



УДК 616.133.3

DOI 10.17802/2306-1278-2018-7-4-112-120

КАРОТИДНОЕ СТЕНТИРОВАНИЕ ТРАНСРАДИАЛЬНЫМ ДОСТУПОМ**Д.У. Малаев** ✉, **Е.И. Кретов**, **В.И. Байструков**, **А.А. Прохорихин**, **А.А. Бойков***Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Центр новых хирургических технологий, ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, Российская Федерация, 630055***Основные положения**

- Представлен обзор наиболее значимых исследований, посвященных каротидному стентированию трансрадиальным доступом.
- Выявлено, что трансрадиальный доступ является достойной альтернативой трансфеморальному при каротидном стентировании, однако сопровождается высокой частотой неуспеха процедуры.
- Использование трансрадиального доступа снижает частоту сосудистых осложнений и является предпочтительным при вмешательстве на правой ВСА или на левой при бычьей дуге аорты.

Резюме

Примерно 20% ишемического инсульта приходится на долю стенотического поражения каротидных артерий. С ростом опыта хирургов и продолжающимся усовершенствованием устройств каротидное стентирование (КС) стало эффективной альтернативой каротидной эндартерэктомии. Традиционным доступом при КС является трансфеморальный (ТФ) доступ. Однако из-за заболеваний периферических артерий, сложной анатомии дуги аорты ТФ-доступ не всегда может быть выполнен. Множество рандомизированных исследований доказали эффективность и безопасность трансрадиального (ТР) доступа при коронарных вмешательствах. Аналогичная техника была адаптирована для КС. Таким образом, данная статья является обзором наиболее значимых исследований, посвященных КС ТР-доступом, поиску преимуществ и недостатков, а также выбору оптимального сосудистого доступа в зависимости от анатомических особенностей пациента. ТР-доступ является достойной альтернативой ТФ при КС, однако он сопровождается высокой частотой неуспеха процедуры по сравнению с ТФ-доступом. Использование ТР-доступа сопровождается снижением частоты сосудистых осложнений и является предпочтительным при вмешательстве на правой ВСА или на левой при бычьей дуге аорты.

Ключевые слова

Каротидное стентирование • Трансрадиальный доступ • Трансфеморальный доступ

*Поступила в редакцию: 05.07.18; поступила после доработки: 30.07.18 ; принята к печати: 05.08.18***TRANSRADIAL APPROACH FOR CAROTID ARTERY STENTING****D.U. Malaev** ✉, **E.I. Kretov**, **V.I. Baystrukov**, **A.A. Prokhorikhin**, **A.A. Boykov***E. Meshalkin National Medical Research Centre, 15, Rechkunovskaya Street, Novosibirsk, Russian Federation, 630055***Highlights**

- The article presents a review of the major studies focused on carotid stenting via the transradial approach.
- Transradial approach has been found to be a good alternative to transfemoral approach for carotid artery stenting, but is accompanied by a high rate of unsuccessful procedures.
- Transradial approach reduces the incidence of vascular complications and is preferable when interfering with the right ICA or the left with bovine aortic arch.

Abstract

Approximately 20% of ischemic strokes are provoked by stenotic carotid artery lesions. With the growing experience of surgeons and the continued improvement of devices, carotid artery stenting has become an effective alternative to carotid endarterectomy. Traditional access to carotid artery stenting is transfemoral approach. However, due to peripheral artery disease and challenging anatomy of the aortic arch, transfemoral approach may be problematic. A number of randomized trials have proven the efficacy

*Для корреспонденции: Малаев Дастан Урматович, e-mail: dastan.kgma@gmail.com тел. +7(952)904-51-44; адрес: 630055, Россия, г. Новосибирск, ул. Речкуновская, 15**Corresponding author: Malaev Dastan U., e-mail: dastan.kgma@gmail.com tel. +7(952)904-51-44; address: Russian Federation, 630055, Novosibirsk, 15, Rechkunovskaya St.*

and safety of transradial access for coronary interventions. A similar technique was adapted for coronary artery stenting. The article provides a review of the major studies dedicated to coronary artery stenting via transradial approach, discusses all benefits and limitations as well as provide the guide to select an optimal vascular access, depending on the patient's anatomical characteristics. Transradial approach is shown to be a good alternative to transfemoral approach for coronary artery stenting. However, it is accompanied by a high rate of unsuccessful procedures compared to transfemoral approach. Nevertheless, transradial approach is accompanied by a decrease in the rate of vascular complications, and is preferable for intervening on the right ICA, or on the left with bovine aortic arch.

Keywords

Carotid artery stenting • Transradial approach • Transfemoral approach

Received: 05.07.18; received in revised form: 30.07.18; accepted: 05.08.18

Список сокращений

ВСА – внутренняя сонная артерия	ТФ – трансфеморальный
КС – каротидное стентирование	ТР – трансрадиальный
ОСА – общая сонная артерия	МАССЕ – major adverse cardiac and cerebrovascular events
ТИА – транзитная ишемическая атака	(большие кардиальные и церебральные события)

Введение

По данным ВОЗ, инсульт занимает второе место среди главных причин смертности населения во всем мире и первое место среди причин инвалидизации взрослого населения в экономически развитых странах [1]. Показатели ежегодной заболеваемости и смертности от инсульта в Российской Федерации – одни из наиболее высоких в мире. Около 450–500 тыс. граждан ежегодно переносят тот или иной вид инсульта, и около 200 тыс. россиян погибают вследствие перенесенного инсульта [2, 3]. Примерно 20% ишемического инсульта приходится на долю стенотического поражения каротидных артерий [4]. Целью современного лечения стеноза каротидных артерий является препятствование прогрессированию заболевания и профилактика инсульта. С ростом опыта хирургов и продолжающимся усовершенствованием устройств каротидное стентирование (КС) стало эффективным методом лечения стеноза каротидных артерий. Традиционным доступом при КС является трансфеморальный (ТФ) доступ. Однако из-за заболеваний периферических артерий и сложной анатомии дуги аорты ТФ-доступ не всегда может быть выполнен [5]. Трансцервикальный, трансбрахиальный и трансрадиальный (ТР) доступы являются альтернативой ТФ-доступу. Однако трансбрахиальный и трансцервикальный доступы в рутинной практике практически не используются из-за высокой частоты осложнений, связанных с местом сосудистого доступа [6, 7].

Множество рандомизированных исследований доказали эффективность и безопасность ТР-доступа при коронарных вмешательствах [8, 9]. Аналогичная техника была адаптирована для КС [10]. Рациональность использования ТР-доступа объясня-

ется снижением частоты сосудистых осложнений и уменьшением времени пребывания пациента в стационаре [11–7].

Трансрадиальный доступ

Использование ТР-доступа для проведения коронарографии впервые было описано L. Camreau в 1989 году [18]. О безопасности и целесообразности использования ТР-доступа при коронарных вмешательствах сообщалось во многих публикациях [8, 9, 19, 20]. Благодаря положительным результатам, полученным в исследованиях [19], ТР-доступ получил широкое распространение в коронарной интервенции, также в ходе исследований было доказано снижение финансовых затрат из-за низкой частоты сосудистых осложнений, отсутствия необходимости в ушивающих устройствах и сокращения продолжительности госпитализации [21].

Одно из первых исследований, посвященных КС ТР-доступом, было проведено Folmar [22] с коллегами в 2007 году. Они доказали возможность использования ТР-доступа при стентировании внутренней сонной артерии (ВСА) 42 пациентов с высоким хирургическим риском, 9 из которых имели симптомный стеноз. Суммарный успех процедуры составил 83% (35/42), из них 97% (28/29) – при стентировании правой ВСА, 80% (4/5) – при стентировании левой ВСА при бычьей анатомии дуги аорты и только 54% (7/13) – при стентировании левой ВСА. Неуспех процедур был связан с недостаточной поддержкой проводникового катетера. Один пациент получил инсульт в ходе исследования, и не было ни одного случая осложнений, связанных с сосудистым доступом.

Позднее, в ноябре того же года, в журнале «The Society for Vascular Surgery» Pinter и его коллеги [10]

опубликовали опыт КС ТР-доступом 20 пациентам с высоким хирургическим риском, 7 из которых имели симптомный стеноз. В результате был достигнут 90% (18/20) успех процедуры. Из-за выраженного спазма радиальной артерии и недостаточной поддержки катетера у двоих пациентов не удалось выполнить процедуру ТР-доступом. Не было выявлено случаев инсульта, инфаркта миокарда или сосудистых осложнений. Авторами был разработан алгоритм выбора сосудистого доступа в зависимости от анатомии дуги аорты, теста Аллена и диаметра радиальной артерии. В кратком виде авторский алгоритм выбора сосудистого доступа при стентировании каротидных артерий может быть описан следующим образом:

1. Выявление «гемодинамической значимости» стеноза сонной артерии и верификация пациента высокого хирургического риска.

2. Выполнение методов визуализации (КТ/МРТ).

3. При верификации I типа дуги аорты и сочетания поражений левой ВСА предлагается использовать ТФ-доступ.

4. При сочетании II/III типов дуги аорты, «бычьей» формы дуги аорты и поражения левой ВСА или при поражении правой ВСА проводят тест Алена и дуплексное сканирование лучевой артерии.

4.1. при отрицательном тесте Алена и диаметре артерии $\leq 2,5$ мм рекомендуют ТФ-доступ.

4.2. при положительном тесте Алена и диаметре артерии ≥ 2 мм рекомендуют ТР-доступ.

В публикациях, посвященных КС ТР-доступом, обычно используют правую радиальную артерию. Это объясняется несколькими причинами. Наиболее распространенная из них – это удобство манипуляции катетером, хирургу не приходится наклоняться над пациентом, для того чтобы достать катетер. Еще одной причиной является простота катетеризации правой общей сонной артерии (ОСА) и левой ОСА при бычьей дуге аорты через правую радиальную артерию [12]. Тем не менее, Patel [13] и его коллеги провели исследование, в котором было выполнено стентирование ВСА контралатеральным ТР-доступом. Целью исследования было определение возможности контралатерального стентирования ВСА через радиальную артерию. Всего в исследование было включено 20 пациентов со средним возрастом $65 \pm 0,5$ лет и со стенозом ВСА $> 80\%$. Из них двенадцать пациентов подверглись стентированию правой ВСА через левую радиальную артерию и восемь пациентов – левой ВСА через правую радиальную артерию. В результате успех процедуры при стентировании правой ВСА составил 100% (12/12) и 50% (4/8) – при стентировании левой ВСА. В ходе исследования не было выявлено сосудистых осложнений, и только у одного пациента развилась транзиторная ишемическая атака (ТИА) с полным разрешением симптоматики

в течение 1 часа (Табл. 1). Острый угол между левой ОСА и дугой аорты явился причиной неуспеха процедуры у 4 пациентов, в результате чего катетер не удалось провести в ОСА.

Это исследование подтверждает безопасность и техническую возможность контралатерального КС через радиальную артерию. Авторы отмечают, что контралатеральный ТР-доступ дает достаточно стабильную поддержку катетеру, особенно при стентировании правой ВСА через левую радиальную артерию.

Основной причиной неуспеха процедур КС ТР-доступом является недостаточная поддержка катетера, в результате чего катетер не удается провести в целевую ОСА [11–13]. В 2010 году в журнале «Annals of Vascular Surgery» Fang [14] и его коллеги описали и успешно применили новую технику катетеризации ОСА альтернативным доступом CLARET (Catheter Looping And Retrograde Engagement Technique). Суть метода заключается в образовании петли проводниковым катетером в восходящей аорте с использованием правой створки аортального клапана в качестве дополнительной поддержки. Таким образом, проводниковый катетер, заведенный в ОСА, образует так называемый «анатомический треугольник» образованный подключичной артерией или брахицефальным стволом, правой створкой аортального клапана и общей сонной артерией. Этот треугольник обеспечивает нужную поддержку катетеру и позволяет проводить процедуру даже у пациентов с острым углом отхождения подключичной и ОСА.

Используя данную технику, авторы провели проспективное одноцентровое исследование, в которое

Таблица 1. Успех процедуры
Table 1. Procedural success

Успех процедуры / Procedural success	n (%)
Суммарный успех процедуры	16/20 (80%)
Правая ВСА / Right ICA	12/12 (100%)
Левая ВСА / Left ICA	4/8 (50%)
Осложнения / Complications	
ТИА / TIA	1 (5%)
Сосудистые осложнения / Vascular complications	0
30-дневный контроль / 30-day follow-up	
Смерть / Death	0
Церебральные осложнения / Cerebral complications	0
ИМ / MI	0
Продолжительность госпитализации (дней) / Length of in-hospital stay (days)	$3 \pm 0,5$

Примечание: ВСА – внутренняя сонная артерия; ИМ – инфаркт миокарда; ТИА – транзиторная ишемическая атака;
Note: ICA – internal carotid artery; MI – myocardial infarction; TIA – transient ischemic attack.

был включен 161 пациент со средним возрастом $71 \pm 8,9$ лет, из них около 17% пациентов были старше 80 лет. В качестве сосудистого доступа авторы использовали высокую радиальную (10 см выше шиловидного отростка) или брахиальную артерии. Выбор сосудистого доступа зависел от роста пациента, так как при использовании техники CLARET большая часть длины катетера теряется вследствие образования петли поддержки, и он становится коротким для проведения в ОСА. Таким образом, у пациентов с ростом > 175 см использовался трансбрахиальный доступ ($n = 61$). Средняя продолжительность процедур в исследовании составила 42 мин. При помощи данной техники авторам удалось добиться 100% ангиографического успеха и 99,4% процедурного успеха. У одного пациента из-за окклюзии наружной сонной артерии на стороне поражения не удалось заякориться проводником, что и стало причиной единственного неуспеха процедуры. Осложнения, полученные в ходе исследования, были сопоставимы с другими публикациями и представлены в Табл. 2.

Данное исследование демонстрирует возможность использования техники CLARET для достижения высокой частоты процедурного успеха КС альтернативным сосудистым доступом. Авторы отмечают, что ключевым моментом успешного использования данной техники является выбор проводникового катетера, необходимо выбирать более мягкие катетеры, так как жесткие проводниковые катетеры могут попросту сломаться в восходящей аорте при образовании петли.

Самым крупным исследованием, посвященным КС ТР-доступом, является публикация Etxegoien [11] и его коллег. Они провели ретроспективный

анализ стентирования ВСА ТР-доступом 382 пациентов. Средний возраст пациентов составил 68 ± 8 лет. Первичной комбинированной конечной точкой был инсульт или инфаркт миокарда в течение 30 дней после процедуры. Процедура была успешно выполнена в 347/382 (91%) случаев (Табл. 3). Самой главной причиной неуспешной процедуры была невозможность катетеризации ОСА из-за недостаточной поддержки, в результате которой проводниковый катетер проваливался в аорту.

Частота неблагоприятных событий, полученных в ходе исследования, заметно не отличалась от других исследований (Табл. 4) [23].

Результаты этого исследования подтверждают, что ТР-доступ является достойной альтернативной ТФ при КС. Процедура была успешно выполнена на большой популяции пациентов с низкой частотой осложнений. Тем не менее, это исследование имело свои ограничения, такие как отсутствие рандомизации, ретроспективный дизайн, включающий только определенных пациентов.

Позднее Ruzsa [17] и его коллеги провели рандомизированное исследование, оценивающее эффективность и безопасность ТР- по сравнению с ТФ-доступом при КС (RADCAR). В исследование было включено 260 пациентов. Пациенты были рандомизированы 1:1 в группу ТР ($n = 130$) и ТФ ($n = 130$).

Таблица 2. Госпитальные результаты
Table 2. Hospital outcomes

Неврологические осложнения / Neurologic complications	%, (n)
Большой инсульт / Major stroke	1,2% (2)
Малый инсульт / Minor stroke	3,7% (6)
ТИА / TIA	1,9% (3)
Синдром гиперперфузии / Hyperperfusion syndrome	1,2% (2)
Контраст-индуцированная энцефалопатия / Contrast-induced encephalopathy	0,62% (1)
30-дневные результаты / 30-day outcomes	
ИМ / MI	0% (0)
Сохраненные сенсорные нарушения / Preserved sensory and motor disorders	1,2% (2)
Госпитальная летальность / In-hospital mortality	0,62% (1)
Сосудистые осложнения на месте доступа / Vascular complications at access site	1,2% (2)

Примечание: ИМ – инфаркт миокарда; ТИА – транзиторная ишемическая атака;
Note: MI – myocardial infarction; TIA – transient ischemic attack.

Таблица 3. Результат процедуры
Table 3. Surgical results

Успех процедуры / Procedural success	n (%)
Суммарный успех процедуры / Total procedural success	347/382 (91%)
ПВСА / RICA	201/216 (93%)
ЛВСА / LICA	132/150 (88%)
Бычья дуга+ЛВСА / Bovine arch + LICA	14/16 (88%)

Примечание: ЛВСА – левая внутренняя сонная артерия; ПВСА – правая внутренняя сонная артерия;
Note: LICA – left internal carotid artery; RICA – right internal carotid artery.

Таблица 4. Осложнения
Table 4. Complications

Осложнения / Complications	n (%)
Смерть / Death	1/347 (0,3%)
Большой инсульт / Major stroke	2/347 (0,6%)
Малый инсульт / Minor stroke	3/347 (1%)
ТИА / TIA	10/347 (3%)
Окклюзия трансрадиальной артерии / Occlusion of the transradial artery	23/347 (7%)
Большие сосудистые осложнения / Major vascular adverse events	0/347 (0%)
ИМ / MI	0/347 (0%)

Примечание: ИМ – инфаркт миокарда; ТИА – транзиторная ишемическая атака;
Note: MI – myocardial infarction; TIA – transient ischemic attack.

Первичной комбинированной конечной точкой были большие кардиальные и церебральные события (МАССЕ) и частота сосудистых осложнений. Вторичная конечная точка исследования включала ангиографический результат процедуры, время флюороскопии, рентгенграфии, продолжительность процедуры, дозу облучения, частоту перехода в другую группу (конверсия) и количество госпитальных дней. В результате был достигнут 100% успех процедуры, однако конверсия при ТР-доступе был значительно выше, чем при ТФ (13 (10%) против 2 (1,5%) $p = 0,003$). Не было существенной разницы по частоте МАССЕ в группах ни по РР (pre-protocol) ни по ИТТ (intention-to-treat) анализу: она составила 0,9% в группе ТР против 0,8% в группе ТФ ($p = 0,999$). ТИА с полным разрешением в течение 12 часов возникла у 1 пациента (0,8%) в группе ТФ и не было в группе ТР. Большие сосудистые осложнения возникли у двоих пациентов: один (0,9%) в группе ТР (симптомная окклюзия радиальной артерии у пациента с болезнью Бюргера) и другой (0,8%) в группе ТФ (образование псевдоаневризмы на месте сосудистого доступа). Малые сосудистые осложнения возникли у 9 пациентов (7%) в группе ТР и у 6 пациентов (4,7%) в группе ТФ. По времени процедуры и времени флюороскопии не было существенной разницы между группами, однако при ИТТ-анализе доза облучения в группе ТР была существенно выше, чем в группе ТФ (195 [130–288] против 150 [104–241] $p < 0,05$). Количество госпитальных дней при РР-анализе было значительно ниже в группе ТР ($1,17 \pm 0,4$ против $1,25 \pm 0,45$, $p < 0,05$), но при ИТТ-анализе эта разница не была значимой. По результатам исследования авторы пришли к выводу, что ТР-доступ является достаточно эффективным и безопасным при КС, однако сопровождается высокой частотой конверсии. Основной причиной конверсии являлась техническая сложность катетеризации ОСА ТР-доступом. Одним из главных недостатков данного исследования является отсутствие диагностики очагов микроэмболических поражений головного мозга после КС.

Самой большой технической проблемой при КС ТФ-доступом является сложная анатомия дуги аорты (бычья дуга, II и III типы дуги аорты) [24]. Частота встречаемости бычьей дуги аорты во взрослой популяции населения, по некоторым данным, составляет 27,4% [25]. Стенотическое поражение левой ВСА в сочетании с бычьей дугой аорты представляет собой вызов для эндоваскулярного хирурга, особенно при ТФ-доступе. В 2014 году Montorsi [12] и его коллеги провели ретроспективный анализ результатов КС 60 пациентов с поражением левой ВСА в сочетании с бычьей анатомией дуги. КС было выполнено через правую радиальную ($n = 32$) и правую брахиальную ($n = 28$) артерии. Средний возраст пациентов составил 73 ± 9 лет. Процедура была успешно выполнена в 59 (98,3%) случаях. У одного пациента из-за

острого угла отхождения подключичной артерии и левой ОСА (18°) не удалось катетеризировать ОСА. У двоих пациентов с трансбрахиальным доступом возникли большие сосудистые осложнения (псевдоаневризма и подострый тромбоз брахиальной артерии). На госпитальном этапе у одного пациента развилась ретинальная эмболия, и у одного пациента возник малый инсульт с полным разрешением симптомов в течение 7 дней. Хотя сравнительный анализ с ТФ-доступом не проводился, авторы отмечают некоторые преимущества ТР-доступа при стентировании левой ВСА при бычьей дуге аорты: 1) отсутствие контакта катетера и проводника с дугой аорты (что способствует снижению частоты эмболических поражений) [5]; 2) легкий и быстрый доступ к целевой артерии из-за благоприятного анатомического пути; 3) снижение риска сосудистых осложнений; 4) ранняя мобилизация пациента.

Обсуждение

Самыми частыми осложнениями при КС ТФ-доступом являются кровотечения и сосудистые осложнения. В исследовании CREST [23] было продемонстрировано, что переливание крови после КС ассоциировалось с увеличением риска возникновения инсульта. Использование ТР-доступа может минимизировать риски кровотечений. В мета-анализе по сравнению ТФ- и ТР-доступа при коронарных вмешательствах было доказано, что ТР-доступ снижает риск кровотечений на 78% [26].

Однако стоит отметить, что при КС ТР-доступом высока частота неуспеха процедуры. Это объясняется несколькими причинами: первой и самой распространенной является техническая сложность катетеризации ОСА из-за недостаточной поддержки, что в основном встречается при вмешательствах на левой ВСА. К примеру, успех процедуры при стентировании левой ВСА ТР-доступом составил 54% у Folmar, 50% у Patel и 88% у Etxegoien. Вторая причина – это склонность радиальной артерии к спазмированию. Средний внутренний диаметр радиальной артерии составляет $3,1 \pm 0,60$ мм у мужчин и $2,8 \pm 0,60$ мм у женщин [27]. Это теоретически позволяет свободно использовать 6-7 Fr-катетеры у большинства пациентов. Однако радиальная артерия имеет тенденцию к спазмированию, что может препятствовать проведению катетера и вызывает сильную боль у пациента. Это и явилось причиной конверсии одного пациента в исследовании Ruzsa (RADCAR) и у одного в исследовании Pinter. Очень важно использовать сосудорасширяющие средства (изосорбида динитрат, верапамил) сразу же после установки интродьюсера. Это позволит снизить риски спазмирования или окклюзии радиальной артерии с 60% до 3% [28]. Третья причина – это окклюзионно-стенотические заболевания и извитость артерии верхних конечностей,

стало причиной неуспеха процедуры у троих пациентов в исследовании RADCAR.

Около 50% пациентов после КС ТФ-доступом получают очаговые микроэмболии головного мозга на МРТ [29]. Несмотря на то, что большая часть очаговых поражений после КС протекает бессимптомно [30], они являются маркерами ухудшения когнитивных функций и увеличения риска повторных церебральных событий [31, 32]. При КС ТФ-доступом 60% очаговых поражений возникают вне зоны кровоснабжения целевой каротидной артерии [33]. Это свидетельствует о том, что эмболические события вне зоны кровоснабжения стентированной каротидной артерии строго ассоциированы с манипуляцией катетером на дуге аорты [33]. Использование ТР-доступа теоретически может минимизировать контакт катетера с дугой аорты и таким образом снизить риск эмболических осложнений, особенно при вмешательстве на правой ВСА и на левой при бычьей дуге аорты. Однако на сегодня не существует исследований, оценивающих микроэмболические поражения головного мозга после КС ТР-доступом. Необходимо дальнейшее изучение проблемы, проведение дополнительных исследований, посвященных сравнению ТР- и ТФ-доступов

при КС, с акцентом на диагностику микроэмболических очагов.

Заключение

Опираясь на вышеперечисленные публикации, можно прийти к выводу, что ТР-доступ является достойной альтернативой ТФ при КС, однако он сопровождается высокой частотой неуспеха процедуры по сравнению с ТФ-доступом. Использование ТР-доступа сопровождается снижением частоты сосудистых осложнений и является предпочтительным при вмешательстве на правой ВСА или на левой при бычьей дуге аорты.

Конфликт интересов

Д.У. Малаев заявляет об отсутствии конфликта интересов. Е.И. Кретов заявляет об отсутствии конфликта интересов. В.И. Байструков заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.А. Прохорихин заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.А. Бойков заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Малаев Дастан Урматович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, аспирант Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

Кретов Евгений Иванович, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник центра интервенционной кардиологии, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

Байструков Виталий Игоревич, кандидат медицинских наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

Прохорихин Алексей Андреевич, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, аспирант Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

Бойков Андрей Александрович, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, аспирант Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени акад. Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация.

Information about authors

Malaev Dastan U., interventional cardiologist, PhD student at the E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation;

Kretov Evgeniy I., MD, PhD, leading researcher at the Center for Interventional Cardiology, interventional cardiologist, E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation;

Baystrukov Vitaliy I., PhD, interventional cardiologist, E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation;

Prokhorikhin Alexey A., interventional cardiologist, PhD student at the E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation;

Boykov Andrey A., interventional cardiologist, PhD student at the E. Meshalkin National Medical Research Centre, Novosibirsk, Russian Federation.

Вклад авторов в статью

МДУ – получение, анализ и интерпретация данных, написание

Authors contribution

MDU – data collection, analysis and interpretation, manuscript

статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

KEI – анализ и интерпретация данных, внесение корректив в статью, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

BVI – анализ данных, внесение корректив в статью, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

ПАА – получение данных, внесение корректив в статью, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

БАА – получение и интерпретация данных, внесение корректив в статью, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание.

writing, approval of the final version, fully responsible for the content;

KEI – data analysis and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

BVI – data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

ПАА – data collection, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

БАА – data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sudlow C.L., Warlow C.P. Comparing stroke incidence worldwide: what makes studies comparable? *Stroke*. 1996; 27:550-558, DOI: 10.1161/01.STR.27.3.550
2. Верещагин Н.В., Варакин Ю.Я. Эпидемиология инсульта в России. В: редакторы Верещагин Н.В., Пирадов М.А., Евзельман М.А. Неотложные состояния в неврологии. Москва: Фаворь; 2002. с. 16-21.
3. Виленский Б.С. Осложнения инсульта: профилактика и лечение. СПб.: Фолиант; 2000.
4. Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS): a randomised trial. *Lancet*. 2001 Jun 2;357(9270):1729-37.
5. Kedev S. Transradial carotid artery stenting: examining the alternatives when femoral access is unavailable. *Interv Cardiol*. 2014;6(5):463-475.
6. Heenan S.D., Grubnic S., Buckenham T.M., Belli A.M. Transbrachial arteriography: indications and complications. *Clin Radiol*. 1996;51:205-9.
7. Kiemeneij F., Laarman G.J., Odekerken D., Slagboom T., van der Wieken R. A randomized comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty by the radial, brachial and femoral approaches: the Access study. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29:1269-75.
8. Ferrante G., Rao S.V., Juni O., Da Costa B.R., Reimers B., Condorelli G. et al. Radial versus femoral access for coronary interventions across the entire spectrum of patients with coronary artery disease: a meta-analysis of randomized trials. *JACC Cardiovasc Interv*. 2016;9:14-19, DOI: 10.1016/j.jcin.2016.04.014
9. Jang J.S., Jin H.Y., Seo J.S., Yang T.H., Kim D.K., Kim D.I. et al. The transradial versus the transfemoral approach for primary percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *EuroIntervention*. 2012 Aug;8(4):501-10. DOI: 10.4244/EIJV8I4A78.
10. Pinter L., Cagiannos C., Ruzsa Z., Bakoyiannis C., Kolvenbach R. Report on initial experience with transradial access for carotid artery stenting. *J Vasc Surg*. 2007; 45:1136-41, DOI: 10.1016/j.jvs.2007.02.035
11. Etxegoien N., Rhyne D., Kedev S., Sachar R., Mann T. The transradial approach for carotid artery stenting. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2012; 80:1081-7, DOI: 10.1002/ccd.24503
12. Montorsi P., Galli S., Ravagnani P.M., Trabattoni D., Fabbicchi F., Lualdi A. et al Carotid Artery Stenting in Patients With Left ICA Stenosis and Bovine Aortic Arch: A Single-Center Experience in 60 Consecutive Patients Treated Via the Right Radial or Brachial Approach. *J Endovasc Ther*. 2014 Feb;21(1):127-36. DOI: 10.1583/13-4491MR.1.
13. Patel T., Shah S., Ranian A., Malhotra H., Pancholy S., Coppola J. Contralateral transradial approach for carotid artery stenting: a feasibility study. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010 Feb 1;75(2):268-75. DOI: 10.1002/ccd.22159.
14. Fang H., Chung S., Sun C., Youssef A.A., Bhasin A., Tsai T.H. et al. Transradial and transbrachial arterial approach for simultaneous carotid angiographic examination and stenting using catheter looping and retrograde engagement technique. *Ann Vasc Surg*. 2010 Jul;24(5):670-9. DOI: 10.1016/j.avsg.2009.12.001.
15. Mendiz O.A., Sampaolesi A.H., Londero H.F., Fava C.M., Lev G.A., Valdivieso L.R. Initial experience with transradial access for carotid stenting. *Vasc Endovascular Surg*. 2011 Aug;45(6):499-503. DOI: 10.1177/1538574411405547.
16. Mendiz O.A., Fava C., Lev G., Caponi G., Valdivieso L. Transradial Versus Transfemoral Carotid Artery Stenting: A 16-Year Single-Center Experience. *J Interv Cardiol*. 2016 Dec; 29 (6):588-593, DOI: 10.1111/joic.12342
17. Ruzsa Z., Nemes B., Pinter L., Berta B., Tóth K., et al, A randomised comparison of transradial and transfemoral approach for carotid artery stenting: RADCAR (RADial access for CARotid artery stenting) study. *EuroIntervention*. 2014 Jul; 10(3):381-91. DOI: 10.4244/EIJV10I3A64.
18. Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1989;16:3-7.
19. Jeffrey M., Schussler M.D. Effectiveness and safety of transradial artery access for cardiac catheterization. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*. 2011 Jul; 24(3):205-209.
20. Prokhorikhin A.A., Baystrukov V.I., Grazhdankin I.O., Ponomarev D.N., Verin V.V., Osiev A.G., Ganyukov V.I., Protopopov A.V., Dyomin V.V., Abugov S.A., Boykov A.A., Malaev D.U., Karaskov A.M., Pokushalov E.A., Kretov E.I. Prospective randomized, single-blind, multicenter study of sirolimus-eluting coronary stent “Calypso” vs everolimus-eluting coronary stent “XiencePrime”: results of the PATRIOT trial. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2017;21(3):76-85 (In Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3-76-85>
21. Slagboom T., Kiemeneij F., Laarman G.J., van Der Wieken R., Odekerken D. Actual outpatient PTCA: Results of the OUTCLAS pilot study. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2001; 53:204-8, DOI: 10.1002/ccd.1149
22. Folmar J., Sachar R., Mann T. Transradial approach for carotid artery stenting: a feasibility study. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2007;69:355-361. DOI: 10.1002/ccd.21049
23. Hill M.D., Brooks W., Mackey A., Clark W.M., Meschia J.F., Morrish W.F. et al. Stroke After Carotid Stenting and Endarterectomy in the Carotid Revascularization Endarterectomy Versus Stenting Trial (CREST). *Circulation*. 2012 Dec 18;126(25):3054-61. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.120030
24. Macdonald S., Lee R., Williams R., Stansby G. Delphi Carotid Stenting Consensus Panel, Towards safer carotid artery stenting: a scoring system for anatomic suitability. *Stroke*. 2009;40:1698-1703. doi: 10.1161/STROKEAHA.109.547117

25. Berko N.S., Jain V.R., Godelman A., Stein E.G., Ghosh S., Haramati L.B. Variants and anomalies of thoracic vasculature on computed tomographic angiography in adults. *J Comput Assist Tomogr.* 2009;33:523-528. DOI: 10.1097/RCT.0b013e3181888343.

26. Bertrand O.F., Bélisle P., Joyal D., Costerousse O., Rao S.V., Jolly S.S., Meerkink 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 Apr;163(4):632-48. DOI: 10.1016/j.ahj.2012.01.015.

27. 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;46:173-8, DOI: 10.1002/(SICI)1522-726X(199902)46:2<173::AID-CCD12>3.0.CO;2-4

28. Stella P.R., Kiemeneij F., Laarman G.J., Odekerken D., Slagboom T., van der Wieken R. Incidence and outcome of radial artery occlusion following transradial artery coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1997;40:156-8.

29. Bonati L.H., Jongen L.M., Haller S. New ischaemic brain lesions on MRI after stenting or endarterectomy for

symptomatic carotid stenosis: a substudy of the International Carotid Stenting Study (ICSS). *Lancet Neurol.* 2010;9:353-362. DOI: 10.1016/S1474-4422(10)70057-0.

30. Kim H.J., Lee H.J., Yang J.H., Yeo I.S., Yi J.S., Lee I.W. et al. The influence of carotid artery catheterization technique on the incidence of thromboembolism during carotid artery stenting. *Am J Neuroradiol.* 2010; 31:1732-1736. DOI: 10.3174/ajnr.A2141

31. Vermeer S.E., Prins N.D., den Heijer T., Hofman A., Koudstaal P.J., Breteler M.M. Silent brain infarcts and the risk of dementia and cognitive decline. *N Engl J Med.* 2003;348:1215-22.

32. Gensick H., van der Worp B., Nederkoorn P.J., Macdonald S., Gaines P.A., van der Lugt A. et al, Ischemic Brain Lesions After Carotid Artery Stenting Increase Future Cerebrovascular Risk. *J Am Coll Cardiol.* 2015 Feb 17;65(6): 521-529, DOI: 10.1016/j.jack.2014.11.038

33. Hammer FD, Lacroix V, Duprez T, Grandin C, Verhelst R, Peeters A, Cosnard G. Cerebral microembolization after protected carotid artery stenting in surgical high-risk patients: results of a 2-year prospective study. *J Vasc Surg.* 2005; 42: 847-853 DOI: 10.1016/j.jvs.2005.05.065.

REFERENCES

1. Sudlow C.L., Warlow C.P. Comparing stroke incidence worldwide: what makes studies comparable? *Stroke.* 1996; 27:550-558, DOI: 10.1161/01.STR.27.3.550

2. Vereshchagin N.V., Varakin YU.YA. EHpidemiologiya insul'ta v Rossii. V: redaktyory Vereshchagin N.V., Piradov M.A., Evzel'man M.A. Neotlozhnye sostoyaniya v nevrologii. Moscow: Favor; 2002. p. 16 – 21. (In Russian)

3. Vilenskij B.S. Oslozhneniya insul'ta: profilaktika i lechenie. Sankt-Peterburg: Foliant; 2000. (In Russian)

4. Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS): a randomised trial. *Lancet.* 2001 Jun 2;357(9270):1729-37.

5. Kedev S. Transradial carotid artery stenting: examining the alternatives when femoral access is unavailable. *Interv Cardiol.* 2014; 6(5): 463-475.

6. Heenan S.D., Grubnic S., Buckenham T.M., Belli A.M. Transbrachial arteriography: indications and complications. *Clin Radiol.* 1996;51: 205-9.

7. Kiemeneij F., Laarman G.J., Odekerken D., Slagboom T., van der Wieken R. A randomized comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty by the radial, brachial and femoral approaches: the Access study. *J Am Coll Cardiol.* 1997;29:1269-75.

8. Ferrante G., Rao S.V., Juni O., Da Costa B.R., Reimers B., Condorelli G. et al. Radial versus femoral access for coronary interventions across the entire spectrum of patients with coronary artery disease: a meta-analysis of randomized trials. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016; 9:14-19, DOI: 10.1016/j.jcin.2016.04.014

9. Jang J.S., Jin H.Y., Seo J.S., Yang T.H., Kim D.K., Kim D.I. et al, The transradial versus the transfemoral approach for primary percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *EuroIntervention.* 2012 Aug;8(4):501-10. DOI: 10.4244/EIJV8I4A78.

10. Pinter L., Cagiannos C., Ruzsa Z., Bakoyiannis C., Kolvenbach R. Report on initial experience with transradial access for carotid artery stenting. *J Vasc Surg.* 2007; 45:1136-41, DOI: 10.1016/j.jvs.2007.02.035

11. Etxegoien N., Rhyne D., Kedev S., Sachar R., Mann T. The transradial approach for carotid artery stenting. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012; 80:1081-7, DOI: 10.1002/ccd.24503

12. Montorsi P., Galli S., Ravagnani P.M., Trabattoni D., Fabbicchi F., Lualdi A. et al Carotid Artery Stenting in Patients With Left ICA Stenosis and Bovine Aortic Arch: A Single-

Center Experience in 60 Consecutive Patients Treated Via the Right Radial or Brachial Approach. *J Endovasc Ther.* 2014 Feb;21(1):127-36. DOI: 10.1583/13-4491MR.1.

13. Patel T., Shah S., Ranian A., Malhotra H., Pancholy S., Coppola J. Contralateral transradial approach for carotid artery stenting: a feasibility study. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010 Feb 1;75(2):268-75. DOI: 10.1002/ccd.22159.

14. Fang H., Chung S., Sun C., Youssef A.A., Bhasin A., Tsai T.H. et al. Transradial and transbrachial arterial approach for simultaneous carotid angiographic examination and stenting using catheter looping and retrograde engagement technique. *Ann Vasc Surg.* 2010 Jul;24(5):670-9. DOI: 10.1016/j.avsg.2009.12.001.

15. Mendiz O.A., Sampaolesi A.H., Londero H.F., Fava C.M., Lev G.A., Valdivieso L.R. Initial experience with transradial access for carotid stenting. *Vasc Endovascular Surg.* 2011 Aug;45(6):499-503. DOI: 10.1177/1538574411405547.

16. Mendiz O.A., Fava C., Lev G., Caponi G., Valdivieso L. Transradial Versus Transfemoral Carotid Artery Stenting: A 16-Year Single-Center Experience. *J Interv Cardiol.* 2016 Dec; 29 (6):588-593, DOI: 10.1111/joic.12342

17. Ruzsa Z., Nemes B., Pintér L., Berta B., Tóth K., et al, A randomised comparison of transradial and transfemoral approach for carotid artery stenting: RADCAR (RADial access for CARotid artery stenting) study. *EuroIntervention.* 2014 Jul; 10 (3):381-91. DOI: 10.4244/EIJV10I3A64.

18. Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1989; 16:3-7.

19. Jeffrey M., Schussler M.D. Effectiveness and safety of transradial artery access for cardiac catheterization. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2011 Jul; 24(3): 205-209.

20. Prokhorikhin A.A., Baystrukov v.I., Grazhdankin I.O., Ponomarev D.N., verin v.v., Osiev A.G., Ganyukov v.I., Protopopov A.v., Dyomin v.v., Abugov S.A., Boykov A.A., Malaev D.U., Karaskov A.M., Pokushalov E.A., Kretov E.I. Prospective randomized, single-blind, multicenter study of sirolimus-eluting coronary stent "Calypso" vs everolimus-eluting coronary stent "XiencePrime": results of the PATRIOT trial. *Patologiya krovoobrascheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2017;21(3):76-85 (In Russian). DOI: http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3-76-85

21. Slagboom T., Kiemeneij F., Laarman G.J., van Der Wieken R., Odekerken D. Actual outpatient PTCA: Results of the OUTCLAS pilot study. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2001; 53:204-8, DOI: 10.1002/ccd.1149

22. Folmar J., Sachar R., Mann T. Transradial approach for

carotid artery stenting: a feasibility study. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007;69:355-361. DOI: 10.1002/ccd.21049

23. Hill M.D., Brooks W., Mackey A., Clark W.M., Meschia J.F., Morrish W.F. et al, Stroke After Carotid Stenting and Endarterectomy in the Carotid Revascularization Endarterectomy Versus Stenting Trial (CREST). *Circulation.* 2012 Dec 18;126(25):3054-61. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.120030

24. Macdonald S., Lee R., Williams R., Stansby G. Delphi Carotid Stenting Consensus Panel, Towards safer carotid artery stenting: a scoring system for anatomic suitability. *Stroke.* 2009;40:1698–1703. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.547117

25. Berko N.S., Jain V.R., Godelman A., Stein E.G., Ghosh S., Haramati L.B. Variants and anomalies of thoracic vasculature on computed tomographic angiography in adults. *J Computed Assist Tomogr.* 2009; 33:523–528. DOI: 10.1097/RCT.0b013e3181888343.

26. 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 Apr;163(4):632-48. DOI: 10.1016/j.ahj.2012.01.015.

27. 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;46:173-8, DOI: 10.1002/(SICI)1522-726X(199902)46:2<173::AID-

CCD12>3.0.CO;2-4

28. Stella P.R., Kiemeneij F., Laarman G.J., Odekerken D., Slagboom T., van der Wieken R. Incidence and outcome of radial artery occlusion following transradial artery coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1997;40:156-8.

29. Bonati L.H., Jongen L.M., Haller S. New ischaemic brain lesions on MRI after stenting or endarterectomy for symptomatic carotid stenosis: a substudy of the International Carotid Stenting Study (ICSS). *Lancet Neurol.* 2010;9:353–362. DOI: 10.1016/S1474-4422(10)70057-0.

30. Kim H.J., Lee H.J., Yang J.H., Yeo I.S., Yi J.S., Lee I.W. et al. The influence of carotid artery catheterization technique on the incidence of thromboembolism during carotid artery stenting. *Am J Neuroradiol.* 2010; 31: 1732–1736. DOI: 10.3174/ajnr.A2141

31. Vermeer S.E., Prins N.D., den Heijer T., Hofman A., Koudstaal P.J., Breteler M.M. Silent brain infarcts and the risk of dementia and cognitive decline. *N Engl J Med.* 2003;348:1215-22.

32. Gensick H., van der Worp B., Nederkoorn P.J., Macdonald S., Gaines P.A., van der Lugt A. et al, Ischemic Brain Lesions After Carotid Artery Stenting Increase Future Cerebrovascular Risk. *J Am Coll Cardiol.* 2015 Feb 17; 65(6): 521–529, DOI: 10.1016/j.jack.2014.11.038

33. Hammer FD, Lacroix V, Duprez T, Grandin C, Verhelst R, Peeters A, Cosnard G. Cerebral microembolization after protected carotid artery stenting in surgical high-risk patients: results of a 2-year prospective study. *J Vasc Surg.* 2005; 42: 847–853 DOI: 10.1016/j.jvs.2005.05.065.

Для цитирования: Д.У. Малаев, Е.И. Кретов, В.И. Байструков, А.А. Прохорихин, А.А. Бойков. Каротидное стентирование трансрадиальным доступом. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2018; 7 (4): 112-120. DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-4-112-120

To cite: D.U. Malaev, E.I. Kretov, V.I. Baystrukov, A.A. Prokhorikhin, A.A. Boykov. *Transradial approach for carotid artery stenting. Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2018; 7 (4): 112-120. DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-4-112-120
