

## ОБЗОРЫ И ЛЕКЦИИ / REVIEWS AND LECTURES

<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2018-33-3-9-16>  
УДК 616.1-089-06:616.134.31-008.64



### ОККЛЮЗИЯ ЛУЧЕВОЙ АРТЕРИИ ПОСЛЕ ИНТЕРВЕНЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР, ВЫПОЛНЕННЫХ ТРАНСРАДИАЛЬНЫМ ДОСТУПОМ. ПРЕДИКТОРЫ, ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ЧАСТОТЫ ОСЛОЖНЕНИЯ

Д. В. Огнерубов\*, С. И. Проваторов, Е. В. Меркулов, А. С. Терещенко, А. Н. Самко

Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации, 121552, Российская Федерация, Москва, ул. 3-я Черепковская, 15а

Представлен анализ литературы, посвященной анатомии лучевой артерии и использованию ее в качестве доступа при интервенционных вмешательствах. Также описаны механизмы развития окклюзии лучевой артерии, пути ее предотвращения и лечения.

**Ключевые слова:** чрескожное коронарное вмешательство, интервенционная кардиология, окклюзия лучевой артерии, лучевой доступ, обзор

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

**Для цитирования:** Огнерубов Д. В., Проваторов С. И., Меркулов Е. В., Терещенко А. С., Самко А. Н. Окклюзия лучевой артерии после интервенционных процедур, выполненных трансрадиальным доступом. Предикторы, пути сокращения частоты осложнения. Сибирский медицинский журнал. 2018; 33(3): 9–16. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2018-33-3-9-16>

### RADIAL ARTERY OCCLUSION AFTER INTERVENTIONAL PROCEDURES PERFORMED THROUGH THE RADIAL ACCESS. PREDICTORS, STRATEGY TO REDUCE FREQUENCY

D. V. Ognerubov\*, S. I. Provatorov, E. V. Merkulov, A. S. Tereshchenko, A. N. Samko

National Medical Research Center of Cardiology,  
15a, 3rd Cherepkovskaya str., Moscow, 121552, Russian Federation

This review is devoted to anatomy of the radial artery, and its utilization as an access for interventional procedures. Also, the article depicts pathological mechanisms of the radial artery occlusion, ways of prevention and treatment of this complication.

**Keywords:** percutaneous coronary intervention, interventional cardiology, radial artery occlusion, review

**Conflict of interest:** the authors do not declare a conflict of interest

**Financial disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned

**For citation:** Ognerubov D. V., Provatorov S. I., Merkulov E. V., Tereshchenko A. S., Samko A. N. Radial Artery Occlusion after Interventional Procedures Performed through the Radial Access. Predictors, Strategy to Reduce Frequency. Siberian Medical Journal. 2018; 33(3): 9–16. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2018-33-3-9-16>

Лучевой доступ широко используется для проведения коронароангиографии (КАГ) и транслюминальной баллонной коронарной ангиопластики (ТБКА). По сравнению с феморальным он связан с меньшим количеством осложнений места доступа, коротким пребыванием в больнице и легким уходом после процедуры. Безопасность и эффективность доступов сравнивались в большом количестве клинических исследований [1–3]. Недостатками радиального доступа можно считать: увеличенную дозу облучения во время процедуры, длительную кривую обучения специалиста, ограничение в выборе размера инструментов у некоторых пациентов, спазм и окклюзию лучевой артерии [4, 5]. Несмотря на недостатки, лучевой доступ безопаснее и имеет лучшие результаты, особенно у пациентов с острым инфарктом миокарда, поэтому сохранение лучевой артерии как артерии доступа после процедуры чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) имеет большое значение.

### Анатомия

Лучевая артерия в традиционном месте для пункции (3–4 см выше складки запястья) лежит на «костной площадке», что позволяет легко прощупать пульс (рис. 1). В непосредственной близости располагается поверхностная ветвь лучевого нерва, сдавление которого может вызывать онемение дорсальной поверхности большого и указательного пальцев. При этом других симптомов, связанных со сдавлением сосудисто-нервных пучков при лучевом доступе, не возникает [4–6].

Пройодимость лучевой артерии перед ЧКВ оценивается путем пальпации места пункции или при проведении ультразвукового исследования (УЗИ) артерий предплечья [5–7]. Стоит отметить, что наличие пульса на лучевой артерии еще не означает ее проходимость. При окклюзированной артерии может ощущаться пульсация за счет стойкой передаточной волны из локтевой артерии через

хорошо развитые ладонные дуги. После процедуры КАГ или ЧКВ артерия легко прижимается к лучевой кости. Это облегчает проведение послеоперационного гемостаза и позволяет легко перекрыть просвет артерии. Однако анатомическая особенность лучевой артерии и ее полное пережатие между валиком и костью предрасполагает к возникновению окклюзии лучевой артерии (ОЛА). Это осложнение, как правило, бессимптомное и не сопровождается ишемией кисти. Более 50% операторов не оценивают проходимость лучевой артерии перед выпиской из стационара, в связи с чем ОЛА часто не верифицируется [8]. Для обнаружения и лечения этого осложнения необходимо проверять проходимость лучевой артерии сразу после гемостаза. Из-за не верифицированной ОЛА экстренное ЧКВ в будущем может быть сопряжено с потерей времени и конверсией доступа. В работе E. Abdelaal и соавт. было показано, что конверсия радиального на феморальный доступ существенно повышает риски перипроцедуральных осложнений [5].

К факторам, независимо влияющим на частоту ОЛА, относятся курение, сахарный диабет, женский пол, длительный гемостаз, наличие антикоагулянтов во время процедуры, отношение диаметра артерии к диаметру интродюсера меньше 1, а также повторные вмешательства [4, 5, 8–13]. Согласно опубликованным работам, частота ОЛА варьирует от 5 до 38% [5, 8–13]. Большая дисперсия может быть обусловлена неправильной оценкой проходимости лучевой артерии. В ряде работ [10, 11, 13] проходимость артерии оценивалась по наличию пульсации. В более поздних работах уже использовались Barbaeu's тест с пульсоксиметром и ультразвуковое исследование [9, 12].

Как предиктор для возникновения критической ишемии кисти после трансрадиального доступа раньше использовался обратный тест Аллена. Тест подтверждает хорошую циркуляцию крови в кисти через ладонную дугу даже при окклюзированной лучевой артерии. При обрат-

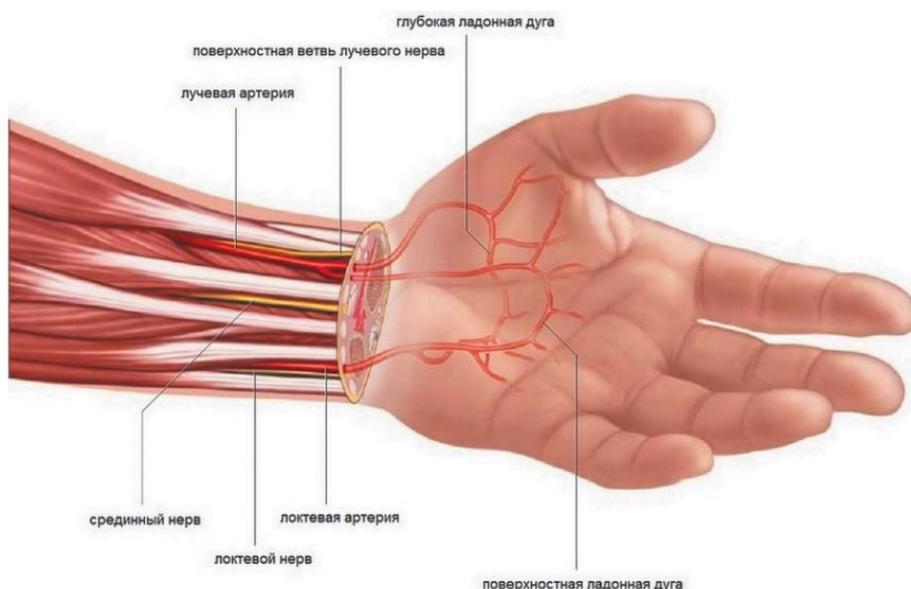


Рис. 1. Анатомическое строение артерий и нервов предплечья

ном тесте Аллена выполняется одновременная окклюзия лучевой и локтевой артерий на уровне запястья до тех пор, пока кисть не начнет бледнеть, после чего локтевая артерия освобождается и наблюдается реперфузия. Положительный результат теста Аллена регистрируется при покраснении руки в течение 7 с, отрицательный тест Аллена — при покраснении более чем за 15 с. Если покраснение отмечается в интервале от 8 до 15 с, тест считается сомнительным. В случае сомнительного теста возможно выполнение трансрадиального доступа только при хорошей пульсации. В работе Barbaeu и соавт. обратный тест Аллена был дополнен регистрацией плетизмографической волны с пульсоксиметра, что позволило обеспечить большую чувствительность [14]. Barbaeu's тест выполняется аналогично тесту Аллена. При этом пульсоксиметр помещается на большой палец, и при пережатой локтевой артерии регистрируется плетизмографическая кривая, которая свидетельствует о проходимости лучевой артерии. В настоящее время данные тесты рутинно не применяются. Для верификации окклюзии лучевой артерии Barbaeu's тест подходит и легко воспроизводим у постели больного [9, 12].

Существуют фармакологические и нефармакологические методы предотвращения ОЛА.

#### Фармакологические методы снижения частоты ОЛА

Одним из механизмов развития ранней ОЛА является формирование тромба [15]. Введение нефракционированного или низкомолекулярного гепарина во время процедуры ЧКВ показало свою высокую эффективность в снижении частоты ОЛА [8, 9, 12, 16]. В работе S. Panchoy и соавт. не было показано разницы между внутриаартериальным и внутривенным введением антикоагулянтов [17]. Протективный эффект системного действия антикоагулянтов подтверждается аналогичным снижением частоты окклюзии при применении специфического ингибитора тромбина прямого действия (бивалирудина) [18]. Применение эноксапарина также эффективно для снижения ОЛА [16]. Нефракционированный гепарин чаще применяют для КАГ и ЧКВ, а протективный эффект зависит от дозы введенного вещества. В исследовании Spaulding и соавт. частота ОЛА была 70, 24 и 4,3% в группах без гепарина, 2–3 и 5 тыс. ед. гепарина соответственно [19]. Результаты другого исследования I. Vernat и соавт. показали двукратное увеличение частоты ОЛА при применении разных доз гепарина. При введении 2 тыс. ед. гепарина частота ОЛА составила 5,9% по сравнению с введением 5 тыс. ед. гепарина, где ОЛА отмечалась только у 2,9% пациентов,  $p < 0,05$  [20]. Стоит отметить, что в последнем исследовании срок гемостаза был короче и артерия была проходима на протяжении всего времени гемостаза.

Вторым механизмом возникновения окклюзии лучевой артерии является посткатетеризационный спазм лучевой артерии.

В статье S. Dharm и соавт. было показано снижение частоты окклюзии лучевой артерии после интраартериального введения 500 мкг нитроглицерина перед прове-

дением гемостаза [21]. Частота ОЛА составила 8,3% при использовании нитроглицерина и 11,7% — без него,  $p < 0,05$ . Использование нитроглицерина позволяет избежать выраженного спазма лучевой артерии и способствует восстановлению кровотока вне зависимости от методики, продолжительности гемостаза и размера используемого шлюза.

С целью купирования спазма лучевой артерии возможно использование антагонистов кальциевых каналов. В плацебо-контролируемом исследовании J.R. Mont'Alverne Filho и соавт. [23] проводилась оценка эффективности дилтиазема при трансрадиальном доступе. Исследование показало снижение сосудистых осложнений после КАГ через трансрадиальный доступ с использованием дилтиазема в качестве спазмолитического средства. ОЛА была у 4 пациентов (17,4%) в группе без дилтиазема и не встречалась в группе с использованием дилтиазема ( $p = 0,04$ ). Различие по частоте ОЛА связано с механизмом действия блокатора кальциевых каналов, а именно с увеличением диаметра лучевой артерии.

Интересные результаты были получены в работе T. Honda и соавт. [24]. Авторы доказали действие плеiotропного эффекта статинов на снижение частоты ОЛА [24]. Хорошо известно, что статины кроме основного действия в виде снижения уровня общего холестерина имеют плеiotропные эффекты, которые стимулируют функцию эндотелия и тромбогенез. Также доказано, что статины снижают вазоспазм, возникающий из-за эндотелиальной дисфункции. Предоперационное лечение статинами может уменьшить ОЛА посредством воздействия на функцию эндотелия. Отсутствие лечения статинами было независимым предиктором развития ОЛА (ОШ 0,50;  $p < 0,05$ ). Это единственное исследование, показывающее, как статины могут уменьшить частоту ОЛА после трансрадиального доступа. Необходимы дальнейшие исследования для выяснения влияния статинов на сосудистые осложнения со стороны доступа.

#### Нефармакологические методы

Пункция лучевой артерии на 2 см проксимальнее шиловидного отростка лучевой кости помогает снизить вероятность гематомы места пункции и ОЛА. Тщательная пальпация артерий и планирование места пункции важны для успешного доступа. При повторных процедурах может быть использована более проксимальная пункция. Для подкожной анестезии, как правило, используется раствор лидокаина. Пункцию предпочтительно выполнять только передней стенки лучевой артерии, используя специальный пружинный проводник. Возможна сквозная пункция двух стенок с последующим подтягиванием иглы до появления струи крови. Однако этот способ более травматичен из-за повреждения второй стенки артерии. После проведения проводника устанавливается интродюсер 4–6F в зависимости от цели процедуры и предпочтения оператора. Шлюз вместе с бужом дилататором имеет заостренный конец для предотвращения дополнительной травмы интимы. Использование гидро-

фильных интродюсеров уменьшает болевой синдром в месте доступа, травму интимы и реже приводит к ОЛА [25, 26]. Выбор длины интродюсера остается за оператором (10 или 25 см) и не имеет выраженных преимуществ в предотвращении ОЛА [27]

В работе А. Л. Каледина и соавт. впервые описана пункция лучевой артерии в области «анатомической табакерки». «Анатомическая табакерка» — треугольное углубление у основания большого пальца между сухожилием его длинного разгибателя, сухожилиями его короткого разгибателя и длинной отводящей мышцы. В этом месте артерия располагается близко к поверхности кожи, а площадкой для нее служат кости лучезапястного сустава [28]. Этот доступ привлекателен тем, что место пункции расположено дистальнее бифуркации артерии на глубокую и поверхностную ладонные дуги. Также в качестве альтернативного места пункции авторы предлагают место доступа, расположенное на вершине угла, образованного сухожилием большого пальца и второй пястной костью. В этой области артерия окружена мягкими тканями, что благоприятно влияет на возможность гемостаза и частоту возникновения ОЛА. Использование данных методик снижало частоту возникновения окклюзии более чем в 2 раза в сравнении с традиционным лучевым доступом. Однако в этих местах диаметр артерии меньше, чем в традиционном лучевом доступе, что может ограничить воспроизводимость методики. Дистальный доступ может не подойти высоким пациентам в связи с увеличением расстояния от места пункции до коронарных артерий из-за ограниченной длины катетеров.

Использование инструментов с небольшим диаметром для интервенционного вмешательства снижает частоту ОЛА. Для КАГ предпочтительно использование интродюсеров размером 4–5F, особенно при низкой частоте конверсии на ЧКВ [9, 12]. Использование 5F шлюза для КАГ и ЧКВ, по данным Uhlemann и соавт., снижает риск развития окклюзии лучевой артерии на 55% [29]. В другом исследовании S. Dharma и соавт. было показано, что использование интродюсеров диаметром 5F не влияет на частоту ОЛА [21]. Для лечения стенозов, би-

фуркационных поражений и хронических окклюзий коронарных артерий требуются интродюсеры диаметром 6F и более [22].

ОЛА чаще встречается, когда диаметр интродюсера превышает диаметр лучевой артерии. С каждым годом отмечается тенденция к уменьшению размеров используемых инструментов для снижения травматизации тканей. Производители интервенционных инструментов в Японии выпускают целую линию продукции с названием «Slender». Эти инструменты имеют более тонкую стенку, что позволяет снизить диаметр интродюсера. Использование «Slender» интродюсеров от компании «Terumo» (Токио, Япония) с меньшим наружным диаметром (2,45 мм) позволяет избежать травмы сосуда [29], для сравнения: наружный диаметр интродюсера Terumo Radiofocus II 6F равен 2,65 мм. Кроме этого используется специальная методика «Glidesheath», в которой сам направляющий катетер выполняет роль интродюсера, это дает возможность значительно снизить общий профиль всей системы. Например, наружный диаметр устройств 5Fr — 1,7 мм (для сравнения, диаметр интродюсера 3F — 1,6 мм), рисунок 2. Несмотря на заметное снижение профиля системы, в рандомизированном исследовании использование 6F «Glidesheath Slender» (GSS) направляющих катетеров было независимым предиктором возникновения ОЛА в сравнении с обычными катетерами и 5F «Glidesheath» интродюсерами [31].

#### Техники гемостаза для предотвращения ОЛА

Использование техники «Patent-hemostasis» позволяет сохранять лучевую артерию проходимой на протяжении всего периода гемостаза. Эта техника выполняется с помощью устройства TR band (Terumo Medical, Япония, рис. 3), которое позволяет выполнить дозированную воздушную компрессию. Во время гемостаза проверка проходимости лучевой артерии проводится с помощью обратного Barbaeu's теста [9, 12]. Выполнение этой техники возможно с устройствами Finale (Merit Medical, США) и Safeguard (Merit Medical, США), рисунок 3. Исследования, посвященные сравнению эффективности и без-



Рис. 2. Сравнение традиционных интродюсеров и направляющих катетеров с катетером с тонкой стенкой «Glidesheath»



Рис. 3. Устройства для гемостаза: А — механическое устройство Finale (Terumo Medical, Япония); Б — воздушное устройство TR band (Merit Medical, США); В — воздушное устройство Safeguard radial (Merit Medical, США)

опасности вышеописанных устройств по этой технике, не проводилось.

Усиление кровотока по лучевой артерии путем компрессии локтевой артерии во время гемостаза снижает частоту окклюзии лучевой артерии [12]. Сокращение времени гемостаза до 2–4 ч также способствует снижению риска возникновения ОЛА без значительного увеличения частоты кровотечений [9, 12, 21].

Диагностировать ОЛА необходимо как можно раньше (от 2 до 5 ч после процедуры). В этот временной промежуток возможно восстановление проходимости артерии усилением кровотока по ней [7, 20]. При пережатии ипсилатеральной локтевой артерии происходит интенсификация кровотока по лучевой артерии, которая способствует реканализации мягкого тромба и восстановлению кровотока по артерии. Однако спустя 6 ч от процедуры при использовании 5 тыс. ед. гепарина реканализация лучевой артерии не эффективна. Возможно, после ЧКВ, требующего введения гепарина из расчета 100 ед./кг, интервал времени для восстановления проходимости лучевой артерии может быть увеличен.

### Заключение

По результатам исследований по фармакологическим методам предотвращения ОЛА можно сделать вывод о необходимости использования гепарина в дозе 5 тыс. ед. при КАГ. Свою эффективность продемонстрировал блокатор кальциевых каналов — дилтиазем для предупреждения и борьбы со спазмом лучевой артерии [23]. Однако введение этого препарата болезненно для пациентов, что является ограничением для его использования. Введение 500 мкг нитроглицерина также способствует снижению частоты ОЛА, однако его введение вызывает снижение артериального давления, что является ограничением [21].

Использование статинов для предотвращения ОЛА показало свою эффективность, однако требует дальнейшего исследования [24].

Для предотвращения ОЛА нефармакологическим путем необходима правильная техника пункции только передней стенки артерии, использование только гидрофильных инструментов, применение устройств меньшего диаметра, использование интродюсеров с тонкой стенкой («Slender») или применение методики без интродюсера с использованием «Glidesheath» катетеров [30, 31]. Кроме того, возможно выполнение пункции лучевой артерии дистальнее традиционного места пункции [28]. После процедуры важно не пережимать артерию полностью, создавая условия для окклюзии. Кроме этого, можно усилить скорость кровотока путем одновременного наложения компрессионного устройства на ипсилатеральную локтевую артерию.

При обнаружении ОЛА в раннем периоде (2–4 ч после процедуры) компрессия ипсилатеральной локтевой артерии в течение часа позволяет восстановить проходимость лучевой артерии.

Описанные методики по предотвращению ОЛА актуальны только при проведении КАГ. Исследований, посвященных реканализации окклюзированной лучевой артерии после ТБКА, в международной литературе не встречается. С учетом увеличения частоты трансрадиального доступа для выполнения эндоваскулярного лечения коронарных и периферических артерий проведение исследований по реканализации лучевой артерии является своевременным и крайне актуальным. В планируемых исследованиях следует уделить особое внимание методам предотвращения ОЛА, а также разработать протокол устранения осложнений трансрадиального доступа.

## Литература

- Bertrand O. F., Bélisle P., Joyal D., Costerousse O., Rao S. V., Jolly S. S., Meerkin D., Joseph L. Comparison of transradial and femoral approaches for percutaneous coronary interventions: a systematic review and hierarchical Bayesian meta-analysis. *Am. Heart J.* 2012; 163(4): 632–648. DOI: 10.1016/j.ahj.2012.01.015.
- Sinha S. K., Mishra V., Afdali N., Jha M., Kumar A., Asif M., Thakur R., Varma C. Coronary Angiography Safety between Transradial and Transfemoral Access. *Cardiol. Res. Pract.* 2016; 2016: 4013843. DOI: 10.1155/2016/4013843.
- Nardin M., Verdoia M., Barbieri L., Schaffer A., Suryapranata H., De Luca G. Radial vs Femoral Approach in Acute Coronary Syndromes: A Meta-Analysis of Randomized Trials. *Curr. Vasc. Pharmacol.* 2017; 16(1): 79–92. DOI: 10.2174/1570161115666170504125831.
- Mamas M. A., Fraser D. G., Ratib K., Fath-Ordoubadi F., El-Omar M., Nolan J., Neyses L. Minimising radial injury: prevention is better than cure. *EuroIntervention.* 2014; 10: 824–832. DOI: 10.4244/eijv10i7a142.
- Abdelaal E., Brousseau-Provencher C., Montminy S., Plourde G., MacHaalany J., Bataille Y., Molin P., Déry J. P., Barbeau G., Roy L., Larose É., De Larocheillère R., Nguyen C. M., Proulx G., Costerousse O., Bertrand O. F. Risk score, causes, and clinical impact of failure of transradial approach for percutaneous coronary interventions. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2013; 6: 1129–1137. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.05.019.
- Меркулов Е. В., Миронов В. М., Самко А. Н. Коронарная ангиография, вентрикулография, шунтография в иллюстрациях и схемах. М.: Медиа Медика; 2011: 18.
- Ognerubov D., Provatorov S., Merkulov E., Tereshenko A., Arutyunyan G., Tripoten M., Pogorelova O., Balahonova T., Samko A. P2475. Method of non-pharmacological recanalization of acute radial artery occlusion after coronary angiography via transradial access. *Eur. Heart J.* 2018; 39, Issue suppl. 1. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy565.P2475.
- Bertrand O. F., Rao S. V., Pancholy S., Jolly S. S., Rodés-Cabau J., Larose E., Costerousse O., Hamon M., Mann T. Transradial approach for coronary angiography and interventions: results of the first international transradial practice survey. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2010; 3: 1022–1031. DOI: 10.1016/j.jcin.2010.07.013.
- Pancholy S., Coppola J., Patel T., Roke-Thomas M. Prevention of radial artery occlusion-patent hemostasis evaluation trial (PROPHET study): a randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2008; 72: 335–340. DOI: 10.1002/ccd.21639.
- Cubero J. M., Lombardo J., Pedrosa C., Diaz-Bejarano D., Sanchez B., Fernandez V., Gomez C., Vazquez R., Molano F. J., Pastor L. F. Radial compression guided by mean artery pressure versus standard compression with a pneumatic device (RACOMAP). *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2009; 73: 467–472. DOI: 10.1002/ccd.21900.
- Sanmartin M., Gomez M., Rumoroso J. R., Sadaba M., Martinez M., Baz J. A., Iniguez A. Interruption of blood flow during compression and radial artery occlusion after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2007; 70: 185–189. DOI: 10.1002/ccd.21058.
- Pancholy S., Bernat I., Bertrand O., Patel T. Prevention of Radial Artery Occlusion After Transradial Catheterization the PROPHET-II Randomized Trial. *Jacc. Card. Interv.* 2016; 9(19): 1992–1999. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.07.020.
- Sakai H., Ikeda S., Harada T., Yonashiro S., Ozumi K., Ochi-ai M., Miyahara Y., Kohno S. Limitations of successive transradial approach in the same arm: the Japanese experience. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2001; 54: 204–208. DOI: 10.1002/ccd.1268.
- Barbeau G. R., Arsenault F., Dugas L., Simard S., Larivière M. M. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulseoximetry and plethysmography: Comparison with the Allen's test in 1010 patients. *Am. Heart J.* 2004; 147: 489–493. DOI: 10.1016/j.ahj.2003.10.038.
- Pancholy S. B. Transradial access in an occluded radial artery: New technique. *J. Invasive Cardiol.* 2007; 19: 541–544.
- Feray H., Izgi C., Cetiner D., Men E. E., Saltan Y., Baltay A., Kahraman R. Effectiveness of enoxaparin for prevention of radial artery occlusion after transradial cardiac catheterization. *J. Thromb. Thrombolysis.* 2010; 29: 322–325. DOI: 10.1007/s11239-009-0352-0.
- Pancholy S. B. Comparison of the effect of intra-arterial versus intravenous heparin on radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am. J. Cardiol.* 2009; 104(8): 1083–1085. DOI: 10.1016/j.amjcard.2009.05.057.
- Plante S., Cantor W. J., Goldman L., Miner S., Quesnelle A., Ganapathy A., Popel A., Bertrand O. F. Comparison of bivalirudin versus heparin on radial artery occlusion after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2010; 76(5): 654–658. DOI: 10.1002/ccd.22610.
- Spaulding C., Lefevre T., Funck F., Thebault B., Chauveau M., Ben Hamda K., Chalet Y., Monségu H., Tsocanakis O., Py A., Guillard N., Weber S. Left radial approach for coronary angiography: results of a prospective study. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1996; 39: 365–370. DOI: 10.1016/s0735-1097(96)81939-5.
- Bernat I., Bertrand O. F., Rokyta R., Kacer M., Pesek J., Koza J., Smid M., Bruhova H., Sterbakova G., Stepankova L., Costerousse O. Efficacy and safety of transient ulnar artery compression to recanalize acute radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am. J. Cardiol.* 2011; 107(11): 1698–1701. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.01.056.
- Dharma S., Kedev S., Patel T., Kiemeneij F., Gilchrist I. C. A novel approach to reduce radial artery occlusion after transradial catheterization: postprocedural/prehemostasis intra-arterial nitroglycerin. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2015; 85: 818–825. DOI: 10.1002/ccd.25661.
- Lemmer M. E., Oldroyd K., Barragan P., Lesiak M., Byrne R. A., Merkulov E., Daemen J., Onuma Y., Witberg K., van Geuns R. J. Reduced duration of dual antiplatelet therapy using an improved drug-eluting stent for percutaneous coronary intervention of the left main artery in a real-world, all-comer population: Rationale and study design of the prospective randomized multicenter IDEAL-LM trial. *Am. Heart J.* 2017 May; 187: 104–111. DOI: 10.1016/j.ahj.2017.02.015. Epub 2017 Feb 20.
- Mont'Alverne Filho J. R., Assad J. A., Zago Ado C., da Costa R. L., Pierre A. G., Saleh M. H., Barretto R., Braga S. L., Feres F., Sousa A. G., Sousa J. E. Comparative study of the use of diltiazem as an antispasmodic drug in coronary angiography via the transradial approach. *Arq. Bras. Cardiol.* 2003; 81: 59–63. DOI: 10.1590/s0066-782x2003000900005.
- Honda T., Fujimoto K., Miyao Y., Koga H., Hirata Y. Access site related complications after transradial catheterization can be reduced with smaller sheath size and statins. *Cardiovasc. Interv. Ther.* 2012; 27: 174–180. DOI: 10.1007/s12928-012-0108-1.
- Dery J. P., Simard S., Barbeau G. R. Reduction of discomfort at sheath removal during transradial coronary procedures with the use of a hydrophilic-coated sheath. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2001; 54: 289–294. DOI: 10.1002/ccd.1286.
- Kindel M., Ruppel R. Hydrophilic-coated sheaths increase the success rate of transradial coronary procedures and reduce patient discomfort but do not reduce the occlusion rate: Randomized single-blind comparison of coated vs. non-coated sheaths. *Clin. Res. Cardiol.* 2008; 97: 609–614. DOI: 10.1007/s00392-008-0658-5.
- Rathore S., Stables R. H., Pauriah M., Hakeem A., Mills J. D., Palmer N. D., Perry R. A., Morris J. L. Impact of length and hydrophilic coating of the introducer sheath on radial artery spasm during transradial coronary intervention: A randomized study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2010; 3: 475–483. DOI: 10.1016/s0735-1097(10)62042-6.
- Каледин А. Л., Кочанов И. Н., Подметин П. С., Селецкий С. С., Ардеев В. Н., Гарин Ю. Ю., Козаев А. В., Ибрагимов И. М. Дистальный отдел лучевой артерии при эндоваскулярных вмешательствах. *Эндоваскулярная хирургия.* 2017; 4(2): 125–133. DOI: 10.24183/2409-4080-2017-4-2-125-133.

29. Uhlemann M., Mobius-Winkler S., Mende M., Eitel I., Fuernau G., Sandri M., Adams V., Thiele H., Linke A. Schuler G., Gielen S. The Leipzig prospective vascular ultrasound registry in radial artery catheterization: impact of sheath size on vascular complications. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2012; 5(1): 36–43. DOI: 10.1016/j.jcin.2011.08.011.
30. Aminian A., Dolatabadi D., Lefebvre P., Zimmerman R., Brunner P., Michalakis G., Lalmand J. Initial experience with the glidesheath slender for transradial coronary angiography and intervention: A feasibility study with prospective radial ultrasound follow-up. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2014; 84(3): 436–442. DOI: 10.1002/ccd.25232.
31. Aminian A., Saito S., Takahashi A., Bernat I., Jobe R. L., Kajiji T., Gilchrist I. C., Louvard Y., Kiemeneij F., van Royen N., van Leeuwen M., Yamazaki S., Matsukage T., Iglesias J. F., Rao S. V. Impact of sheath size and hemostasis time on radial artery patency after transradial coronary angiography and intervention in Japanese and non-Japanese patients: A substudy from RAP and BEAT (Radial Artery Patency and Bleeding, Efficacy, Adverse event) randomized multicenter trial. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2018; 00: 1–8. DOI: 10.1002/ccd.27526.
- F Radial compression guided by mean artery pressure versus standard compression with a pneumatic device (RACOMAP). *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2009; 73: 467–472. DOI: 10.1002/ccd.21900.
11. Sanmartin M., Gomez M., Rumoroso J. R., Sadaba M., Martinez M., Baz J. A., Iniguez A. Interruption of blood flow during compression and radial artery occlusion after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2007; 70: 185–189. DOI: 10.1002/ccd.21058.
12. Pancholy S., Bernat I., Bertrand O., Patel T. Prevention of Radial Artery Occlusion After Transradial Catheterization the PROPHET-II Randomized Trial *Jacc. Card. Interv.* 2016; 9(19): 1992–1999. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.07.020.
13. Sakai H., Ikeda S., Harada T., Yonashiro S., Ozumi K., Ohe H., Ochiai M., Miyahara Y., Kohno S. Limitations of successive transradial approach in the same arm: the Japanese experience. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2001; 54: 204–208. DOI: 10.1002/ccd.1268.
14. Barbeau G. R., Arsenault F., Dugas L., Simard S., Lariviere M. M. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulseoximetry and plethysmography: Comparison with the Allen's test in 1010 patients. *Am. Heart J.* 2004; 147: 489–493. DOI: 10.1016/j.ahj.2003.10.038.
15. Pancholy S. B. Transradial access in an occluded radial artery: New technique. *J. Invasive Cardiol.* 2007; 19: 541–544.
16. Feray H., Izgi C., Cetiner D., Men E. E., Saktan Y., Baltay A., Kahraman R. Effectiveness of enoxaparin for prevention of radial artery occlusion after transradial cardiac catheterization. *J. Thromb. Thrombolysis.* 2010; 29: 322–325. DOI: 10.1007/s11239-009-0352-0.
17. Pancholy S. B. Comparison of the effect of intra-arterial versus intravenous heparin on radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am. J. Cardiol.* 2009; 104(8): 1083–1085. DOI: 10.1016/j.amjcard.2009.05.057.
18. Plante S., Cantor W. J., Goldman L., Miner S., Quesnelle A., Ganapathy A., Popel A., Bertrand O. F. Comparison of bivalirudin versus heparin on radial artery occlusion after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2010; 76(5): 654–658. DOI: 10.1002/ccd.22610.
19. Spaulding C., Lefevre T., Funck F., Thebault B., Chauveau M., Ben Hamda K., Chalet Y., Monségu H., Tsocanakis O., Py A., Guillard N., Weber S. Left radial approach for coronary angiography: results of a prospective study. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1996; 39: 365–370. DOI: 10.1016/s0735-1097(96)81939-5.
20. Bernat I., Bertrand O. F., Rokyta R., Kacer M., Pesek J., Koza J., Smid M., Bruhova H., Sterbakova G., Stepankova L., Costerousse O. Efficacy and safety of transient ulnar artery compression to recanalize acute radial artery occlusion after transradial catheterization. *Am. J. Cardiol.* 2011; 107(11): 1698–1701. DOI: 10.1016/j.amjcard.2011.01.056.
21. Dharma S., Kedev S., Patel T., Kiemeneij F., Gilchrist I. C. A novel approach to reduce radial artery occlusion after transradial catheterization: postprocedural/prehemostasis intra-arterial nitroglycerin. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2015; 85: 818–825. DOI: 10.1002/ccd.25661.
22. Lemmert M. E., Oldroyd K., Barragan P., Lesiak M., Byrne R. A., Merkulov E., Daemen J., Onuma Y., Witberg K., van Geuns R. J. Reduced duration of dual antiplatelet therapy using an improved drug-eluting stent for percutaneous coronary intervention of the left main artery in a real-world, all-comer population: Rationale and study design of the prospective randomized multicenter IDEAL-LM trial. *Am. Heart J.* 2017 May; 187: 104–111. DOI: 10.1016/j.ahj.2017.02.015. Epub 2017 Feb 20.
23. Mont'Alverne Filho J. R., Assad J. A., Zago Ado C., da Costa R. L., Pierre A. G., Saleh M. H., Barretto R., Braga S. L., Feres F., Sousa A. G., Sousa J. E. Comparative study of the use of diltiazem as an antispasmodic drug in coronary angiography via the transradial approach. *Arq. Bras. Cardiol.* 2003; 81: 59–63. DOI: 10.1590/s0066-782x2003000900005.
24. Honda T., Fujimoto K., Miyao Y., Koga H., Hirata Y. Access site related complications after transradial catheterization can be reduced with smaller sheath size and statins. *Cardiovasc. Interv. Ther.* 2012; 27: 174–180. DOI: 10.1007/s12928-012-0108-1.

## References

1. Bertrand O. F., Bélisle P., Joyal D., Costerousse O., Rao S. V., Jolly S. S., Meerkin D., Joseph L. Comparison of transradial and femoral approaches for percutaneous coronary interventions: a systematic review and hierarchical Bayesian meta-analysis. *Am. Heart J.* 2012; 163(4): 632–648. DOI: 10.1016/j.ahj.2012.01.015.
2. Sinha S. K., Mishra V., Afdali N., Jha M., Kumar A., Asif M., Thakur R., Varma C. Coronary Angiography Safety between Transradial and Transfemoral Access. *Cardiol. Res. Pract.* 2016; 2016: 4013843. DOI: 10.1155/2016/4013843.
3. Nardin M., Verdoia M., Barbieri L., Schaffer A., Suryapranata H., De Luca G. Radial vs Femoral Approach in Acute Coronary Syndromes: A Meta-Analysis of Randomized Trials. *Curr. Vasc. Pharmacol.* 2017; 16(1): 79–92. DOI: 10.2174/1570161115666170504125831.
4. Mamas M. A., Fraser D. G., Ratib K., Fath-Ordoubadi F., El-Omar M., Nolan J., Neyses L. Minimising radial injury: prevention is better than cure. *EuroIntervention.* 2014; 10: 824–832. DOI: 10.4244/eijv10i7a142.
5. Abdelaal E., Brousseau-Provencher C., Montminy S., Plourde G., MacHaalany J., Bataille Y., Molin P., Déry J. P., Barbeau G., Roy L., Larose É., De Larochelière R., Nguyen C. M., Proulx G., Costerousse O., Bertrand O. F. Risk score, causes, and clinical impact of failure of transradial approach for percutaneous coronary interventions. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2013; 6: 1129–1137. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.05.019.
6. Merkulov E. V., Mironov V. M., Samko A. N. Coronary angiography, ventriculography, bypass angiography in illustrations and schemas. Moscow: Media-Medica; 2011: 18 (In Russ).
7. Ognerubov D., Provatorov S., Merkulov E., Tereshenko A., Arutyunyan G., Tripoten M., Pogorelova O., Balahonova T., Samko A. P2475. Method of non-pharmacological recanalization of acute radial artery occlusion after coronary angiography via transradial access. *Eur. Heart J.* 2018; 39, Issue suppl. 1. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy565.P2475.
8. Bertrand O. F., Rao S. V., Pancholy S., Jolly S. S., Rodés-Cabau J., Larose E., Costerousse O., Hamon M., Mann T. Transradial approach for coronary angiography and interventions: results of the first international transradial practice survey. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2010; 3: 1022–1031. DOI: 10.1016/j.jcin.2010.07.013.
9. Pancholy S., Coppola J., Patel T., Roke-Thomas M. Prevention of radial artery occlusion-patent hemostasis evaluation trial (PROPHET study): a randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2008; 72: 335–340. DOI: 10.1002/ccd.21639.
10. Cubero J. M., Lombardo J., Pedrosa C., Diaz-Bejarano D., Sanchez B., Fernandez V., Gomez C., Vazquez R., Molano F. J., Pastor L.

25. Dery J. P., Simard S., Barbeau G. R. Reduction of discomfort at sheath removal during transradial coronary procedures with the use of a hydrophilic-coated sheath. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2001; 54: 289–294. DOI: 10.1002/ccd.1286.
26. Kindel M., Ruppel R. Hydrophilic-coated sheaths increase the success rate of transradial coronary procedures and reduce patient discomfort but do not reduce the occlusion rate: Randomized single-blind comparison of coated vs. non-coated sheaths. *Clin. Res. Cardiol.* 2008; 97: 609–614. DOI: 10.1007/s00392-008-0658-5.
27. Rathore S., Stables R. H., Pauriah M., Hakeem A., Mills J. D., Palmer N. D., Perry R. A., Morris J. L. Impact of length and hydrophilic coating of the introducer sheath on radial artery spasm during transradial coronary intervention: A randomized study. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2010; 3: 475–483. DOI: 10.1016/s0735-1097(10)62042-6.
28. Kaledin A. L., Kochanov I. N., Podmetin P. S., Seletskiy S. S., Ardeyev V. N., Garin Yu. Yu., Kozayev A. V., Ibragimov I. M. Distal part of the radial artery for endovascular interventions. *Endovasc. Surg.* 2017; 4(2): 125–133 (In Russ).
29. Uhlemann M., Mobius-Winkler S., Mende M., Eitel I., Fuernau G., Sandri M., Adams V., Thiele H., Linke A., Schuler G., Gielen S. The Leipzig prospective vascular ultrasound registry in radial artery catheterization: impact of sheath size on vascular complications. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2012; 5(1): 36–43. DOI: 10.1016/j.jcin.2011.08.011.
30. Aminian A., Dolatabadi D., Lefebvre P., Zimmerman R., Brunner P., Michalakakis G., Lalmand J. Initial experience with the glidesheath slender for transradial coronary angiography and intervention: A feasibility study with prospective radial ultrasound follow-up. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2014; 84(3): 436–442. DOI: 10.1002/ccd.25232.
31. Aminian A., Saito S., Takahashi A., Bernat I., Jobe R. L., Kajiya T., Gilchrist I. C., Louvard Y., Kiemencij F., van Royen N., van Leeuwen M., Yamazaki S., Matsukage T., Iglesias J. F., Rao S. V. Impact of sheath size and hemostasis time on radial artery patency after transradial coronary angiography and intervention in Japanese and non-Japanese patients: A substudy from RAP and BEAT (Radial Artery Patency and Bleeding, Efficacy, Adverse event) randomized multicenter trial. *Cathet. Cardiovasc. Interv.* 2018; 00: 1–8. DOI: 10.1002/ccd.27526.

*Поступила 31.08.2018  
Received August 31.2018*

### Информация о вкладе авторов

Огнерубов Д. В. — написание статьи, работа с литературными источниками, выбор необходимых и важных исследований последних лет, проверка критически важного интеллектуального содержания.  
Проваторов С. И. — проверка критически важного интеллектуального содержания.  
Меркулов Е. В. — разработка концепции и дизайна.  
Терещенко А. С. — обоснование рукописи.  
Самко А. Н. — окончательное утверждение для публикации рукописи.

### Сведения об авторах

**Огнерубов Дмитрий Викторович\***, аспирант отдела рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации.  
E-mail: ferux\_2008@mail.ru.

**Проваторов Сергей Ильич**, д-р мед. наук, старший научный сотрудник отдела легочной гипертензии и других заболеваний сердца, Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Меркулов Евгений Владимирович**, д-р мед. наук, профессор, старший научный сотрудник отдела рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Терещенко Андрей Сергеевич**, канд. мед. наук, научный сотрудник отдела рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Самко Анатолий Николаевич**, д-р мед. наук, профессор, руководитель отдела рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации.

### Information about the authors

**Ognerubov Dmitriy V.\***, Postgraduate Student of Catheterization Laboratory, National Cardiology Research Center of Ministry of Health of the Russian Federation.  
E-mail: ferux\_2008@mail.ru.

**Provatorov Sergej I.**, Dr. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Pulmonary Hypertension and Other Heart Diseases, National Cardiology Research Center of Ministry of Health of the Russian Federation.

**Merkulov Evgenij V.**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Senior Researcher, Catheterization Laboratory, National Cardiology Research Center of Ministry of Health of the Russian Federation.

**Tereshchenko Andrej S.**, Dr. Sci. (Med.), Researcher, Catheterization Laboratory, National Cardiology Research Center of Ministry of Health of the Russian Federation.

**Samko Anatolij N.**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Catheterization Laboratory, National Cardiology Research Center of Ministry of Health of the Russian Federation.