

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ РЕКОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Д.С. Овченков<sup>1</sup>, А.В. Яриков<sup>2,3</sup>, А.П. Фраерман<sup>4</sup>, А.Ю. Ермолаев<sup>5</sup>,  
И.О. Богданович<sup>6</sup>, А.С. Грантковский<sup>7</sup>, Д.Г. Кузьминых<sup>8</sup>, А.С. Мухин<sup>9</sup>,  
В.В. Кустов<sup>10</sup>, В.Г. Лютиков<sup>9</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», г. Саранск, Россия

<sup>2</sup>ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России, г. Нижний Новгород, Россия

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород, Россия

<sup>4</sup>ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №39», г. Нижний Новгород, Россия

<sup>5</sup>ФБУЗ «Сибирский окружной медицинский центр» ФМБА России, г. Новосибирск, Россия

<sup>6</sup>КБ «РЖД-Медицина» 630003, г. Новосибирск, Россия

<sup>7</sup>ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №13», г. Нижний Новгород, Россия

<sup>8</sup>ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр» ФМБА России, г. Красноярск, Россия

<sup>9</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» МЗ РФ г. Нижний Новгород

<sup>10</sup>ФБУЗ «Федеральный центр нейрохирургии», г. Тюмень, Россия

## PAGES OF THE HISTORY OF RECONSTRUCTION OF THE MAIN ARTERIES OF THE BRAIN

*D.S. Ovchenkov<sup>1</sup>, A.V. Yarikov<sup>2,3</sup>,*

*A.P. Fraerman<sup>4</sup>, A.Yu. Ermolaev<sup>5</sup>,*

*I.O. Bogdanovich<sup>6</sup>,*

*A.S. Grantkovsky<sup>7</sup>,*

*D.G. Kuzminykh<sup>8</sup>, A.S. Mukhin<sup>9</sup>,*

*V.V. Kustov<sup>10</sup>, V.G. Lyutikov<sup>9</sup>*

<sup>1</sup>Mordovian State University named after N.P. Ogarev", Saransk

<sup>2</sup>Volga Region Medical Center of the FMBA of Russia, Nizhny Novgorod

<sup>3</sup>Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky"

<sup>4</sup>City Clinical Hospital No. 39, Nizhny Novgorod

<sup>5</sup>Siberian District Medical Center of the FMBA of Russia, Novosibirsk

<sup>6</sup>KB "RZHD-Medicine", Novosibirsk

<sup>7</sup>City Clinical Hospital № 13, Nizhny Novgorod

<sup>8</sup>Federal Siberian Scientific and Clinical Center of the FMBA of Russia

<sup>9</sup>Volga Region Research Medical University, Nizhny Novgorod

<sup>10</sup>Federal Center for Neurosurgery, Tyumen

### Сведения об авторах:

Овченков Даниил Станиславович – студент (ORCID iD:0009-0005-2639-3927). Место учёбы: ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева». Адрес: Россия, 430005, Республика Мордовия, г.Саранск, ул. Большевикская, 68.

Яриков Антон Викторович – кандидат медицинских наук (SPIN-код: 8151-2292; ORCID iD: 0000-0002-4437-4480). Место работы и должность: нейрохирург / травматолог-ортопед ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА, ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №39»; ассистент кафедры хирургических болезней ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского». Адрес: Россия, Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 23, корп. 2. Электронная почта: anton-yarikov@mail.ru,

Фраерман Александр Петрович – доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ (SPIN-код: 2974-3349; ORCID iD: 0000-0003-3486-6124). Место работы и должность: нейрохирург ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №39». Адрес: Россия, 603028, г. Нижний Новгород, Московское шоссе, 144.

Ермолаев Антон Юрьевич – кандидат медицинских наук (SPIN-код: 7210-8168; ORCID iD: 0000-0002-4807-5285). Место работы и должность: нейрохирург / онколог ФБУЗ «Сибирский окружной медицинский центр» ФМБА России. Адрес: Россия, 630007, г. Новосибирск, ул. Каинская, 13. Электронная почта: anton\_ermolaev@mail.ru

Богданович Игорь Олегович – нейрохирург (ORCID iD: 0000-0003-6723-9785). Место работы и должность: нейрохирург КБ «РЖД-Медицина». Адрес: Россия, 630003, г. Новосибирск, Владимировский спуск, 2а.

Грантковский Андрей Сергеевич – нейрохирург (ORCID iD: 0000-0003-0679-9024). Место работы и должность: нейрохирург ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №13». Адрес: Россия, 603018, г. Нижний Новгород, ул. Патриотов, 51.

Кузьминых Дмитрий Геннадьевич – сердечно-сосудистый хирург (ORCID iD: 0000-0002-8258-0816). Место работы и должность: сердечно-сосудистый хирург ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр» ФМБА России. Адрес: Россия, 660037, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Коломенская, 26, к. 2. Электронная почта: kuzminih-dmitrii@mail.ru

Мухин Алексей Станиславович – доктор медицинских наук, профессор (ORCID iD: 0000-0003-2336-8900). Место работы и должность: заведующий кафедрой госпитальной хирургии им. Б.А. Королева ФГБОУ ВО «Приволж-

ский исследовательский медицинский университет» МЗ РФ. Адрес: Россия, 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1. Электронная почта: prof.mukhin@mail.ru

**Кустов Владимир Валерьевич** – кандидат медицинских наук (ORCID iD: 0000-0003-7893-0905). Место работы и должность: нейрохирург ФБУЗ «Федеральный центр нейрохирургии». Адрес: Россия, 625032, г. Тюмень, ул. 4 км. Червишевского тракта, д. 5.

**Лютиков Владимир Геннадьевич** – доктор медицинских наук, профессор (ORCID iD: 0000-0003-0436-7240). Место работы и должность: сердечно-сосудистый хирург, профессор кафедры госпитальной хирургии им. Б.А. Королева ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» МЗ РФ. Адрес: Россия, 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1. Электронная почта: oregacii13@mail.ru

Решение проблемы сосудистой патологии головного мозга является острой проблемой на протяжении многих лет. Реконструктивная хирургия сосудов мозга является основным методом решения данной патологии. В статье подробно освещается история развития различных реконструктивных операций на магистральных артериях головного мозга. Первые оперативные вмешательства на сонной артерии производились при их повреждении и сводилось к их лигированию. Хирургия магистральных артерий головного мозга произвела огромный скачок в развитии. Со временем стали внедряться инновационные технологии диагностики, такие, как церебральная ангиография, КТ и МРТ головного мозга, КТ-ангиография, которые являются ценным методом исследования. В статье подробно изложены этапы развития хирургических вмешательств на сонных артериях. В середине XX века проводились первые успешные операции: резекции сонных артерий с формированием анастомоза, протезирования сонных артерий, каротидная эндатерэктомия, каротидное стентирование и др. Усовершенствование в методах хирургической техники проводятся до сих пор.

**Ключевые слова:** магистральные артерии головного мозга, сосудистая нейрохирургия, реваскуляризация головного мозга, стил-синдром, сонно-подключичный анастомоз, каротидная эндатерэктомия

В развитых странах острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) располагается на втором-третьем месте среди этиологии смертности населения, а также первое место среди причин инвалидизации людей трудоспособного возраста [1, 2]. Заболевания магистральных артерий занимают одно из лидирующих позиций среди проблем современной хирургии. Ещё древние учёные Греции признавали связь между сонной артерией и контралатеральными неврологическими симптомами. По многолетним данным регистра инсульта в РФ ежегодно регистрируется порядка 500000 инсультов, на которых приходится более 80% инсульта ишемического типа. Кроме атеросклеротических поражений существует ряд других патологий, которые могут привести к развитию нарушений мозгового кровообращения. Выделяют целую группу заболеваний: патологическая извитость и деформации, диссекции, септальные стенозы, а также опухоли сосудистого пучка на шее. Данная патология является одной из наиболее важных медико - социальных проблем.

*История развития изучения патологии магистральных артерий головного мозга (ГМ) и ее влияния на ОНМК [3, 4, 5].*

В V веке до н.э. Hippocrates сделал первый очерк того, что возможно именовать в настоящий момент транзиторной ишемической атакой (ТИА): «Исключительные атаки оцепенения и анестезии значатся предвестниками надвигающейся апоплексии».

1664 г. Willis T. подробно описал строение головного мозга (ГМ) и системы его кровообращения.

1855 г. Gull W. выявил взаимосвязь между поражением экстракраниальных артерий и ОНМК.

1856 г. Virchow R. описал тромбоз сонных артерий (СА) с развившейся ипсилатеральной слепотой.

1881 г. Penzoldt F. (Германия) впервые описал клиническую картину тромбоза внутренней сонной артерии (ВСА) и позвоночной артерии.

1905 г. Chiari H. в серии 400 аутопсий выявил 7 случаев наложения тромба на атеросклеротическую бляшку (АСБ) в СА. Ещё тогда он убедительно рекомендовал обследовать СА у лиц с «апоплексическим ударом».

1914 г. Hunt R. на основе аутопсии установил взаимосвязь между окклюзирующим поражением артерий нижних конечностей и СА, стало быть, впервые показал на генерализованный характер атеросклероза.

1914 г. Mattas P. разработал компрессионный тест, дающий возможность оценить потенциал коллатерального кровообращения ГМ.

1922 г. Moore R. описана преходящая монокулярная слепота.

1923 г. Sicard J. и Forestier J. Впервые выполнили церебральную ангиографию.

1927 г. нейрохирург Moniz E. выполнил первую прижизненную ангиографию, и он показал 5 удовлетворительных ангиограмм СА больных, где в качестве контраста использовали бромид стронция и йодид соды, вводимые в СА.

1931 г. Копылов М.Б. проводил изучения кровообращения ГМ в норме и патологии, исследовал механизмы компенсаторной регуляции при ЧМТ и ОНМК.

1931 г. Копылов М.Б. и Егоров Б.Г. выполнили церебральную ангиографию (первая в СССР).

1940 г. Kouretas D. и Dyacos C. описали больную 23 лет, которая предъявляла жалобы на ухудшение зрения и кратковременные потери сознания. При обследовании у неё обнаружили окклюзию СА и подключичной артерии (ПКА).

1951 г. Johnson H. и Walker A. подобрали 107 инцидентов тромбоза СА, верифицированных при помощи ангиографии сосудов ГМ, и на этой основе сделали вывод, что данная патология гораздо более частая, чем предполагалось прежде.

1951 г. Rieser отметил взаимосвязь между патологической извитостью (ПИ) СА и недостаточностью кровоснабжения головного мозга.

1951-1954 г. Miller Fisher C. показал взаимосвязь между стеноокклюзирующей патологией шейного сегмента СА и, как он изложил «главными причинами ИИ». В обследованиях СА на шее он зафиксировал 45 инцидентов тотальной или субтотальной стенозов одной или обеих СА в числе 432 аутопсий. У четырёх лиц с установленной эмболией сосудов ГМ атероматозной материал был выявлен в бифуркации ОСА.

1955 г. Jates и Hatchinson (г. Лондон) отметили, что почти у всех больных, страдающих церебральной ишемией, были найдены окклюзионные поражения БЦА на аутопсии,

и что диагноз церебральной ишемии был часто ошибочным.

1956 г. Milliken и Seikert (клинике Mayo) описали синдромы каротидной и вертебральной недостаточности.

1956 г. Meyer J. искусственно вызывали клинику недостаточности кровообращения ГМ у пациентов с атеросклерозом СА, изменяя их положение на наклоненном столе.

1960 г. Contorni L. описал синдром позвоночно-подключичного обкрадывания (стил-синдром).

1965 г. Weibel J., Fields W.S. предложили классификацию ПИ СА.

1965 г. Vollmar J. с соавт. описали четыре варианта стил-синдрома при окклюзии SI сегмента ПКА: вертебро-вертебральный, каротидно-базиллярный, экстерно-вертебральный, сонно-подключичный.

1969 г. после окончания исследования Joint Study of Extracranial Arterial Occlusion привели данные о том, что при выполнении 2400 операций за период 1961-1968 гг. летальность во время проведения хирургического вмешательства составила 4,5%, варьировалась от <2% до 36% между 24 участвующими в исследовании учреждениями, хотя в течение 8 лет происходило постоянное снижение этого показателя.

1971 г. выполнена первая КТ ГМ.

1980 г. Axel впервые предложил методику КТ-перфузии.

1983 г. Reilly L.M. впервые обратил внимание на отличия структуры внутри бляшки.

1986 г. ОФЭКТ впервые применили для оценки кровотока ГМ.

1993 г. Geroulakos G. с коллегами представил классификацию (пять типов атеросклеротических бляшек СА) на основании эхогенности и однородности на основании В-режима при УЗИ.

1995 г. опубликованы результаты NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial). В группе с выраженным стенозом (70-99%) исследование закончилось досрочно: кумулятивный 2-х летний риск ипсилатерального ОНМК у пациента, которым проводили медикаментозную профилактику 26%, хирургии – 9%. У пациентов с умеренными (50-69%) зафиксировано небольшое, но статистически значимое пре-

имущество каротидной эндартерэктомии (КЭ), в группе с малыми (30-49%) преимуществами не было выявлено.

1995 г. исследование ACAS (Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study). Исследование показало, что КЭ не предотвращает развитие инвалидизирующего ОНМК и имеет меньшую эффективность у женщин из-за частого развития рестеноза.

1996 г. исследование ECST (European Carotid Surgery Trial): частота развития повторных ОНМК в бассейне стенозирования >70% СА у больных перенесших КЭ шестикратно снижалась по сравнению с медикаментозным лечением.

1996 г. Alsop D. и Detre J. применили метод ASL (Arterial Spin Labeling – спиновое маркирование артериальной крови) для визуализации мозговой перфузии человека в магнитном поле 1.5 Тесла

1999 г. опубликованы результаты первых клинических применений метода ASL.

2001 г. исследование CAVATAS показало равный риск относительно главных осложнений (ОНМК и смерть) как для КС, так и для КЭ, в то время как было выявлено статистически существенное различие в пользу КС касательно малых осложнений, таких как травма черепных нервов или гематомы. Однолетнее наблюдение показало в среднем высокий процент развития рестенозов при КС, но при этом 3-летнее наблюдение не выявило значительных различий по основным показателям (ОНМК и смерть).

2003 г. испытание CARESS показало в течение 30 дней одинаковое число ОНМК и случаев развития ОКС и связанных с ними смертельных исходов (2%) для обоих методов (КС и КЭ).

2004 г. исследование SAPHIRE частота ОНМК и летальности за 30 дней составила 2,1% при КС и 9,3% при проведении КЭ ( $p=0,18$ ). Фокусируя своё внимание также на средних показателях смертности, а также ОНМК и инфаркте миокарда в течение 1 года, были получены результаты 12,2% и 20,1% для КС и КЭ соответственно ( $p=0,004$ ). Количество повторных операционных вмешательств в течение 1 года в среднем составило 0,6% и 4,3% для КС и КЭ соответственно ( $p=0,04$ ).

2004 г. исследование ACST (Asymptomatic Carotid Surgery Trial). Хирургическая профилактика была эффективна у мужчин. Статистически значимого преимущества хирургии у пациентов старше 75 лет не было выявлено.

2005 г. Balotta E. с коллегами провели сравнительный анализ между хирургическим и консервативным лечением лиц ПИ СА. Они показали преимущества хирургии в виде снижения частоты повторных ОНМК, а также улучшение неврологического статуса после вмешательства

2006 г. исследование EVA-3S (Endarterectomy versus Stenting in Patients with Symptomatic Severe Carotid Stenosis). Результаты 30-дневного периода наблюдения по первичным конечным точкам (ОНМК/смерть) показали, что риск развития ОНМК / инфаркта был ниже при КЭ (3,9%) по сравнению с КС (9,6%) ( $p=0,01$ ), при этом частота ОНМК со стойким неврологическим дефицитом и летальности в этих группах составила 1,5 и 3,4% соответственно. Исследование EVA-3S было остановлено досрочно, поскольку частота ОНМК и смертей была в 2,5 раза выше в группе больных КС. По результатам исследования были сделаны выводы, что риск развития ОНМК / смерти в отдалённом периоде у симптомных пациентов со стенозами ВСА более 60% меньше при КЭ, чем при КС.

2008 г. исследовании SPACE (Stent-protected Percutaneous Angioplasty of the Carotid vs Endarterectomy), проходившего в германоязычных странах Европы. SPACE было посвящено изучению оптимальной стратегии лечения симптомного стеноза ВСА (>50% диаметра просвета). Риск смерти и ОНМК в течение 30 суток после вмешательства в обеих группах не отличался достоверно, как и риск ипсилатерального ОНМК в долгосрочной перспективе – частота неблагоприятных осложнений как после КС, так и после КЭ была достаточно низкой и без статистически значимых различий.

2010 г. исследование ICSS (International Carotid Stenting Study) показало соотношение событий ОНМК / смерть в группах КС и КЭ – 72 (8,5%) и 40 (4,7%) соответственно. ICSS показало, что КЭ является более безопасным вмешательством по сравнению с КС

2010 г. исследование CREST: существенных различий в составной конечной точке в виде ОНМК, ИМ и летального исхода у пациентов с симптомным или бессимптомным стенозом СА между группами КЭ и КС не было.

2016 г. исследование АСТ-1. Пациенты наблюдались в течение 5 лет. Сравнительный анализ групп с КС и КЭ показал отсутствие достоверной разницы по первичной конечной точке (смерть, ОНМК, ИМ) в группах.

*История развития хирургии магистральных артерий головного мозга* [6, 7, 8]. Первые оперативные вмешательства на СА производились при их повреждении и сводилось к их лигированию.

1552 г. Раге А. при перевязке общей сонной артерии (ОСА) описал развитие у больного паралича в конечностях с противоположной стороны и постепенное угнетение сознания.

1803-1809 гг. британский хирург Соорер А. выполнил операции по поводу аневризм СА. Операции включала в себя лигирование артерии дистальнее и проксимальнее аневризматического мешка. Позже Соорер А. высказал предположение о возможности формирования ишемического инсульта (ИИ) после выполнения лигирования СА.

1823 г. Mc Geil произвел двустороннюю перевязку ОСА с промежутком в 1 месяц.

1843 г. Twitchell А. сообщил об удачной операции по остановке кровотечения из СА после огнестрельного ранения шеи.

1898 г. Gluck Т. (Германия) показал возможность восстановления тока крови по ВСА с применением аутовенозного трансплантата в эксперименте.

1906 г. Carrel А. открытие сосудистого шва.

1916 г. Паржевский А.С. впервые благополучно сформировал анастомоз по типу «конец в конец» на СА после резекции артериовенозной аневризмы ОСА.

1918 г. Haberer Н. произвёл резекцию травмированного участка ОСА с дальнейшим формированием анастомоза по типу «конец в конец» раненому в шею солдату.

1918 г. французский хирург Le Fevre доложил хирургическому обществу об анастомозе между ветвями наружной сонной арте-

рии (НСА) и дистальной частью ВСА с целью восстановления интракраниального кровотока после резекции опухоли на шее.

1920 г. Н. Sloan (Великобритания) первым доложил о реконструкции СА. Он оперировал пациента с рецидивом рака губы с метастазами в область шеи. Он писал: «Мы повредили СА, поскольку она находилась в рубцовой ткани, окружающей опухоль. Кровотечение было приостановлено зажатием пальцем СА над и под дефектом стенки, который имел длину 3-4 см. Используя москитный гемостатический зажим в качестве иглодержателя, нам удалось наложить швы, применяя метод Carrel А.».

1938 г. Chao (Китай) резецировал окклюзированную ВСА у двух больных: улучшение у больных было весьма незначительным.

1951 г. Conley J. в. провёл протезирование ВСА по поводу каротидной параганглиомы, которому произвели резекцию вовлеченного в опухолевый процесс фрагмента ОСА и ВСА с дальнейшим восстановлением кровотока, вшивая протез из большой подкожной вены с наложением двух анастомозов «конец-в-конец».

1951 г. в г. Буэнос-Айресе Carrea R., Molins M. и Murphy G. (нейрохирург, сосудистый хирург и терапевт) произвели с успехом реконструкцию ОСА и ВСА после резекции стенозирующего участка в бифуркации, выполнив одновременно шейную симпатэктомию. У данного 41-летнего больного регрессировали систематические инциденты афазии, правосторонней пирамидной недостаточности и слепоты на левый глаз.

1951 г. Riser M. выполнил первую операцию по поводу коррекции извитости ВСА. Она заключалась в подшивании избыточной части ВСА к грудиноключичнососцевидной мышце.

1953 г. DeBakey M.E. произвёл благополучно продольную артериотомию ВСА и тромбэндартерэктомию из нее. Эта операция стала главной в лечении атеросклероза магистральных артерий ГМ. Хирургический результат был подтверждён послеоперационной ангиографией. Оперированная СА была проходима и спустя 19 лет, когда пациент скончался от сердечной недостаточности.

1953 г. в СССР выполнена первая успешная перевязка ВСА на шее по поводу её аневризмы.

1954 г. Eastcott H. с коллегами из St Mary's Hospital (г. Лондон) выполнили резекцию СА с формированием анастомоза «конец в конец» между ОСА и ВСА у пациента с эпизодами ТИА.

1954 г. Denman F.R. выполнил протезирование ВСА при её атеросклеротическом поражении, применив в качестве трансплантата лиофилизированную гомоартерию.

1956 г. J. Couli впервые использовал временный шунт на основном этапе каротидной эндартерэктомии (КЭ).

1956 г. Lin P., Javid H., Doyle E. применили аутовену после резекции окклюзированного сегмента СА. Эти сообщения стали причиной процесса, так именуемого «эпидемии КЭ», в основном, в Северной Америке в 1960-1970 гг.

1956 г. Hsu I. и Kisten A. впервые провели реконструкцию ВСА при её патологической извитости (ПИ), но тромбоз анастомоза привёл к летальности пациента.

1958 г. Quattlebaum J.K. выполнил первую успешную операцию пациентке с кинкингом левой ВСА с наложением анастомоза конец в конец в сочетании с перевязкой и пересечением НСА. У пациентки развился правосторонний гемипарез.

1958 г. Grawford E.S. с коллегами выполнили первую открытую операцию на ПА по поводу атеросклеротического стеноза (чреподключичной эндартерэктомии из устья ПА).

1959 г. De Backey M.E. представлена идея эверсионной КЭ (ЭКЭ).

1960 г. Hurwitt E. провёл резекцию измененного сегмента ВСА и наложение анастомоза «конец в конец».

1960 г. Б.В. Петровский произвёл первую операцию при проксимальном поражении брахиоцефальных артерий – шунтировании из дуги аорты в правые ПКА и СА.

1960 г. Злотник Э.И. впервые в СССР выполнил успешную классическую КЭ, используя при закрытии артериотомического отверстия прямой шов.

1961 г. Lorimer W. предложил проводить резекцию и низведение ВСА с имплантацией

в переднюю или боковую стенку ОСА ниже её бифуркации – это в отличие от метода Quattlebaum J., не требовала перевязки НСА.

1961 г. Савельев В.С. выполнил первую в стране успешную резекцию безымянной артерии с протезированием.

1962 г. Покровский А.В. впервые в СССР произвел расширение просвета СА выполнил у двух пациентов пластику ВСА заплатой, при этом бляшки не удалялись.

1962 г. Богатырев Ю.В. сообщил об успешном протезировании ВСА лавсановым протезом у двух пациентов при остром тромбозе

1962 г. Derrick и Smith указали на роль ПИ в развитии ОНМК и предложили выполнение транспозиции ВСА более поверхностно с фиксацией за грудино-ключично-сосцевидную мышцу как самостоятельный метод оперативного лечения.

1963 г. Woringer E. и Kunlin J. впервые создали высокопоточный обходной шунт из ОСА в интракраниальную часть ВСА.

1964 г. Parrot J.C. исполнил сочетанную операцию: КЭ с применением заплаты и резекцию подключичной артерии с репозицией в ОСА.

1965 г. DeBaKey M.E. впервые выполнил операцию сонно-подключичного шунтирования.

1965 г. W.M. Lougheed (Торонто, Канада) описал удачный опыт открытой эмболектomie из ВСА, передней и средней мозговых артерий у 42-летней пациентки с ишемическим инсультом.

1966 г. Clark K., Perry M.O. описали транспозицию ПА в ОСА.

1967 г. Yasargil M.G. впервые проведена операция по созданию экстраинтракраниального микрососудистого анастомоза (ЭИК-МА).

1970 г. Crispin H. и Van Baarle A. применили видеоангиоскопию при тромбэндартерэктомии, и она позволили выявить внутрисосудистые дефекты СА.

1970 г. Сербиненко Ф.А. разработал и предложил использовать для временной и постоянной окклюзии сосудов отделяемый баллон – катетер.

1970 г. Сербиненко Ф.А. впервые в мире выполнил эндоваскулярную окклюзию каро-

тидно-кавернозного соустья с помощью отделяемых баллонов собственной конструкции.

1971 г. в США было выполнено 15 тыс КЭ.

1976 г. в США было выполнено 34 тыс КЭ.

1976 г. Berguer R. использование большой подкожной вены для шунтирования VI сегмента ПА.

1976 г. Carney A.L. транспозиция ПА в устье развитого щитошейного ствола.

1977 г. Mathias K. проинформировал об перкутанной ангиопластике ВСА.

1977 г. Carney A. впервые выполнил хирургическое вмешательство на дистальном отделе ПА.

1978 г. Story J. (Техас, США) успешная операция у пациента с хронической окклюзией правой СА, был создан обходной шунт между ОСА и 2-мм кортикальным сегментом средней мозговой артерии с помощью графта из большой подкожной вены.

1980 г. Bachman D.M. и соавт. впервые выполнил стентирование ПКА.

1980 г. Kerber Ch. осуществил первую успешную ангиопластику внутренней сонной артерии.

1980 г. George B. и Lauria C. выполнили переднебоковой доступ к V3 сегменту ПА между поперечными отростками C1–C2

1981 г. Sundt и соавт. дали определение – синдром церебральной гиперперфузии.

1984 г. Kieny R. описал технику ЭКЭ. Способ содержит в себе отсечение ВСА в области устья, эверсии её в дистальном направлении с удалением АСБ и реимплантации ВСА в старое устье.

1985 г. США было выполнено 107 тыс. КЭ.

1987 г. Railthel D. модернизировал технику Kieny R. и стал отсекал ВСА с капюшоном ОСА, что уменьшало вероятность рестеноза в зоне длинного анастомоза.

1987 г. Reigel M.M. и соавт. описали клинические проявления синдрома церебральной гиперперфузии.

1989 г. Паулюкас П.А. и Баркаускас Э.М. предложили применять мобилизацию, резекцию ВСА, низведение излишней длины, резекцию проксимального сегмента ВСА и им-

плантации её в «старое» устье с формированием широкого анастомоза.

1993 г. Chevalie J. модифицировал технику выполнения ЭКЭ. Он состоит в поперечном пересечении ВСА дистальнее АСБ и производстве короткой продольной артериотомии ОСА с переходом на устье НСА. Проксимальный сегмент ВСА выворачивался в просвет ОСА, АСБ удаляется N-блоком. Далее воссоздается целостность ВСА и зашивался участок артериотомии в ОСА.

1993 г. Mathias K. анонсировали опыт применения стента Palmaz для дилатации и стентирования ВСА у 2 больных, у которых консервативное лечение было без эффекта.

1993 г. Williams и McCollum во время плановой КЭ применили комбинированный мониторинг мозгового кровотока и церебральной оксигенации на основе комплекса транскраниальной доплерографии и церебральной оксиметрии.

1993-1994 гг. Американским обществом нейрохирургов организованы специальные комиссии (Carotid endarterectomy task force), целью которых было изучение причин активности нейрохирургов в реконструктивной хирургии СА, а также популяризация КЭ среди нейрохирургов.

1995 г. США было выполнено рекордное количество КЭ – 132 тыс.

1996 г. Lyberiadis D. выполнил резекцию и редрессации ОСА при ПИ с формированием анастомоза «конец в конец».

1997 г. Towne J. и Bernhard V. активно внедряют сосудистую эндоскопию на СА.

1998 г. Сао Р. и соавт. 1190 ЭКЭ и 1173 ККЭ. Риск развития гемодинамически значимых рестенозов (более 75%) в зоне оперированного сегмента также был меньше у пациентов после ЭКЭ по сравнению с ККЭ (2,5 и 5,2% соответственно).

1998 г. Giordano J.M. рекомендовал воздержаться от реконструкции СА в период до 4 недель от возникновения ИИ.

1998 г. Алесян Б.Г. сообщил о первом КС ВСА в РФ.

2005 г. Ballotta E. с соавт. описали операцию каудальной реимплантации ВСА по типу «конец-в бок» в ОСА или в НСА при ПИ.



2006 г. исследование STACI (Surgical Treatment of Acute Cerebral Ischemia) доказала безопасность КЭ в острый период ИИ у больных с небольшой областью инфаркта ГМ. При этом отсутствовала статистически значимая разница в группах ранней и отсроченной ревазуляризации в отношении показателей периоперационных осложнений, в том числе геморрагической трансформации очага.

2006 г. Rockman C.B. с коллегами выявили высокий риск периоперационного ОНМК у лиц, прооперированных в течение 4 недель после развития ОНМК. Они не выявили статистически значимой разницы по частоте развития периоперационного ОНМК в группах пациентов с КЭ до 1 недели и от 1 до 4 недель. При этом в группе больных с КЭ в период более 1 месяца безопасность реконструкции была статистически подтверждена.

2008 г. в крупном рандомизированном многоцентровом исследовании GALA (General Anaesthesia versus Local Anaesthesia for carotid surgery) не выявлена существенная разница в частоте развития ОНМК, ИМ или смерти между пациентами групп общей и местной анестезии. Но более низкая стоимость местной анестезии связана преимущественно с уменьшением срока пребывания пациента в палате интенсивной терапии и сокращением использования расходных материалов, таких как шунты и синтетические заплатки.

2008 г. был разработан новый способ ЭКЭ по А.В. Покровскому и соавт. (ЭКЭ с «формированием новой бифуркации»). После отсечения ВСА от устья проводилось её продольное рассечение по медиальному краю в дистальном направлении до уровня, на котором АСБ заканчивается. Далее на такое же расстояние рассекается НСА. После эндартерэктомии из всех СА сшивается ВСА и НСА с переходом на ОСА по типу «бок-в-бок».

Таким образом формируется бифуркация на 2–3 см. выше изначального расположения. ЭКЭ «с формированием новой бифуркации» может служить хорошей альтернативой протезированию у больных с АСБ во ВСА и у лиц с неадекватной КЭ.

2008 г. в РФ выполнили порядка 9 тысяч реконструктивных операции на брахиоцефальных артериях.

2014 г. Сергеев В.Л. и соавт. модифицировали технику выполнения ЭКЭ по Kieny R. Суть нового способа заключается в отсечении ВСА от зоны бифуркации с широким захватом ОСА с оставлением узкой полоски задней стенки ОСА в виде мостика.

2017 г. Лукьянчиков В.А. выполнил редрессацию высокой извитости ВСА с применением эндоскопии.

2017 г. Savanto L. и Siebel J. изучали просвет СА с помощью прямой ангиоскопии и отметили, что источником ОНМК АСБ, имеющие язвы и эрозии. Они разработали особый вид эндоскопии Scanning Fiber Angioscopy (SFA) – применение фиброскопа с эффектом флуоресценции и отражения света.

2017 г. Kakisis J.D. с коллегами показали, что общая анестезия при КЭ связана с более высокой смертностью (более чем в 2 раза) по сравнению с региональной, она также является независимым фактором риска развития послеоперационного инфаркта миокарда, особенно у пациентов с предоперационными неврологическими симптомами: из 584 прооперированных пациентов инфаркт отмечен у 2,5% пациентов в группе общей и только у 0,6% пациентов в группе региональной ( $p=0,07$ ).

2019 г. разработана ЭКЭ по Ларькову Р.Н. и соавт. Новый способ заключается в косом пересечении ВСА на уровне луковичи, рассечении ВСА со стороны, прилегающей к «каротидному тельцу» продольно вверх до верхнего уровня артериотомии на ОСА.

2019 г. Izumo T. с соавт. (Япония) впервые применили экзоскоп при КЭЭ.

2021 г. Grief A.N. с коллегами доказали, что региональная анестезия сопровождается значительно меньшей частотой повреждения черепно-мозговых нервов по сравнению с общей: 1,7 против 2,9% соответственно ( $p<0,002$ ).

*Гломус-сберегающие техники КЭ.* Анализируя возможные причины неконтролируемой послеоперационной гипертензии, ряд авторов связали и доказали ее патогенез с по-



вреждением каротидного гломуса. Это привело к созданию гломус-сберегающих техник КЭ. Анцупов К.А. с соавт. разработали сложную S-образную артериосекцию, позволяющую привычно отсечь ВСА и выполнить уже известный ход операции. Однако эта методика не обеспечивала полной визуализации просвета ОСА и НСА и не позволяла выполнить КЭ.

В 2017 г. Виноградов Р.А. с соавт. предложили более совершенную методику ЭКЭ с выполнением нестандартного S-образного разреза с полным отсечением ОСА. Данный подход позволял сохранить гломус с выполнением тотальной ЭКЭ из всех СА. Однако недостатком перечисленных гломус-сберегающих техник является значительное усложнение операции при протяженной АСБ во ВСА, которая распространяется до основания черепа и не заканчивается. Такая ситуация может вызвать необходимость в ауто-трансплантации ВСА.

В 2020 г. Казанцев А.Н. и соавт. разработали новый вид гломус-сберегающей КЭ, в результате чего каротидной гломус не травмируется. По внутреннему краю НСА, прилежащему к каротидному синусу, на 2–3 см выше устья в зависимости от распространения АСБ выполнялась артериотомия с переходом на ОСА (также на 2–3 см ниже устья НСА). Проводилось отсечение ВСА на площадке, образованной участками стенки НСА и ОСА. Осуществляется эндартерэктомия из ВСА по эверсионной технике и эндартерэктомия из НСА и ОСА.

*Хирургия СА при патологических извитостях (ПИ)*

Патологические изгибы и деформации брахиоцефальных артерий занимают второе место среди причин нарушений мозгового кровообращения [9]. Провоцирующим фактором формирования артериальных деформаций, патологических извитостей, септальных стенозов является фиброзно-мышечная дисплазия [10]. Частота выявления ПИ ВСА достигает 25–30% у взрослых и 43% у детей [11]. Наиболее часто применяемая классификация ПИ СА предложена Weibel J., Fields W.S. (1965), в которой выделяется 3 вида ПИ: С- и S-образные извитости СА (без образования острых углов); кинкинг – перегиб СА под

острым под углом, что приводит к образованию септального стеноза; койлинг – петле- и спиралеобразование [12, 13]. Септальные перегибы встречаются чаще чем извитости и петлеобразования. У женщин преобладают септальные перегибы и петлеобразования, тогда как патологическим извитостям в равной степени подвержены оба пола. Частота возникновения патологических деформаций увеличивается с возрастом, и она высока у пожилых людей, особенно у пациентов старше 70 лет [9]. Септальные стенозы формируются из-за резкого изгиба СА в области деформации. Для классификации септальных стенозов СА применяется классификация Metz H. [14]: 1-й тип – перегиб более 60°; 2-й тип – перегиб в 30–60°; 3-й тип – острый перегиб менее 30°.

Септальные стенозы 2 и 3 типов по Metz являются грубыми деформациями они могут вызывать нарушения гемодинамики и появления клинической симптоматики.

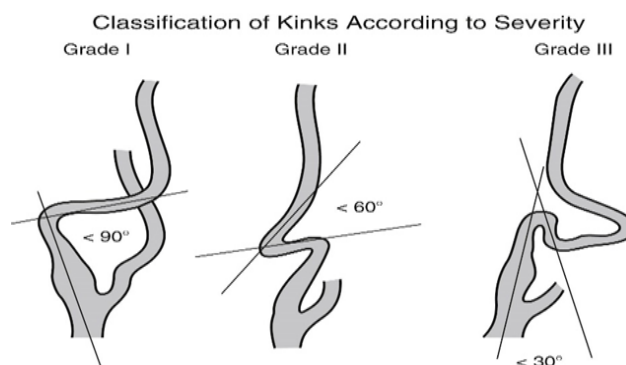


Рис. / Fig. 1. Классификация кинкинга по Metz / classification by Metz.

При ПИ выполняют следующие операции: артериолиз, резекция извитости с редрессацией, резекция извитости с протезированием, резекция извитости с формированием анастомоза. В настоящее время активно развивается хирургическая коррекция дистальных ПИ ВСА с применением эндоскопии. Эндоскопические методики позволяют снизить травматичность операций, улучшить функциональные исходы.

*Выбор метода анестезии при реконструкции СА*

В таблице 1 суммированы все описанные мотивы выбора метода анестезии при КЭ [18, 19, 20].

Таблица / Table 1

Сводная таблица мотивов выбора метода анестезии при каротидной эндартерэктомии (КЭ)  
Summary table of motives for choosing the method of anesthesia in carotid endarterectomy

Мотив выбора The motive of choice	Местная анестезия Local anesthesia	Общая анестезия General anesthesia
Мотив в пользу метода  The motive in favor of the method	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выраженные сопутствующие заболевания</li> <li>– недоступность интраоперационного физиологического мониторинга</li> <li>– наличие кардиостимулятора</li> <li>– возможность выполнения большего количества операций</li> <li>– уменьшение срока госпитализации</li> <li>– дефицит коек интенсивной терапии</li> <li>– экономическая выгода</li> <li>– отказ пациента от общей анестезии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– приём клопидогреля</li> <li>– высокая вероятность использования временного внутрисосудистого шунтирования</li> <li>– неблагоприятные анатомические условия</li> <li>– необходимость сублюксации или остеотомии нижней челюсти</li> <li>– синдром ночного апноэ</li> <li>– экстренная операция</li> <li>– невозможность выполнения теста с пробуждением</li> <li>– возможность анестетического preconditionирования и postconditionирования</li> <li>– предпочтения пациента и хирурга</li> <li>– симультантная операция на других артериях бассейна</li> <li>– taking clopidogrel</li> <li>– high probability of using temporary intraluminal bypass surgery</li> <li>– unfavorable anatomical conditions</li> <li>– the need for subluxation or osteotomy of the lower jaw - sleep apnea syndrome</li> <li>– emergency surgery</li> <li>– the inability to perform the test with an error</li> <li>– the possibility of anesthetic preconditioning and postconditioning</li> <li>– preferences of the patient and the surgeon</li> <li>– simultaneous surgery in other arterial basins</li> </ul>
Мотив отказа от метода  The motive for rejecting the method	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выраженный неврологический дефицит</li> <li>– выраженные явления энцефалопатии</li> <li>– афазия</li> <li>– языковой барьер</li> <li>– анатомические особенности (извитость дистальных отделов ВСА, протяженные стенозы, высокая бифуркация ОСА, короткая толстая шея)</li> <li>– лучевая терапия в области шеи</li> <li>– severe neurological deficit</li> <li>– severe encephalopathy</li> <li>– aphasia</li> <li>– the language barrier</li> <li>– anatomical features (tortuosity of the distal parts of the ICA, extensive stenoses, high bifurcation of the OCA, short thick neck)</li> <li>– radiation therapy in the neck area</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ограниченные ресурсы</li> <li>– риск развития когнитивной дисфункции</li> <li>– limited resources</li> <li>– risk of cognitive dysfunction</li> </ul>

### Обсуждение

Конец XX века ознаменовался невероятным ростом числа хирургических вмешательств при атеросклерозе магистральных

артерий ГМ [18, 19]. За это время сформировались чёткие показания к реконструкции СА, отбор пациентов для операций (оценка хирургических рисков, тяжесть неврологиче-

ского дефицита, возраст пациента, поражение коронарных артерий), время проведения реконструкции (от момента ОНМК, двухстороннее поражение СА), выбор способа реконструкции СА (ККЭ, ЭКЭ, протезирование СА, КС), техника оперативного вмешательства (сохранение каротидного гломуса, биноккулярная лупа, ангиоскопия, экзоскоп, микроскоп), применяемые доступы к СА (классический, позадиаремный, продольный минидоступ, протяженный / поперечный доступ по естественной кожной складке и минидоступ по кожной складке). Также были разработаны методы анестезии (общая, региональная, местная), методы интраоперационная диагностика церебральной ишемии (церебральная оксиметрия, ЭЭГ, соматосенсорный вызванный потенциал, транскраниальный моторный вызванный потенциал, измерение концентрации лактата крови из внутренней яремной вены, транскраниальное измерение линейной скорости кровотока в СМА, динамический неврологический контроль), интраоперационная церебральная нейротекция (управляемая артериальная гипертензия, управляемая гипотермия, фармакотерапия, использование временного шунта), инструментальной оценки тяжести ишемии ГМ (КТ-перфузия, МР-перфузия, ОФЭКТ), оценки различных способов реконструкции СА методами компьютерного моделирования кровотока [20, 21, 22]. Отмечается расширение спектра патологии, при которых производят оперативные вмешательства на СА: атеросклероз, ПИ, диссекция, аневризма [23, 24, 25].

#### Заключение

Мы попытались исчерпывающе рассказать эволюцию современного представления атеросклероза СА и ее лечения – с древних

времен до настоящего времени. История нейрохирургии сосудов головного мозга неразрывно связана с развитием ценного метода диагностики – ангиографии. С 60 до 90-х гг. XX века отмечался отработкой навыков реконструкции СА, накоплением опытом в данном разделе хирургии, который зачастую сопровождался высокой летальностью и высоким риском осложнений.

С 90-х гг. XX ознаменовался проведение многоцентровых исследований, изучающих эффективность КЭ на профилактику ОНМК у лиц с атеросклеротическим поражением СА, изобретением методов инструментальной диагностики и нейровизуализации (КТ-, МР-перфузия).

С начала 2000-х гг. отмечается рост многоцентровых исследований, изучающих эффективность КС на профилактику ОНМК, сравнение ее эффективности с КЭЭ.

С 10-х гг. XXI века в РФ отмечается рост интереса нейрохирургов к реконструктивной хирургии СА. Открывается отдельное направление – сосудистая нейрохирургия. В некоторых городах РФ в отделениях сосудистой нейрохирургии КЭ становится рутинной операцией.

С 10-х гг. XXI века отмечается разработка глобус-сберегающих способов КЭ и внедрение инновационного оборудования (эндоскопия, ангиоскопия, экзоскоп).

В настоящее время в нейрохирургии сосудов ГМ продолжают совершенствоваться различные методики хирургического лечения, например, разрабатываются принципы сочетания эндоваскулярных и прямых операций для повышения радикальности лечения пациентов с нейрохирургической патологией сосудов мозга.

#### Литература / References:

1. Яриков А.В., Ермолаев А.Ю., Морев А.В., Фраерман А.П., Мухин А.С., Лавренюк А.Н. Хирургия в профилактике и лечении ишемического инсульта – взгляд нейрохирурга. *Международные обзоры: клиническая практика и здоровье*. 2018; 1 (29): 6-24. [Yarikov A.V., Ermolaev A.Yu., Morev A.V., Fraerman A.P., Mukhin A.S., Lavrenyuk A.N. Surgery in the prevention and treatment of ischemic stroke - a neurosurgeon's view. *International reviews: clinical practice and health*. 2018; 1 (29): 6-24.] (In Russ)
2. Крылов В.В., Леманев В.Л., Мурашко А.А., Лукьянчиков В.А., Далибалдьян В.А. Лечение пациентов с атеросклеротическим поражением брахиоцефальных артерий в сочетании с интракраниальными аневризмами. *Нейрохирургия*. 2013; 2: 80-85. [Krylov V.V., Lemenev V.L., Murashko A.A., Lukyanchikov V.A., Dalibaldyan V.A. Treatment of patients with atherosclerotic lesions of the brachiocephalic arteries in combination with intracranial aneurysms. *Neurosurgery*. 2013; 2: 80-85.] (In Russ)
3. Яриков А.В., Фраерман А.П., Мухин А.С., Леонов В.А., Лютиков В.Г., Кузьминых Д.Г., Цыганков А.М., Цыганков Д.А. История развития хирургии сонных артерий. *Нейрохирургия и неврология Казахстана*. 2019;

- 3 (56): 78-90. [Yarikov A.V., Fraerman A.P., Mukhin A.S., Leonov V.A., Lyutikov V.G., Kuzminykh D.G., Tsygankov A.M., Tsygankov D.A. History of the development of carotid artery surgery. *Neurosurgery and neurology of Kazakhstan*. 2019; 3 (56): 78-90. (In Russian).] (In Russ)
4. Яриков А.В., Фраерман А.П., Клецкин А.Э., Лютиков В.Г., Кузьминых Д.Г., Смирнов П.В., Волошин В.Н., Калинин А.А., Ошурков П.А., Мухин А.С. Эволюция реконструктивных операций на сонных артериях. *Авиценна*. 2021; 88: 4-21. [Yarikov A.V., Fraerman A.P., Kletskin A.E., Lyutikov V.G., Kuzminykh D.G., Smirnov P.V., Voloshin V.N., Kalinkin A.A., Oshurkov P.A., Mukhin A.S. Evolution of carotid artery reconstructive surgery. *Avicenna*. 2021; 88: 4-21.] (In Russ)
5. Яриков А.В., Балябин А.В., Яшин К.С., Мухин А.С. Хирургические методы лечения стеноза сонных артерий. *Современные технологии в медицине*. 2015; 7 (4): 189-200. [Yarikov A.V., Balyabin A.V., Yashin K.S., Mukhin A.S. Surgical methods of carotid artery stenosis treatment. *Modern technologies in medicine*. 2015; 7 (4): 189-200.] (In Russ)
6. Еастон Д.Д. История каротидной эндартерэктомии: тогда и сейчас. *Личная перспектива. Журнал Национальной ассоциации по борьбе с инсультом. Stroke / Российское издание*. 2015; 1 (37): 92-94. [Easton D.D. History of carotid endarterectomy: then and now. A personal perspective. *Journal of the National Stroke Association. Stroke / Russian edition*. 2015; 1 (37): 92-94.] (In Russ)
7. Яриков А.В., Фраерман А.П., Смирнов П.В., Леонов В.А., Мухин А.С., Клецкин А.Э., Волошин В.Н., Лютиков В.Г., Айвазян С.А., Кузьминых Д.Г., Тарасов И.А., Калинин А.А., Ошурков П.А., Далибалдян В.А., Лукьянчиков В.А. Осложнения каротидной эндартерэктомии. *Здравоохранение Югры: опыт и инновации*. 2022; 1 (30): 43-57. [Yarikov A.V., Fraerman A.P., Smirnov P.V., Leonov V.A., Mukhin A.S., Kletskin A.E., Voloshin V.N., Lyutikov V.G., Aivazyan S.A., Kuzminykh D.G., Tarasov I.A., Kalinkin A.A., Oshurkov P.A., Dalibaldyan V.A., Lukyanchikov V.A. Complications of carotid endarterectomy. *Ugra healthcare: experience and innovations*. 2022; 1 (30): 43-57.] (In Russ)
8. Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Яковлев С.Б., Арустамян С.Р., Шмигельский А.В. Протокол обследования и хирургического лечения больных со стенозирующими поражениями магистральных артерий головного мозга. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2009; 2: 48-54. [Usachev D.Yu., Lukshin V.A., Yakovlev S.B., Arustamyan S.R., Shmigelsky A.V. Protocol of examination and surgical treatment of patients with stenosing lesions of the main arteries of the brain. *Issues of neurosurgery named after N.N. Burdenko*. 2009; 2: 48-54.] (In Russ)
9. Сосудистая хирургия. Национальное руководство. Краткое издание / под ред. В.С. Савельева, А.И. Кириенко. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2014. 464 с.: ил. [Vascular surgery. National guidelines. Brief edition / edited by V.S. Savelyev, A.I. Kiriyenko. M.: GEOTAR - Media, 2014. 464 p.] (In Russ) ISBN 978-5-9704-3097-2
10. Нейрохирургия. Национальное руководство. Том III. Сосудистая нейрохирургия / Под ред. Д.Ю. Усачева, Ш. Ш. Элиавы, С.Б. Яковлева, О.Б. Белоусовой. М.: ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» МЗ РФ, 2023. 536 с.: ил. [Neurosurgery. National guidelines. Volume III. Vascular neurosurgery / edited by D.Yu. M.: National Medical Research Center of Neurosurgery named after Acad. N.N. Burdenko, 2023. 536 p.] (In Russ) ISBN 978-5-7151-06155
11. Закондырин Д.Е., Полунина Н.А., Лукьянчиков В.А., Токарев А.С., Сенько И.В., Далибалдян В.А., Крылов В.В. Внедрение результатов симуляционного обучения в практику оказания нейрохирургической помощи пациентам со стенозирующими поражениями сонных артерий. *Нейрохирургия*. 2018; 20 (1): 103-108. [Zakondyryn D.E., Polunina N.A., Lukyanchikov V.A., Tokarev A.S., Senko I.V., Dalibaldyan V.A., Krylov V.V. Implementation of the results of simulation training in the practice of providing neurosurgical care to patients with stenotic lesions of the carotid arteries. *Neurosurgery*. 2018; 20 (1): 103-108.] (In Russ)
12. Лукьянчиков В.А., Хасауов Р.Х., Кожаев З.У., Геккьева Ж.С., Крылов В.В., Виноградов Р.А. Минимально инвазивное хирургическое лечение пациента с патологической извитостью сонной артерии с применением эндоскопии. *Нейрохирургия*. 2018; 20 (4): 80-86. [Lukyanchikov V.A., Khasauov R.Kh., Kozhaev Z.U., Gekkieva Zh.S., Krylov V.V., Vinogradov R.A. Minimally invasive surgical treatment of a patient with pathological tortuosity of the carotid artery using endoscopy. *Neurosurgery*. 2018; 20 (4): 80-86.] (In Russ)
13. Лукьянчиков В.А., Хасауов Р.Х., Кордонская О.О., Далибалдян В.А., Сенько И.В. Эндоскопически ассистированная коррекция патологических извитостей сонных артерий. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020; 2: 13-20. [Lukyanchikov V.A., Khasauov R.Kh., Kordonskaya O.O., Dalibaldyan V.A., Senko I.V. Endoscopically assisted correction of pathological tortuosity of the carotid arteries. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov*. 2020; 2: 13-20.] (In Russ)
14. Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Соснин А.Д., Шишкина Л.В., Шмигельский А.В., Нагорская И.А., Васильченко В.В., Беляев А.Ю., Ахмедов А.Д., Батищева Е.В. Хирургическое лечение больных с патологическими деформациями сонных артерий. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2014; 78 (5): 3-15. [Usachev D.Yu., Lukshin V.A., Sosnin A.D., Shishkina L.V., Shmigelsky A.V., Nagorskaya I.A., Vasilchenko V.V., Belyaev A.Yu., Akhmedov A.D., Batishcheva E.V. Surgical treatment of patients with pathological deformities of the carotid arteries. *Problems of Neurosurgery named after N.N. Burdenko*. 2014; 78 (5): 3-15.] (In Russ)
15. Лучанский В.В., Алексеев Е.М. Комфорт во время каротидной эндартерэктомии в условиях регионарной анестезии с позиции врача и пациента. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2017; 14 (5): 102-104. [Luchansky V.V., Alekseev E.M. Comfort during carotid endarterectomy under regional anesthesia from the perspective of a physician and a patient. *Bulletin of Anesthesiology and Resuscitation*. 2017; 14 (5): 102-104.] (In Russ)
16. Шмелев В.В., Неймарк М.И., Рахмонов А.А. Динамика состояния высших психических функций при различных видах анестезии хирургической реконструкции сонных артерий по поводу атеросклеротической окклюзии. *Бюллетень медицинской науки*. 2018; 3 (11): 58-62. [Shmelev V.V., Neimark M.I., Rakhmonov A.A. Dynamics of the state of higher mental functions during

- various types of anesthesia for surgical reconstruction of the carotid arteries due to atherosclerotic occlusion. *Bulletin of Medical Science*. 2018; 3 (11): 58-62.] (In Russ)
17. Шмелёв В.В., Неймарк М.И. Оценка современных методов общей анестезии с позиций обеспечения нейропротекторного эффекта в реконструктивной хирургии брахиоцефальных артерий. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2012; 3 (49): 62-66. [Shmelev V.V., Neimark M.I. Evaluation of modern methods of general anesthesia from the standpoint of providing a neuroprotective effect in reconstructive surgery of the brachiocephalic arteries. *Pacific Medical Journal*. 2012; 3 (49): 62-66.] (In Russ)
  18. Заваруев А.В. Синдром позвоночно-подключичного обкрадывания. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017; 117 (1): 72-77. [Zavaruev A.V. Vertebral-subclavian steal syndrome. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2017; 117 (1): 72-77.] (In Russ)
  19. Заваруев А.В., Яновоей В.В. Алгоритм лечения окклюзионных поражений подключичных артерий с синдромом позвоночно-подключичного обкрадывания и сочетанным стенозом сонных артерий. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2018; 1 (71): 34-37. [Zavaruev A.V., Yanovoy V.V. Algorithm for the treatment of occlusive lesions of the subclavian arteries with vertebral-subclavian steal syndrome and combined stenosis of the carotid arteries. *Pacific Medical Journal*. 2018; 1 (71): 34-37.] (In Russ)
  20. Шмигельский А.В., Усачев Д.Ю., Лубнин А.Ю., Лукшин В.А., Беляев А.Ю., Троицкий А.П., Савин И.А. Ранняя интраоперационная диагностика церебральной ишемии во время вмешательства на сонных артериях. Клинический пример разумного сочетания регионарной и общей методик анестезии. *Региональная анестезия и лечение острой боли*. 2009; 3 (1): 46-51. [Shmigelskiy A.V., Usachev D.Yu., Lubnin A.Yu., Lukshin V.A., Belyaev A.Yu., Troitskiy A.P., Savin I.A. Early intraoperative diagnostics of cerebral ischemia during interventions on carotid arteries. Clinical example of reasonable combination of regional and general anesthesia techniques. *Regional anesthesia and treatment of acute pain*. 2009; 3 (1): 46-51.] (In Russ)
  21. Козлова К.А., Шмигельский А.В., Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Зеленкова О.М. Выбор анестезии при каротидной эндактерэктомии: проблема оценки риска периперационных осложнений и тактика анестезиологического обеспечения у пациента старческого возраста с кардиологическим анамнезом. *Клиническая физиология кровообращения*. 2019; 16 (3): 228-234. [Kozlova K.A., Shmigelskiy A.V., Usachev D.Yu., Lukshin V.A., Zelenkova O.M. The choice of anesthesia for carotid endarterectomy: the problem of assessing the risk of perioperative complications and tactics of anesthetic management in an elderly patient with a history of cardiology. *Clinical physiology of blood circulation*. 2019; 16 (3): 228-234.] (In Russ)
  22. Заваруев А.В. Профилактика ишемического повреждения головного мозга в хирургии брахиоцефальных артерий. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2021; 14 (5): 376-379. [Zavaruev A.V. Prevention of ischemic brain injury in brachiocephalic artery surgery. *Cardiology and cardiovascular surgery*. 2021; 14 (5): 376-379.] (In Russ)
  23. Григорьева Е.В., Носова А.Г., Далибалдян В.А., Крылов В.В. Спонтанная диссекция внутренней сонной артерии: сочетание применения УЗИ и КТ-ангиографии. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2020; 10 (2): 244-251. [Grigorieva E.V., Nosova A.G., Dalibaldyan V.A., Krylov V.V. Spontaneous dissection of the internal carotid artery: combined use of ultrasound and CT angiography. *Russian Electronic Journal of Radiation Diagnostics*. 2020; 10 (2): 244-251.] (In Russ)
  24. Вербицкий О.П., Савелло А.В., Григорьев С.Г., Дуданов И.П. Клинико-диагностические критерии аневризм экстракраниального отдела внутренней сонной артерии. *Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова*. 2019; 11 (2): 17-21. [Verbitskiy O.P., Savello A.V., Grigoriev S.G., Dudanov I.P. Clinical and diagnostic criteria for aneurysms of the extracranial internal carotid artery. *Russian Neurosurgical Journal named after Professor A.L. Polenov*. 2019; 11 (2): 17-21.] (In Russ)
  25. Дуданов И.П., Ордынец С.В., Лукинский И.А., Абуазаб Б.С., Ахметов В.В., Шабонов А.А., Вербицкий О.П. Экстракраниальная неатеросклеротическая патология сонной артерии в причинах развития острого ишемического инсульта. *Исследования и практика в медицине*. 2017; 4 (4): 35-49. [Dudanov I.P., Ordynets S.V., Lukinsky I.A., Abuazab B.S., Akhmetov V.V., Shabonov A.A., Verbitskiy O.P. Extracranial non-atherosclerotic pathology of the carotid artery in the causes of acute ischemic stroke. *Research and practice in medicine*. 2017; 4 (4): 35-49.] (In Russ)

## PAGES OF THE HISTORY OF RECONSTRUCTION OF THE MAIN ARTERIES OF THE BRAIN

D.S. Ovchenkov<sup>1</sup>, A.V. Yarikov<sup>2,3</sup>,  
A.P. Fraerman<sup>4</sup>, A.Yu. Ermolaev<sup>5</sup>,  
I.O. Bogdanovich<sup>6</sup>,  
A.S. Grantkovsky<sup>7</sup>,  
D.G. Kuzminykh<sup>8</sup>, A.S. Mukhin<sup>9</sup>,  
V.V. Kustov<sup>10</sup>, V.G. Lyutikov<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Mordovian State University named after N.P. Ogarev, Saransk, Russia

<sup>2</sup>Volga Region Medical Center of the FMBA of Russia, Nizhny Novgorod

<sup>3</sup>Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky

<sup>4</sup>City Clinical Hospital No. 39, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>5</sup>Siberian District Medical Center of the FMBA of Russia, Novosibirsk

<sup>6</sup>KB "RZhD-Medicine", Novosibirsk, Russia

<sup>7</sup>City Clinical Hospital № 13, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>8</sup>Federal Siberian Scientific and Clinical Center of the FMBA of Russia

<sup>9</sup>Volga Region Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>10</sup>Federal Center for Neurosurgery, Tyumen, Russia

### Abstract:

Solving the problem of vascular pathology of the brain has been an acute problem for many years. Reconstructive surgery of cerebral vessels is the main method of solving this pathology. The article highlights in detail the history of the development of various reconstructive operations on the main arteries of the brain. The first surgi-

cal interventions on the carotid artery were performed when they were damaged and reduced to their ligation. Surgery of the main arteries of the brain has made a huge leap in development. Over time, innovative diagnostic technologies such as cerebral angiography, CT and MRI of the brain, and CT angiography began to be introduced, which are a valuable research method. The article describes in detail the stages of development of surgical interventions on the carotid arteries. In the middle of the twentieth century, the first successful operations were performed: carotid artery resection with the formation of an anastomosis, carotid artery prosthetics, carotid endarterectomy, carotid stenting, etc. Improvements in surgical techniques are still being carried out.

**Keywords:** main arteries of the brain, vascular neurosurgery, cerebral revascularization, steel syndrome, carotid-subclavian anastomosis, carotid endarterectomy

**Вклад авторов:**

*Д.С. Овченков:* написание текста рукописи;

*А.В. Яриков:* разработка дизайна исследования, написание и редактирование текста;

*А.П. Фраерман:* разработка дизайна исследования, написание и редактирование текста;

*А.Ю. Ермолаев:* написание текста рукописи;

*И.О. Богданович:* написание текста рукописи;

*А.С. Грантковский:* написание текста рукописи;

*Д.Г. Кузьминых:* редактирование текста рукописи;

*А.С. Мухин:* редактирование текста рукописи;

*В.В. Кустов:* редактирование текста рукописи;

*В.Г. Лютиков:* редактирование текста рукописи.

**Authors' contributions:**

*D.S. Ovchenkov:* writing the text of the manuscript;

*A.V. Yarikov:* development of research design, writing and editing of the text of the manuscript;

*A.P. Fraerman:* development of research design, writing and editing of the text of the manuscript;

*A.Yu. Ermolaev:* writing the text of the manuscript;

*I.O. Bogdanovich:* writing the text of the manuscript;

*A.S. Grantkovsky:* writing the text of the manuscript;

*D.G. Kuzminykh:* editing of the text of the manuscript;

*A.S. Mukhin:* editing of the text of the manuscript;

*V.V. Kustov:* editing of the text of the manuscript;

*V.G. Lyutikov:* editing of the text of the manuscript.

**Финансирование:** Данное исследование не имело финансовой поддержки.

**Financing:** The study was performed without external funding.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила / Article received: 20.01.2025. Принята к публикации / Accepted for publication: 18.02.2025.

---

**Для цитирования:** Овченков Д.С., Яриков А.В., Фраерман А.П., Ермолаев А.Ю., Богданович И.О., Грантковский А.С., Кузьминых Д.Г., Мухин А.С., Кустов В.В., Лютиков В.Г. Страницы истории реконструкции магистральных артерий головного мозга. *Академический журнал Западной Сибири*. 2025; 21 (1): 38-51. DOI: 10.32878/sibir.25-21-01(106)-38-51

**For citation:** Ovchenkov D.S., Yarikov A.V., Fraerman A.P., Ermolaev A.Yu., Bogdanovich I.O., Grantkovsky A.S., Kuzminykh D.G., Mukhin A.S., Kustov V.V., Lyutikov V.G. Pages of the history of reconstruction of the main arteries of the brain. *Academic Journal of West Siberia*. 2025; 21 (1): 38-51. (In Russ) DOI: 10.32878/sibir.25-21-01(106)-38-51