном пространстве. В ряде случаев требуется имплантация интерпоната

и гемотрансфузия. В редких случаях возникают рецидивы кровотечения или развитие лимфоцеле (рис. 4).

Артериовенозная фистула (0,2–2,1%) возникает при акцидентальной пункции артерии через вену либо вены через артерию (рис. 5). В абсолютном большинстве случаев такие фистулы закрываются самостоятельно в течение нескольких недель. Хирургическое лечение показано в случае появления признаков перегрузки правых отделов сердца.

Дома:

- Перед проведением пункции лучевой артерии проведите тест Эллена.
- Контролируйте положение инструмента в просвете сосуда.
- Избегайте частой, неоправданной смены инструмента.
- Проводите адекватный гемостаз.
- При применении ушивающих устройств соблюдайте инструкцию.
- Грамотно проводите мануальную компрессию.
- Убеждайте пациентов соблюдать постельный режим.
- Контролируйте место доступа перед выпиской.
- Передавайте опыт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Radner S. Thoracic aortography by catheterization from the radial artery; preliminary report of a new technique // *Acta Radiol.* 1948. Vol. 29, No. 2. P. 178–180. DOI: 10.3109/00016924809132437
2. Seldinger S.I. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique // *Acta Radiol.* 1953. Vol. 39, No. 5. P. 368–376. DOI: 10.3109/00016925309136722
3. Kiemeneij F., Laarman G.J. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation // *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1993. Vol. 30, No. 2. P. 173–178. DOI: 10.1002/ccd.1810300220
4. Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography // *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1989. Vol. 16, No. 1. P. 3–7. DOI: 10.1002/ccd.1810160103
5. Mansour M., Karst E., Heist E.K., et al. The Impact of First Procedure Success Rate on the Economics of Atrial Fibrillation Ablation // *JACC: Clinical Electrophysiology.* 2017. Vol. 3, No. 2. P. 129–138. DOI: 10.1016/j.jacep.2016.06.002
6. Byrne R.A., Cassese S., Linhardt M., Kastrati A. Vascular access and closure in coronary angiography and percutaneous intervention // *Nat Rev Cardiol.* 2013. Vol. 10. P. 27–40. DOI: 10.1038/nrcardio.2012.160
7. Waksman R., King S.B. III, Douglas J.S., et al. Predictors of groin complications after balloon and new-device coronary intervention // *Am J Cardiol.* 1995. Vol. 75, No. 14. P. 886–889. DOI: 10.1016/s0002-9149(99)80681-x

8. Omoigui N.A., Califf R.M., Pieper K., et al. Peripheral vascular complications in the Coronary Angioplasty Versus Excisional Atherectomy Trial (CAVEAT-I) // *J Am Coll Cardiol*. 1995. Vol. 26, No. 4. P. 922–930. DOI: 10.1016/0735-1097(95)00263-4
9. Piper W.D., Malenka D.J., Ryan T.J. Jr., et al. Predicting vascular complications in percutaneous coronary interventions // *Am Heart J*. 2003. Vol. 145, No. 6. P. 1022–1029. DOI: 10.1016/S0002-8703(03)00079-6
10. Dauerman H.L., Applegate R.J., Cohen D.J. Vascular closure devices: the second decade // *J Am Coll Cardiol*. 2007. Vol. 50, No. 17. P. 1617–1626. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.07.028
11. Marso S.P., Amin A.P., House J.A., et al. Association between use of bleeding avoidance strategies and risk of periprocedural bleeding among patients undergoing percutaneous coronary intervention // *JAMA*. 2010. Vol. 303, No. 21. P. 2156–2164. DOI: 10.1001/jama.2010.708
12. Tavis D.R., Gallaresi B.A., Lin B., et al. Risk of local adverse events following cardiac catheterization by hemostasis device use and gender // *J Invasive Cardiol*. 2004. Vol. 16, No. 9. P. 459–464.
13. Romaguera R., Wakabayashi K., Laynez-Carnicero A., et al. Association between bleeding severity and long-term mortality in patients experiencing vascular complications after percutaneous coronary intervention // *Am J Cardiol*. 2012. Vol. 109, No. 1. P. 75–81. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.08.007
14. Sanmartin M., Gomez M., Rumoroso J.R., et al. Interruption of blood flow during compression and radial artery occlusion after transradial catheterization // *Catheter Cardiovasc Interv*. 2007. Vol. 70, No. 2. P. 185–189. DOI: 10.1002/ccd.21058
15. Pancholy S.B. Transradial access in an occluded radial artery: new technique // *J Invasive Cardiol*. 2007. Vol. 19, No. 12. P. 541–544.
16. Spaulding C., Lefevre T., Funck F., et al. Left radial approach for coronary angiography: results of a prospective study // *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1996. Vol. 39, No. 4. P. 365–370. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0304(199612)39:4<365::AID-CCD8>3.0.CO;2-B
17. Sakai H., Ikeda S., Harada T., et al. Limitations of successive transradial approach in the same arm: the Japanese experience // *Catheter Cardiovasc Interv*. 2001. Vol. 54, No. 2. P. 204–208. DOI: 10.1002/ccd.1268
18. Saito S., Ikei H., Hosokawa G., Tanaka S. Influence of the ratio between radial artery inner diameter and sheath outer diameter on radial artery flow after transradial coronary intervention // *Catheter Cardiovasc Interv*. 1999. Vol. 46, No. 2. P. 173–178. DOI: 10.1002/(SICI)1522-726X(199902)46:2<173::AID-CCD12>3.0.CO;2-4
19. Wakeyama T., Ogawa H., Iida H., et al. Intima-media thickening of the radial artery after transradial intervention. An intravascular ultrasound study // *J Am Coll Cardiol*. 2003. Vol. 41, No. 7. P. 1109–1114. DOI: 10.1016/s0735-1097(03)00089-5
20. Yonetsu T., Kakuta T., Lee T., et al. Assessment of acute injuries and chronic intimal thickening of the radial artery after transradial coronary intervention by optical coherence tomography // *Eur Heart J*. 2010. Vol. 31, No. 13. P. 1608–1615. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq102
21. Kamiya H., Ushijima T., Kanamori T., et al. Use of the radial artery graft after transradial catheterization: is it suitable as a bypass conduit? // *Ann Thorac Surg*. 2003. Vol. 76, No. 5. P. 1505–1509. DOI: 10.1016/s0003-4975(03)01018-x
22. Kiemeneij F. Prevention and management of radial artery spasm // *J Invasive Cardiol*. 2006. Vol. 18, No. 4. P. 159–160.
23. Coppola J., Patel T., Kwan T., et al. Nitroglycerin, nitroprusside, or both, in preventing radial artery spasm during transradial artery catheterization // *J Invasive Cardiol*. 2006. Vol. 18, No. 4. P. 155–158.
24. Ouadhour A., Sideris G., Smida W., et al. Usefulness of subcutaneous nitrate for radial access // *Catheter Cardiovasc Interv*. 2008. Vol. 72, No. 3. P. 343. DOI: 10.1002/ccd.21645
25. Sanmartin M., Cuevas D., Goicolea J., et al. Complicaciones vasculares asociadas al acceso transradial para el cateterismo cardiaco // *Rev Esp Cardiol*. 2004. Vol. 57, No. 6. P. 581–584. DOI: 10.1016/S0300-8932(04)77150-X
26. Calvino-Santos R.A., Vazquez-Rodriguez J.M., Salgado-Fernandez J., et al. Management of iatrogenic radial artery perforation // *Catheter Cardiovasc Interv*. 2004. Vol. 61, No. 1. P. 74–78. DOI: 10.1002/ccd.10698
27. Gunasekaran S., Cherukupalli R. Radial artery perforation and its management during PCI // *J Invasive Cardiol*. 2009. Vol. 21, No. 2. P. E24–26.
28. Rigatelli G., Dell'Avvocata F., Ronco F., Doganov A. Successful coronary angioplasty via the radial approach after sealing a radial perforation // *JACC Cardiovasc Interv*. 2009. Vol. 2, No. 11. P. 1158–1159. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.05.026
29. Tizon-Marcos H., Barbeau G.R. Incidence of compartment syndrome of the arm in a large series of transradial approach for coronary procedures // *J Interv Cardiol*. 2008. Vol. 21, No. 5. P. 380–384. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2008.00361.x
30. Kang S.S., Labropoulos N., Mansour M.A., et al. Expanded indications for ultrasound-guided thrombin injection of pseudoaneurysms // *J Vasc Surg*. 2000. Vol. 31, No. 2. P. 289–298. DOI: 10.1016/s0741-5214(00)90160-5
31. Liou M., Tung F., Kanei Y., Kwan T. Treatment of radial artery pseudoaneurysm using a novel compression device // *J Invasive Cardiol*. 2010. Vol. 22. P. 293–295.
32. Kanei Y., Kwan T., Nakra N.C., et al. Transradial cardiac catheterization: A Review of Access Site Complications // *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011. Vol. 78, No. 6. P. 840–846. DOI: 10.1002/ccd.22978
33. Levine G.N., Bates E.R., Blankenship J.C., et al. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions // *J Am Coll Cardiol*. 2011. Vol. 58, No. 24. P. e44–122. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.08.007
34. Sherev D.A., Shaw R.E., Brent B.N. Angiographic predictors of femoral access site complications: implication for planned percutaneous coronary intervention // *Catheter Cardiovasc Interv*. 2005. Vol. 65, No. 2. P. 196–202. DOI: 10.1002/ccd.20354
35. Ben-Dor I., Sharma A., Rogers T., et al. Micropuncture technique for femoral access is associated with lower vascular complications compared to standard needle // *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021. Vol. 97, No. 7. P. 1379–1385. DOI: 10.1002/ccd.29330
36. Larena-Avellaneda A., Kölbel T., Carpenter S.W., et al. Iatrogene Verletzungen an den Zugangsgefäßen für intravasculäre Prozeduren // *Notfall + Rettungsmedizin*. 2017. Vol. 20. P. 305–314. DOI: 10.1007/s10049-017-0287-5

REFERENCES

1. Radner S. Thoracal aortography by catheterization from the radial artery; preliminary report of a new technique. *Acta Radiol*. 1948;29(2):178–180. DOI: 10.3109/00016924809132437
2. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta Radiol*. 1953;39(5):368–376. DOI: 10.3109/00016925309136722
3. Kiemeneij F, Laarman GJ. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1993;30(2):173–178. DOI: 10.1002/ccd.1810300220
4. Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1989;16(1):3–7. DOI: 10.1002/ccd.1810160103

5. Mansour M, Karst E, Heist EK, et al. The Impact of First Procedure Success Rate on the Economics of Atrial Fibrillation Ablation. *JACC: Clinical Electrophysiology*. 2017;3(2):129–138. DOI: 10.1016/j.jacep.2016.06.002
6. Byrne RA, Cassese S, Linhardt M, Kastrati A. Vascular access and closure in coronary angiography and percutaneous intervention. *Nat Rev Cardiol*. 2013;10:27–40. DOI: 10.1038/nrcardio.2012.160
7. Waksman R, King SB III, Douglas JS, et al. Predictors of groin complications after balloon and new-device coronary intervention. *Am J Cardiol*. 1995;75(14):886–889. DOI: 10.1016/s0002-9149(99)80681-x
8. Omoigui NA, Califf RM, Pieper K, et al. Peripheral vascular complications in the Coronary Angioplasty Versus Excisional Atherectomy Trial (CAVEAT-I). *J Am Coll Cardiol*. 1995;26(4):922–930. DOI: 10.1016/0735-1097(95)00263-4
9. Piper WD, Malenka DJ, Ryan TJ Jr., et al. Predicting vascular complications in percutaneous coronary interventions. *Am Heart J*. 2003;145(6):1022–1029. DOI: 10.1016/S0002-8703(03)00079-6
10. Dauerman HL, Applegate RJ, Cohen DJ. Vascular closure devices: the second decade. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50(17):1617–1626. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.07.028
11. Marso SP, Amin AP, House JA, et al. Association between use of bleeding avoidance strategies and risk of periprocedural bleeding among patients undergoing percutaneous coronary intervention. *JAMA*. 2010;303(21):2156–2164. DOI: 10.1001/jama.2010.708
12. Tavis DR, Gallaresi BA, Lin B, et al. Risk of local adverse events following cardiac catheterization by hemostasis device use and gender. *J Invasive Cardiol*. 2004;16(9):459–464.
13. Romaguera R, Wakabayashi K, Laynez-Carnicero A, et al. Association between bleeding severity and long-term mortality in patients experiencing vascular complications after percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol*. 2012;109(1):75–81. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.08.007
14. Sanmartin M, Gomez M, Rumoroso JR, et al. Interruption of blood flow during compression and radial artery occlusion after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2007;70(2):185–189. DOI: 10.1002/ccd.21058
15. Pancholy SB. Transradial access in an occluded radial artery: new technique. *J Invasive Cardiol*. 2007;19(12):541–544.
16. Spaulding C, Lefevre T, Funck F, et al. Left radial approach for coronary angiography: results of a prospective study. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1996;39(4):365–370. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0304(199612)39:4<365::AID-CCD8>3.0.CO;2-B
17. Sakai H, Ikeda S, Harada T, et al. Limitations of successive transradial approach in the same arm: the Japanese experience. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2001;54(2):204–208. DOI: 10.1002/ccd.1268
18. Saito S, Ikei H, Hosokawa G, Tanaka S. Influence of the ratio between radial artery inner diameter and sheath outer diameter on radial artery flow after transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv*. 1999;46(2):173–178. DOI: 10.1002/(SICI)1522-726X(199902)46:2<173::AID-CCD12>3.0.CO;2-4
19. Wakeyama T, Ogawa H, Iida H, et al. Intima-media thickening of the radial artery after transradial intervention. An intravascular ultrasound study. *J Am Coll Cardiol*. 2003;41(7):1109–1114. DOI: 10.1016/s0735-1097(03)00089-5
20. Yonetsu T, Kakuta T, Lee T, et al. Assessment of acute injuries and chronic intimal thickening of the radial artery after transradial coronary intervention by optical coherence tomography. *Eur Heart J*. 2010;31(13):1608–1615. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq102
21. Kamiya H, Ushijima T, Kanamori T, et al. Use of the radial artery graft after transradial catheterization: is it suitable as a bypass conduit? *Ann Thorac Surg*. 2003;76(5):1505–1509. DOI: 10.1016/s0003-4975(03)01018-x
22. Kiemeneij F. Prevention and management of radial artery spasm. *J Invasive Cardiol*. 2006;18(4):159–160.
23. Coppola J, Patel T, Kwan T, et al. Nitroglycerin, nitroprusside, or both, in preventing radial artery spasm during transradial artery catheterization. *J Invasive Cardiol*. 2006;18(4):155–158.
24. Quadhour A, Sideris G, Smida W, et al. Usefulness of subcutaneous nitrate for radial access. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2008;72(3):343. DOI: 10.1002/ccd.21645
25. Sanmartin M, Cuevas D, Goicolea J, et al. Vascular complications associated with radial artery access for cardiac catheterization. *Rev Esp Cardiol*. 2004;57(6):581–584. (In Span.) DOI: 10.1016/S0300-8932(04)77150-X
26. Calvino-Santos RA, Vazquez-Rodriguez JM, Salgado-Fernandez J, et al. Management of iatrogenic radial artery perforation. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2004;61(1):74–78. DOI: 10.1002/ccd.10698
27. Gunasekaran S, Cherukupalli R. Radial artery perforation and its management during PCI. *J Invasive Cardiol*. 2009;21(2):E24–26.
28. Rigatelli G, Dell'Avvocata F, Ronco F, Doganov A. Successful coronary angioplasty via the radial approach after sealing a radial perforation. *JACC Cardiovasc Interv*. 2009;2(11):1158–1159. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.05.026
29. Tizon-Marcos H, Barbeau GR. Incidence of compartment syndrome of the arm in a large series of transradial approach for coronary procedures. *J Interv Cardiol*. 2008;21(5):380–384. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2008.00361.x
30. Kang SS, Labropoulos N, Mansour MA, et al. Expanded indications for ultrasound-guided thrombin injection of pseudoaneurysms. *J Vasc Surg*. 2000;31(2):289–298. DOI: 10.1016/s0741-5214(00)90160-5
31. Liou M, Tung F, Kanei Y, Kwan T. Treatment of radial artery pseudoaneurysm using a novel compression device. *J Invasive Cardiol*. 2010;22:293–295.
32. Kanei Y, Kwan T, Nakra NC, et al. Transradial cardiac catheterization: A Review of Access Site Complications. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2011;78(6):840–846. DOI: 10.1002/ccd.22978
33. Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, et al. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58(24):e44–122. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.08.007
34. Sherev DA, Shaw RE, Brent BN. Angiographic predictors of femoral access site complications: implication for planned percutaneous coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2005;65(2):196–202. DOI: 10.1002/ccd.20354
35. Ben-Dor I, Sharma A, Rogers T, et al. Micropuncture technique for femoral access is associated with lower vascular complications compared to standard needle. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;97(70):1379–1385. DOI: 10.1002/ccd.29330
36. Larena-Avellaneda A, Kölbl T, Carpenter SW, et al. Iatrogene Verletzungen an den Zugangsgefäßen für intravasculäre Prozeduren. *Notfall + Rettungsmedizin*. 2017;20:305–314. (In Germ.). DOI: 10.1007/s10049-017-0287-5

ОБ АВТОРЕ

Александр Вадимович Кимков, д-р мед. наук; Госпиталь св. Катарини, Кёльн-Фрехен, ФРГ; e-mail: alexandre04@inbox.ru; ORCID: 0000-0002-1774-938X

AUTHOR INFO

Alexander V. Kimkov, doctor of medical sciences; St.-Katharinen Hospital GmbH Frechen, Germany; e-mail: alexandre04@inbox.ru; ORCID: 0000-0002-1774-938X