

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГИБРИДНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПРИ МНОГОУРОВНЕВОМ ПОРАЖЕНИИ БРАХИОЦЕФАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Ванюркин А. Г., Белова Ю. К., Чернов А. В., Тарасова О. С.,
Верховская Е. В., Власовец А. А., Суслов С. С.,
Чернявский М. А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр имени
В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской
Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:
Ванюркин Алмаз Гафурович,
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России,
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: almaz.vanyurkin@mail.ru

Статья поступила в редакцию 20.04.2023
и принята к печати 31.07.2023.

Резюме

Атеросклероз сонных артерий является одной из ведущих причин ишемических инсультов и составляет около 20 % всех протекающих инсультов. По данным исследований, вероятность развития ишемического инсульта у пациентов со стенозом сонных артерий более 50 % составляет до 36 %. Широкое распространение методов лучевой диагностики, а также рекомендаций по ведению пациентов со стенозом сонных артерий привело к выявлению нетипичных форм поражения брахиоцефальных артерий — комбинации многоуровневых стенозов экстра- и интракраниальной локализации. Многоуровневое поражение брахиоцефальных артерий характеризуется сочетанием гемодинамически значимого стеноза внутренней сонной артерии в сочетании со стенозом общей сонной артерии либо брахиоцефального ствола. По данным литературы, распространенность тандемного поражения варьирует от 0,5 до 6,4 %. Несмотря на редкость представленной патологии, риск возникновения ишемических осложнений на фоне тандемного стеноза брахиоцефальных артерий выше, чем при одноуровневом поражении. Стратегия хирургического вмешательства должна предусматривать коррекцию обоих стенозов, чего можно достичь тремя способами: эндоваскулярным методом, открытым протезированием и гибридным способом, сочетающим в себе преимущества открытой и эндоваскулярной хирургии. Суть гибридной методики заключается в одномоментной коррекции дистальной и проксимальной зон стеноза одной хирургической бригадой в гибридной операционной. Целью исследования является обзор имеющихся литературных данных и демонстрация разработанной методики гибридного вмешательства с подробным описанием технических аспектов всех этапов операции.

Ключевые слова: гибридное вмешательство, каротидный стеноз, каротидная эндартерэктомия, стентирование сонных артерий, тандемный стеноз.

Для цитирования: Ванюркин А.Г., Белова Ю.К., Чернов А.В., Тарасова О.С., Верховская Е.В., Власовец А.А., Суслов С.С., Чернявский М.А. Технические аспекты гибридных вмешательств при многоуровневом поражении брахиоцефальных артерий. Литературный обзор. Трансляционная медицина. 2023;10(4):274-284. DOI: 10.18705/2311-4495-2023-10-4-274-284. EDN: ABRIOP

TECHNICAL ASPECTS OF HYBRID INTERVENTIONS FOR MULTILEVEL LESION OF BRACHIOCEPHAL ARTERIES. LITERATURE REVIEW

Almaz G. Vanyurkin, Yulia K. Belova, Artemiy V. Chernov,
Olga S. Tarasova, Ekaterina V. Verkhovskaya, Andrey A. Vlasovets,
Sergey S. Suslov, Mikhail A. Chernyavsky

Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Almaz G. Vanyurkin,
Almazov National Medical Research Centre,
Akkuratova str., 2, Saint Petersburg, Russia,
197341.
E-mail: almaz.vanyurkin@mail.ru

Received 20 April 2023; accepted 31 July 2023.

Abstract

Carotid artery stenosis is one of the leading causes of ischemic strokes and accounts for about 20 % of all strokes. The widespread use of radiological diagnostic methods and recommendations for the carotid artery stenosis patients management led to the identification of atypical forms of damage to the brachiocephalic arteries — a combination of multi-level stenoses of extra and intracranial localization. Multilevel lesion of brachiocephalic arteries is characterized by a combination of hemodynamically significant stenosis of the internal carotid artery in combination with stenosis of the common carotid artery or brachiocephalic trunk. The prevalence of tandem lesions varies from 0.5 to 6.4 %. Despite the rarity of this pathology, the risk of ischemic complications against the background of tandem stenosis of the brachiocephalic arteries is higher than with a single-level lesion. The surgical intervention strategy should provide for the correction of both stenosis, which can be achieved in three ways: endovascular method, open prosthetics and hybrid method. The essence of the hybrid technique is the simultaneous correction of the distal and proximal zones of stenosis by one surgical team in a hybrid operating room. The aim of the study is to review the available literature data and to demonstrate the developed hybrid intervention technique with a detailed description of the technical aspects of all stages of the surgery.

Key words: carotid artery stenting, carotid endarterectomy, carotid stenosis, hybrid intervention, tandem stenosis.

For citation: Vanyurkin AG, Belova YuK, Chernov AV, Tarasova OS, Verkhovskaya EV, Vlasovets AA, Suslov SS, Chernyavsky MA. Technical aspects of hybrid interventions for multilevel lesion of brachiocephal arteries. Literature review. Translyatsionnaya meditsina=Translational Medicine. 2023;10(4):274-284 (In Russ.) DOI: 10.18705/2311-4495-2023-10-4-274-284. EDN: ABRIOP

Список сокращений: БЦА — брахиоцефальная артерия, БЦС — брахиоцефальный ствол, КЭЭ — каротидная эндартэктомия, ОСА — общая сонная артерия, СПТ — сонно-подключичная транспозиция, СПШ — сонно-подключичное шунтирование.

Введение

Атеросклероз сонных артерий является одной из ведущих причин ишемических инсультов и составляет около 20 % всех протекающих инсультов.

По данным исследований, вероятность развития ишемического инсульта у пациентов со стенозом сонных артерий более 50 % составляет до 36 % [1–3]. Представленные данные проанализированы в крупных рандомизируемых исследованиях, основным морфологическим критерием которых является стеноз бифуркации общей сонной артерии либо внутренней сонной артерии [4]. Широкое распространение методов лучевой диагностики, а также рекомендаций по ведению пациентов со стенозом сонных артерий привело к выявлению

нетипичных форм поражения брахиоцефальных артерий (БЦА) — комбинации многоуровневых стенозов экстра- и интракраниальной локализации (рис. 1). По данным литературы, распространенность тандемного поражения варьирует от 0,5 до 6,4 % [5]. Необходимость в выполнении полной реваскуляризации при тандемном, гемодинамически значимом стенозе БЦА не вызывает сомнений — восстановление кровотока только одного уровня в послеоперационном периоде может осложниться тромбозом области реконструкции из-за неадекватного притока либо оттока крови. Jiaqiu Wang и соавторы проанализировали характеристику кровотока при тандемном стенозе с помощью вычислительной гидродинамики на реконструированной трехмерной модели бифуркации сонной артерии. Результаты исследования показали, что многоуровневое поражение является более «гемодинамически опасным», чем артерия с одним стенозом [6].

Классическим хирургическим вмешательством при тандемном поражении брахиоцефальных артерий экстракраниальной локализации являются различные виды шунтирующих реконструкций: аорто-сонное, сонно-сонное, сонно-подключичное шунтирование в сочетании с каротидной эндартерэктомией (КЭЭ), а также методы экстраанатомического шунтирования общей сонной артерии в сочетании с каротидной эндартерэктомией (рис. 2) [7]. Развитие интервенционной хирургии привело к внедрению эндоваскулярных методик в лечении тандемного поражения брахиоцефальных артерий [8], а сочетание методов эндоваскулярной и открытой хирургии расширило возможности эффективной и безопасной реваскуляризации, снизив показатели интра- и послеоперационных осложнений. На сегодняшний день тотальное эндоваскулярное либо гибридное лечение в объеме каротидной эндартерэктомии с последующим стентированием проксимального сегмента арте-

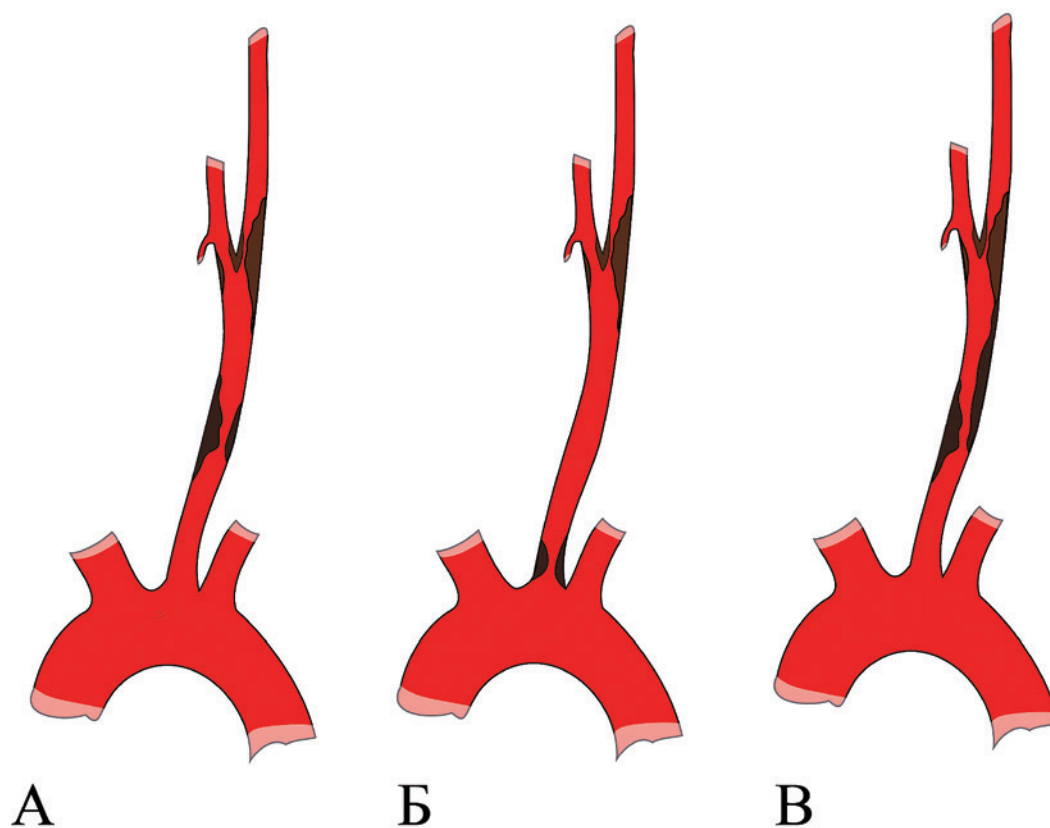


Рис. 1. Варианты сочетаний стеноза каротидной бифуркации со стенозом ОСА на уровне средней трети (А), со стенозом устья ОСА либо БЦС (Б), со стенозом ОСА в виде протяженного стеноза (В)

Figure 1. Variants of combinations of carotid bifurcation stenosis with stenosis of the CCA at the level of the middle third (A), with stenosis of the mouth of the CCA, or BCS (B), with stenosis of the CCA in the form of extended stenosis (C)

рии являются наиболее актуальными вмешательствами при тандемном поражении БЦА.

Метаанализ, представленный G. S. Sfyroeras и соавторами, с выборкой в 133 пациента исследовал эффективность выполнения каротидной эндартерэктомии с последующим стентированием проксимального стеноза в устье общей сонной артерии или брахиоцефального ствола (БЦС) [9]. Период наблюдения составлял от 12 до 36 месяцев. В 85 случаях тандемным было поражение бифуркации общей сонной артерии (ОСА) и устья ОСА, в 48 случаях — устья БЦС, в 83 % случаев пациенты ранее перенесли инсульт в бассейне пораженных артерий. На эндоваскулярном этапе в 79 случаях (из 129 успешных) в пораженный участок сосуда был имплантирован стент, остальным же 50 пациентам была проведена баллонная ангио-

пластика проксимального поражения. Тридцатидневная смертность и частота инсультов составили 0,7 % и 1,5 % соответственно. За период наблюдения у 5 пациентов появились симптомы церебральной ишемии, и 17 пациентов умерли. У 10 пациентов развился рестеноз стентированной зоны и 2 рестеноза в месте выполненной эндартерэктомии. В 7 случаях рестеноз был ликвидирован с помощью 4 повторных ангиопластик и 3 шунтирований. Команда авторов сообщает, что статистически достоверными оказались данные о низкой доле смертности и рисков развития нарушения мозгового кровообращения в отдаленном послеоперационном периоде после проведения операций по гибридной методике (в сравнении с таковыми после изолированных каротидных эндартерэктомий), что гибридная методика статистически мо-

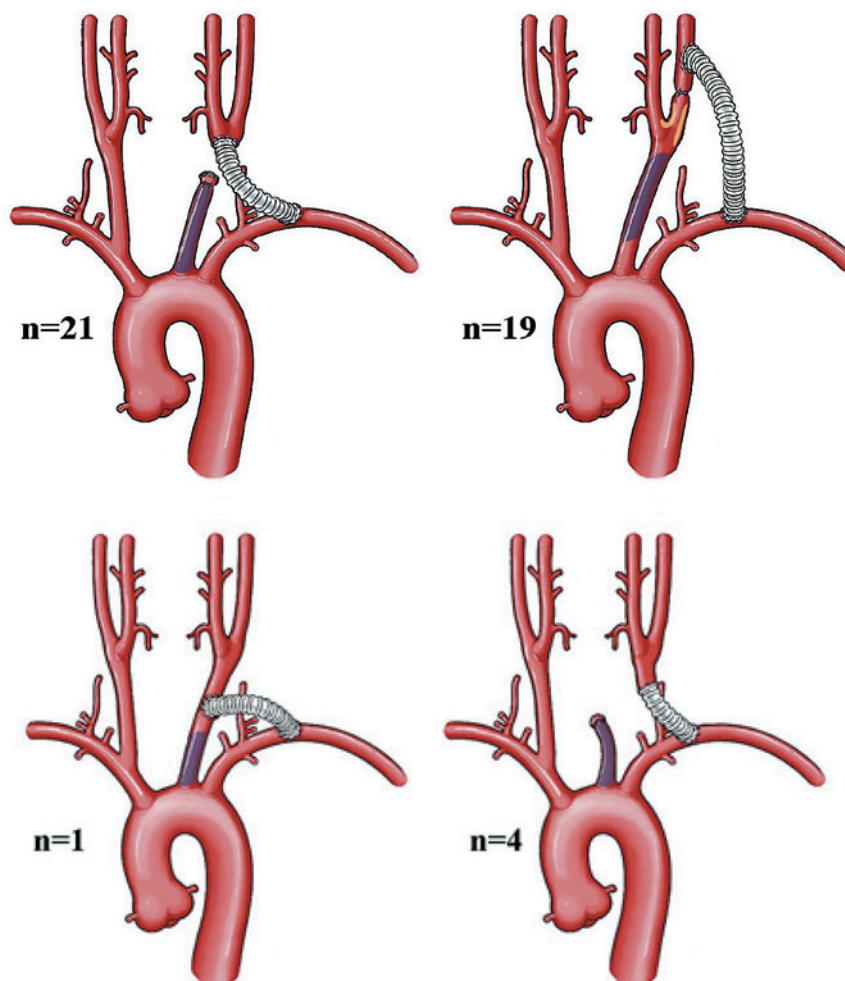


Рис. 2. Варианты хирургического лечения при окклюзии проксимального сегмента общей сонной артерии [7]

Figure 2. Surgical treatment options for occlusion of the proximal segment of the common carotid artery [7]

жет считаться более эффективной и безопасной, чем открытая. Результаты метаанализа свидетельствуют о том, что комбинированный 30-дневный инсульт и смертность при гибридном подходе составляют 1,5 %. Авторы рекомендуют выполнять стентирование проксимального поражения баллон-расширяемым стентом, чтобы снизить вероятность рестеноза.

W. Darrin Clouse и соавторы сообщают о 23 случаях гибридного лечения БЦА. Хирургическая тактика заключалась в выполнении каротидной эндартерэктомии с эндоваскулярным лечением в объеме ангиопластики со стентированием проксимального отдела брахиоцефального ствола или общей сонной артерии. Средний период наблюдения составил 35 месяцев, а средний возраст больных — 69 лет, при этом 35 % пациентов в данной выборке были симптомными. В послеоперационном периоде было зарегистрировано два инсульта (9 %) и одна смерть (4 %). За время наблюдения рестеноз был выявлен у 5 пациентов (23 % случаев, из них 4 — в области КЭЭ, 1 — в области стентирования). Одному пациенту в отдаленном послеоперационном периоде выполнили повторное вмешательство ввиду развития транзиторной ишемической атаки. Выживаемость без инсульта и отсутствие повторного вмешательства составили 80 % и 90 % через 3 месяца соответственно [10].

В отечественной литературе также есть данные о результатах гибридного лечения брахиоцефальных артерий. В НМИЦ им. ак. Е. Н. Мешалкина с 2010 по 2014 годы Стародубцевым В. Б. и соавторами было проведено проспективное исследова-

ние, в котором оценивались результаты гибридных вмешательств, включавших КЭЭ и одновременное стентирование проксимального участка ОСА/БЦС у 12 пациентов. Средний возраст был $59 \pm 6,5$ лет. Средний период наблюдения составил 33,5 мес. Локальные неврологические осложнения с повреждением подъязычного нерва были зарегистрированы в 2 случаях из-за высокого расположения каротидной бифуркации. В 1 случае (8,3 %) через 12 мес. наблюдения был выявлен 50 % рестеноз после стентирования левой ОСА в сочетании с классической КЭЭ. В раннем послеоперационном периоде и в последующие 48 мес. инсульт не был зарегистрирован [11].

Методика выполнения гибридной операции

Перед гибридным вмешательством, для профилактики тромботических осложнений, необходимо насыщение пациента двойной антитромбоцитарной терапией в объеме 100 мг ацетилсалициловой кислоты в сутки и нагрузочной дозы клопидогреля 300 мг до операции. Оба этапа операции выполняются под эндотрахеальным наркозом, во время операции внутривенно вводится 5 000 ед. гепарина.

1 этап — выполнение каротидной эндартерэктомии. После обработки операционного поля под общей анестезией разрезом по внутреннему краю кивательной мышцы выделяются общая, внутренняя, наружная сонные артерии, берутся на держалки. Производится системная гепаринизация пациента. На повышенном артериальном давлении пережимаются общая, внутренняя, наружная сонные артерии. Выполняется артериотомия об-

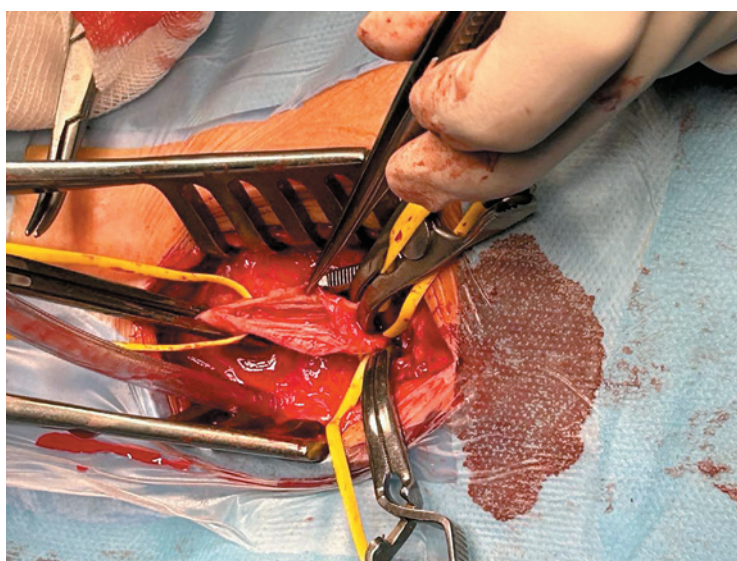


Рис. 3. Выполнение каротидной эндартерэктомии

Figure 3. Carotid endarterectomy

щей сонной артерии с переходом на внутреннюю сонную артерию. Выполняется эндалтерэктомия из общей, внутренней, наружной сонных артерий (рис. 3).

Целостность артерии восстанавливается при помощи заплаты из ксеноперикарда. Осуществляется последовательный запуск кровотока с профилактикой дистальной эмболии (рис. 4).

2 этап — стентирование проксимального стеноза. Накладываются два полукисета на наружную

сонную артерию с захватом всей стенки, и производится ее пункция в ретроградном направлении. Использование наружной сонной артерии вместо заплаты в качестве места для установки интродьюсера позволяет избежать деформации заплаты и ее сужения после удаления инструмента. По гидрофильному проводнику устанавливается интродьюсер, и выполняется ангиография (рис. 5).

В зону стеноза устья общей сонной артерии или брахиоцефального ствола позиционируется и им-

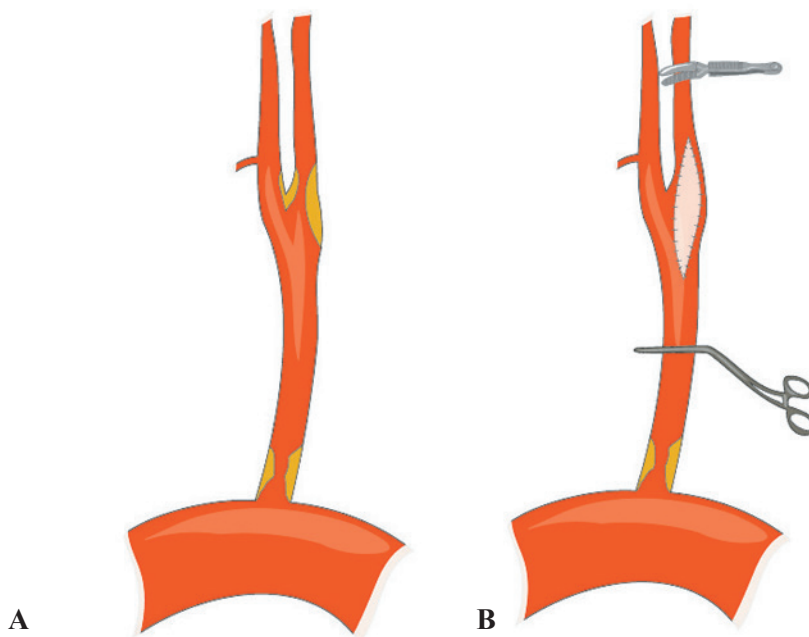


Рис. 4. Выполнение эндалтерэктомии из бифуркации общей сонной артерии с пластикой артериотомического отверстия заплатой из ксеноперикарда

Figure 4. Performing endarterectomy from the bifurcation of the common carotid artery with plastic surgery of the arteriotomy hole using a xenopericardial patch

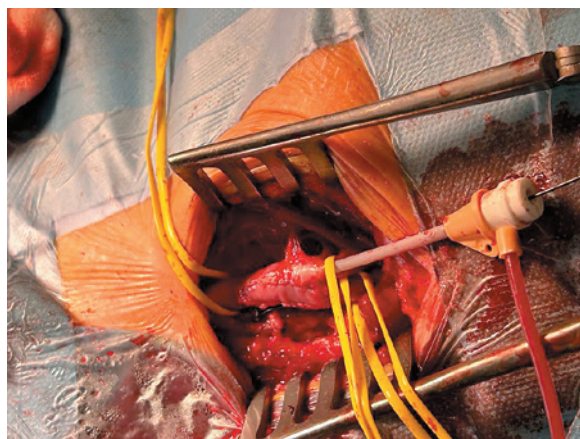


Рис. 5. Интродьюсер, установленный в наружную сонную артерию

Figure 5. Sheath inserted into the external carotid artery

планируется баллонрасширяемый либо саморасширяемый стент. В момент имплантации стента с целью профилактики дистальной эмболии производится временное пережатие внутренней сонной артерии. При необходимости производится постдилатация стента баллонным катетером (рис. 6).

После выполнения контрольной ангиографии и получения удовлетворительного ангиографического результата, инструменты удаляются из сосудистого русла, включая интродьюсер из наружной сонной артерии, П-образные швы затягиваются с формированием узла (рис. 7). После тщательного гемостаза выполняется послойное ушивание раны с установкой активного дренажа, накладывается асептическая повязка.

Сочетание методов эндоваскулярной и открытой хирургии в виде гибридной реваскуляризации при сложных многоуровневых поражениях является актуальным современным трендом в сердечно-сосудистой хирургии. Малоинвазивность технологии, снижение хирургической агрессии и времени операции по сравнению с полностью открытым хирургическим лечением позволяют одномоментно выполнить коррекцию путей оттока и притока, восстановив кровоток в бассейне сонных артерий, таким образом снизить риски тромбоза, эмболии, инсульта, сохранив при этом принцип радикальности (рис. 8).

Обсуждение

Обязательное выполнение мультиспиральной компьютерной ангиографии либо прямой ангиографии является неотъемлемой частью предоперационной подготовки пациента со стенозом сонной артерии, так как позволяет оценить степень стеноза не только внутренней сонной артерии, но и состояние ветвей дуги аорты, а также интракраниального сегмента. Вовремя не диагностированный проксимальный или дистальный гемодинамически значимый стеноз неизбежно приведет к тромбозу зоны каротидной эндартерэктомии ввиду плохого притока либо оттока крови, даже несмотря на технически правильно выполненную операцию. На сегодняшний момент диагностические возможности позволяют максимально эффективно визуализировать целевые участки сосудистого русла для качественной его оценки. При тандемном поражении брахиоцефальных артерий применимо 3 варианта лечения, каждый из которых не лишен недостатков.

Открытое хирургическое лечение представляет собой различные варианты шунтирующих реконструкций. Количество работ, представляющих одномоментную хирургическую коррекцию стенозов БЦА на обоих уровнях, крайне мало — основные публикации посвящены вмешательствам при поражении ветвей дуги аорты на одном уровне, и вклю-

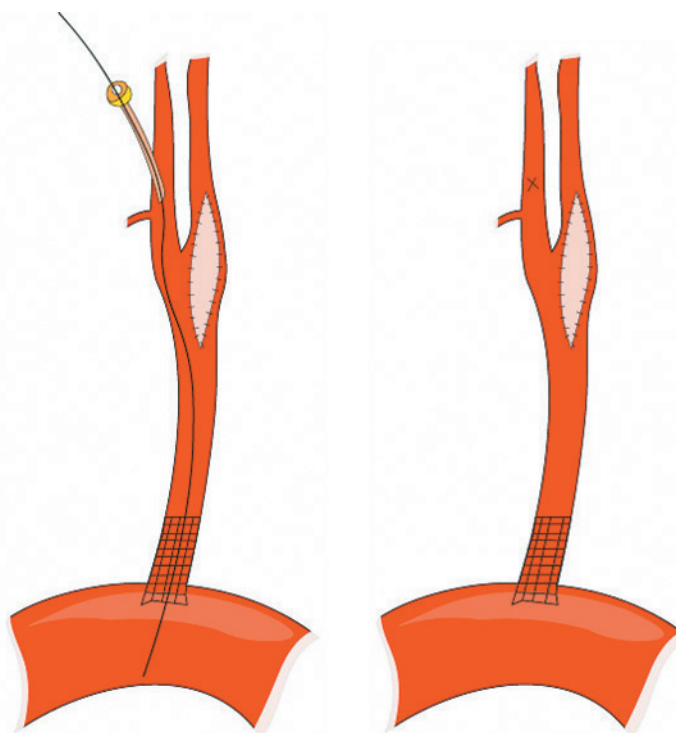


Рис. 6. Эндоваскулярный этап операции: стентирование устья общей сонной артерии

Figure 6. Endovascular stage of the operation: stenting of the mouth of the common carotid artery

чает экстраторакальную сонно-подключичную транспозицию либо шунтирование. Gina M. Risty в 2007 году совместно с соавторами проанализировали результаты шунтирующих реконструкций ветвей дуги аорты с одновременной каротидной эндартерэктомией у 36 пациентов [12]. Исходы пациентов, перенесших сонно-подключичное шунтирование (СПШ) или сонно-подключичную транспозицию (СПТ) с одновременной каротидной эндартерэктомией сравнивали с результатами пациентов, перенесших только СПТ или СПШ. У 21 пациента была выполнена СПТ, у 15 — СПШ, в течение 30 дней после операции зарегистрировано 2 (5,6 %) летальных исхода и 2 (5,6 %) инсульта. Одномоментная каротидная эндартерэктомия выполнена у 6 пациентов с СПТ и у 2 пациентов

с СПШ, при этом оба зарегистрированных инсульта произошли в данной группе. В группе без каротидной эндартерэктомии ОНМК не отмечается. Также авторами проанализирована существующая литература с 1990 года с формированием выборки в 148 пациентов, перенесших одномоментное СПТ/СПШ с каротидной эндартерэктомией с зарегистрированной частотой инсультов в послеоперационном периоде у 7 пациентов (4,73 %). Также регистрировались такие послеоперационные осложнения, как повреждение грудного протока, повреждение диафрагмального нерва и тромбоз протеза. Несмотря на недостатки, авторы сообщали о хороших отдаленных результатах проходимости выполненных реконструкций до 96,5 % при среднем периоде наблюдения 26 месяцев [11].

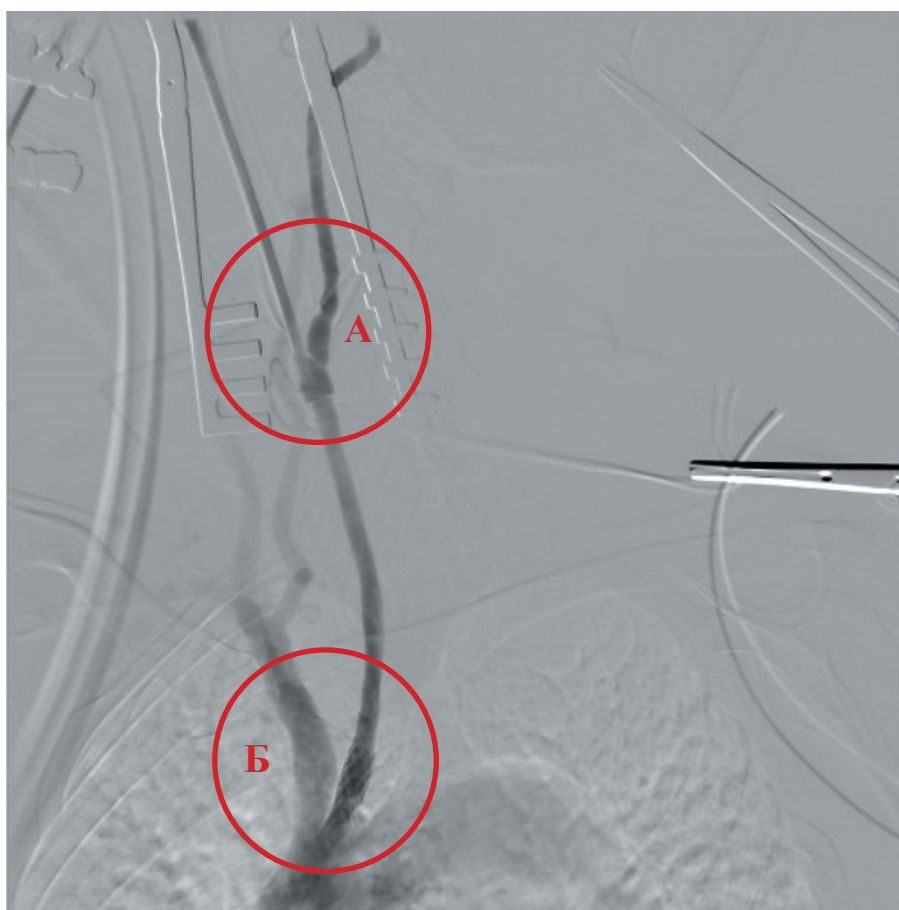


Рис. 7. Контрольная ангиография

А — зона выполненной каротидной эндартерэктомии с пластикой артериотомического отверстия заплатой из ксеноперикарда. Б — имплантированный стент в устье общей сонной артерии. Ангиография выполнена через интродьюсер, установленный в наружную сонную артерию.

Figure 7. Control angiography

А — area of performed carotid endarterectomy with plastic surgery of the arteriotomy hole using a xenopericardium patch. Б — implanted stent at the mouth of the common carotid artery. Angiography was performed through an introducer inserted into the external carotid artery.

Альтернативным решением в лечении многоуровневого поражения БЦА является эндоваскулярный подход, особенно для пациентов с наличием противопоказаний к открытому хирургическому лечению. Технические компоненты эндоваскулярного этапа гибридных методик не лишены своих трудностей и особенностей. Общая бедренная артерия является наиболее часто используемым местом доступа. Однако этот доступ может иметь анатомические ограничения, такие как аорто-подвздошная окклюзия, дуга аорты III типа, извитость сонных артерий, устьевое гемодинамически значимое поражение ОСА или БЦС [13, 14]. Известно, что манипуляции в области дуги аорты являются моментом наибольшего риска микроэмболизации при каротидном стентировании [14]. Возможным вариантом также является трансцервикальный доступ, который заключается в выполнении открытого поперечного доступа к общей сонной артерии в атеросклеротически неизменной области и прямой пункции сонной артерии с заведением противоэмболического устройства [13]. Хирургический доступ можно выполнять с использованием седации и местной анестезии, что особенно важно у пациентов с высоким хирургическим риском [14, 15]. Антеградное

заведение эндоваскулярных устройств с пресечением их через устьевые атеросклеротические поражения в брахиоцефальных артериях из бедренного или плечевого доступа может нести высокий риск интраоперационных эмболических событий, особенно у пациентов со II и III типами дуги аорты.

По данным исследования Charles DeCarlo и коллег, опубликованного в 2021 году, 809 пациентам с тандемными поражениями сонных артерий было проведено стентирование. Симптомные поражения присутствовали в 52,5 % случаев. Нейропротекция была успешно применена в 91,1 % случаев. Периоперационный инсульт/смерть при асимптомных поражениях составили 4,7 % и 5,4 % при симптомных [16]. При тандемных поражениях чаще требовалась имплантация нескольких стентов для лечения поражения ВСА и ОСА.

Чернявский М. А. и соавторы за период с 2018 по 2022 годы выполнили эндоваскулярное лечение двухуровневого поражения брахиоцефальных артерий 23 пациентам. Средний возраст больных 71,3 года. Все пациенты были бессимптомными с пораженной стороны. Все процедуры стентирования выполнялись под местной анестезией, во время операции производилось внутривенное введение 5 000 ЕД

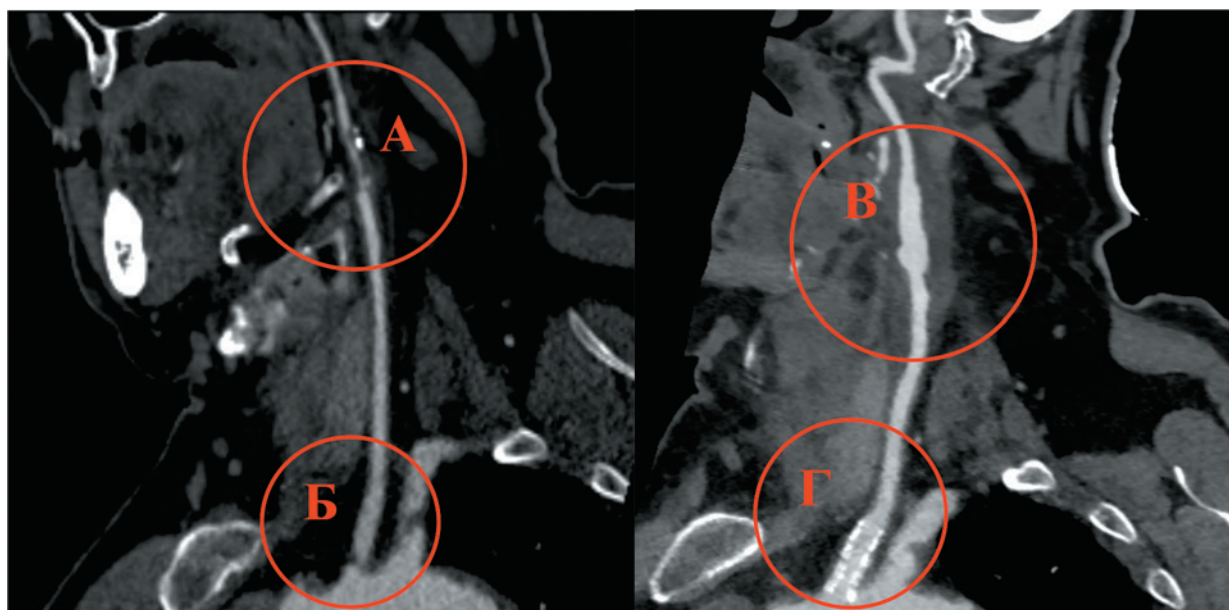


Рис. 8. Мультиспиральная компьютерная ангиография до и после гибридной операции

А — критический стеноз до 90 % левой внутренней сонной артерии. Б — стеноз до 80 % в устье левой общей сонной артерии. В — зона выполненной каротидной эндартерэктомии. Г — зона стентирования устья общей сонной артерии.

Figure 8. Multispiral computed tomography angiography before and after hybrid surgery

А — critical stenosis of up to 90 % of the left internal carotid artery. Б — stenosis up to 80 % at the mouth of the left common carotid artery. В — area of performed carotid endarterectomy. Г — area of stenting at the mouth of the common carotid artery.

гепарина. Во всех случаях использовался трансфеморальный доступ. В 19 случаях пациентам с ОСА на уровне дистальной и средней трети выполнялась катетеризация артерии с установкой интродьюсера 7 Fr непосредственно перед стенозом по системе «проводник-катетер». Далее выполнялась селективная ангиография, после которой осуществлялась установка системы противоэмболической защиты во внутреннюю сонную артерию. Имплантация стентов во внутреннюю и общую сонные артерии осуществлялась последовательно, по стандартной методике. Все операции завершены успешной имплантацией стентов. В послеоперационном периоде у двух пациентов развились неврологические нарушения. У первого возникли признаки неврологического дефицита в ипсилатеральном бассейне. У второго после процедуры возникла умеренная афазия с дизартрией. Двум пациентам через 2 года после вмешательства потребовалась реинтервенция в виде повторной ангиопластики стента внутренней сонной артерии по поводу рестеноза в стенте [8].

Основным преимуществом гибридного подхода является возможность одномоментной коррекции дистальной и проксимальной зон стеноза одной хирургической бригадой в гибридной операционной с применением методов открытой и эндоваскулярной хирургии. Обнажение бифуркации сонной артерии и пережатие ВСА позволяют безопасно проводить ретроградные манипуляции с проводником, вводить интродьюсер и выполнять баллонную ангиопластику со стентированием, не опасаясь дистальной эмболии. Одновременно с этим представленная техника ретроградной пункции наружной сонной артерии оказывает минимальное повреждение зоны пластики бифуркации сонной артерии. В случае развития рестеноза зоны реконструкции в отдаленном периоде у пациентов, перенесших гибридную реваскуляризацию, всегда остается возможность для реинтервенции либо выполнения шунтирующей реконструкции.

Заключение

На сегодняшний день недостаточно исследований, представляющих исчерпывающие данные об эффективности и безопасности гибридного подхода в лечении многоуровневого поражения БЦА, а также его преимуществ перед эндоваскулярным лечением. С учетом развития и распространения новых методов лечения цереброваскулярных заболеваний, появлением на рынке современных противоэмболических эндоваскулярных устройств требуется более детальное изучение эффективности гибридных и эндоваскулярных методов лечения многоуровневых стенозов БЦА, сравнение их между собой и раз-

работка алгоритма выбора той или иной методики хирургического лечения в зависимости от локализации и распространенности атеросклеротического процесса, сопутствующей патологии и анатомических особенностей пациента.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019; 139(10):e56–e528. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000659.
2. Dudanov IP, Ordynets SV, Lukinskiy IA, et al. Extracranial non-atherosclerotic pathology of the carotid artery in the causes of acute ischemic stroke. *Research and Practical Medicine Journal*. 2017; 4(4):35–49. In Russian [Дуданов И.П., Ордынец С.В., Лукинский И.А. и др. Экстракраниальная неатеросклеротическая патология сонной артерии в причинах развития острого ишемического инсульта. *Research'n Practical Medicine Journal*. 2017; 4(4):35–49]. DOI: 10.17709/2409-2231-2017-4-4-4.
3. Zelenin VV, Kudryavtsev OI, Merkulov DV, et al. Successful treatment of dissection of the internal carotid artery. *Research and Practical Medicine Journal*. 2018; 5(2):121–129. In Russian [Зеленин В.В., Кудрявцев О.И., Меркулов Д.В. и др. Успешное лечение диссекции внутренней сонной артерии. *Research'n Practical Medicine Journal*. 2018; 5(2):121–129]. DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-2-13.
4. Halliday A, Bulbulia R, Bonati LH, et al. Second asymptomatic carotid surgery trial (ACST-2): a randomised comparison of carotid artery stenting versus carotid endarterectomy. *Lancet*. 2021; 398(10305):1065–1073. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01910-3.
5. Przewlocki T, Kablak-Ziembicka A, Pieniazek P, et al. Determinants of immediate and long-term results of subclavian and innominate artery angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2006; 67(4):519–526. DOI: 10.1002/ccd.20695.
6. Wang J, Paritala PK, Mendieta JB, et al. Carotid Bifurcation With Tandem Stenosis-A Patient-Specific Case Study Combined in vivo Imaging, in vitro Histology and in silico Simulation. *Front Bioeng Biotechnol*. 2019; 7:349. DOI: 10.3389/fbioe.2019.00349.
7. Illuminati G, Pizzardi G, Calio FG, et al. Results of subclavian to carotid artery bypass for occlusive disease of the common carotid artery: A retrospective cohort study. *Int J Surg*. 2018; 53:111–116. DOI: 10.1016/j.ijsu.2018.03.038.
8. Vanyurkin AG, Soboleva AV, Susanin NV, et al. Endovascular treatment of multilevel brachiocephalic artery

lesions in asymptomatic patients: a case series. *Patologiya Kровоobrashcheniya I Kardiokhirurgiya*. 2022; 26(4):52–59. In Russian [Ванюркин А.Г., Соболева А.В., Сусанин Н.В. и др. Эндоваскулярное лечение многоуровневых поражений брахиоцефальных артерий у асимптомных пациентов: серия клинических случаев. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2022; 26(4):52–59]. DOI: 10.21688/1681-3472-2022-4-52-59.

9. Sfyroeras GS, Karathanos C, Antoniou GA, et al. A meta-analysis of combined endarterectomy and proximal balloon angioplasty for tandem disease of the arch vessels and carotid bifurcation. *J Vasc Surg*. 2011; 54(2):534–540. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.04.022.

10. Clouse WD, Ergul EA, Cambria RP, et al. Retrograde stenting of proximal lesions with carotid endarterectomy increases risk. *J Vasc Surg*. 2016; 63(6):1517–1523. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.01.028.

11. Karpenko AA, Starodubtsev VB, Chernyavskii MA, et al. Hybrid operative interventions in multilevel lesions of the brachiocephalic arteries in patients with cerebrovascular insufficiency. *Angiology and Vascular Surgery*. 2010; 16(4): 130–134 In Russian [Карпенко А.А., Стародубцев В.Б., Чернявский М.А. и др. Гибридные оперативные вмешательства при многоуровневых поражениях брахиоцефальных артерий у пациентов с сосудисто-мозговой недостаточностью. Ангиология и сосудистая хирургия. 2010; 16(4): 130–134].

12. Risty GM, Cogbill TH, Davis CA, et al. Carotid-subclavian arterial reconstruction: concomitant ipsilateral carotid endarterectomy increases risk of perioperative stroke. *Surgery*. 2007; 142(3):393–397. DOI: 10.1016/j.surg.2007.03.014.

13. Matas M, Alvarez B, Ribo M, et al. Transcervical carotid stenting with flow reversal protection: experience in high-risk patients. *J Vasc Surg*. 2007; 46(1):49–54. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.02.070.

14. Sfyroeras GS, Moulakakis KG, Markatis F, et al. Results of carotid artery stenting with transcervical access. *J Vasc Surg*. 2013; 58(5):1402–1407. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.07.111.

15. Alvarez B, Matas M, Ribo M, et al. Transcervical carotid stenting with flow reversal is a safe technique for high-risk patients older than 70 years. *J Vasc Surg*. 2012; 55(4):978–984. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.10.084.

16. DeCarlo C, Tanious A, Boitano LT, et al. Addition of common carotid intervention increases the risk of stroke and death after carotid artery stenting for asymptomatic patients. *J Vasc Surg*. 2021; 74(6):1919–1928. DOI: 10.1016/j.jvs.2021.04.051.

Информация об авторах:

Ванюркин Алмаз Гафурович, младший научный сотрудник НИО сосудистой и интервенционной хирургии, сердечно-сосудистый хирург отделения сер-

дечно-сосудистой хирургии № 2, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Белова Юлия Константиновна, младший научный сотрудник НИО сосудистой и интервенционной хирургии, сердечно-сосудистый хирург отделения сердечно-сосудистой хирургии № 2, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Чернов Артемий Владимирович, сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением сердечно-сосудистой хирургии № 2, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Тарасова Ольга Сергеевна, кардиолог отделения сердечно-сосудистой хирургии № 2, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Верховская Екатерина Вадимовна, студент факультета «Лечебное дело», ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Власовец Андрей Анатольевич, ординатор кафедры сердечно-сосудистой хирургии, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Суслов Сергей Сергеевич, ординатор кафедры сердечно-сосудистой хирургии, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Чернявский Михаил Александрович, д.м.н., заведующий НИО сосудистой и интервенционной хирургии, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Author information:

Almaz G. Vanyurkin, junior researcher, Research Institute of Vascular and Interventional Surgery, cardiovascular surgeon, Department of Cardiovascular Surgery No. 2, Almazov National Medical and Research Centre;

Yulia K. Belova, junior researcher, Research Institute of Vascular and Interventional Surgery, cardiovascular surgeon, Department of Cardiovascular Surgery No. 2, Almazov National Medical and Research Centre;

Artemiy V. Chernov, cardiovascular surgeon, head of the department of cardiovascular surgery No. 2, Almazov National Medical and Research Centre;

Olga S. Tarasova, cardiologist, Department of Cardiovascular Surgery No. 2, Almazov National Medical and Research Centre;

Ekaterina V. Verkhovskaya, student, Faculty of General Medicine, Almazov National Medical and Research Centre;

Andrey A. Vlasovets, resident, Department of Cardiovascular Surgery, Almazov National Medical and Research Centre;

Sergey S. Suslov, resident, Department of Cardiovascular Surgery, Almazov National Medical and Research Centre;

Mikhail A. Chernyavsky, D.M.Sc., Head of the Research Institute of Vascular and Interventional Surgery, Almazov National Medical and Research Centre.