

Оглавление:

Предисловие	11
Список сокращений	13
I. История развития хирургической реваскуляризации головного мозга	
<i>Крылов В.В., Полунина Н.А.</i>	15
II. Инструментальная диагностика сосудистой патологии головы и шеи	
<i>Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Далибалдян В.А., Григорьева Е.В., Хамидова Л.Т., Гусейнова Г.К.</i>	29
III. Каротидная эндартерэктомия	
<i>Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Далибалдян В.А., Нахабин О.Ю.</i>	47
1. Хроническая ишемия головного мозга. Стенозы внутренних сонных артерий. Показания к операции каротидной эндартерэктомии	49
2. Каротидная эндартерэктомия. Техника, основные методики выполнения.	65
3. Результаты и осложнения каротидной эндартерэктомии.	88
IV. Экстра-интракраниальное шунтирование	
<i>Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Полунина Н.А., Далибалдян В.А., Удодов Е.В. Староверов М.С., Горожанин В.А., Григорьева Е.В., Кудряшова Т.А.</i>	99
1. Хроническая ишемия головного мозга. Окклюзии внутренних сонных артерий. Показания к операции экстра-интракраниального шунтирования.	101
2. Низкопоточное экстра-интракраниальное шунтирование. Техника операции.	120
3. Результаты и осложнения операции экстра-интракраниального шунтирования. ...	139
V. Хирургическая реваскуляризация головного мозга в остром периоде ишемического инсульта	
<i>Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Удодов Е.В., Далибалдян В.А.</i>	147
VI. Хирургическая реваскуляризация в лечении аневризм сосудов головного мозга	
<i>Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Гаврилов А.В., Полунина Н.А., Нахабин О.Ю., Долотова Д.Д., Шетова И.М., Штадлер В.Д., Благосклонова Е.Р., Архипов И.В.</i>	175
1. Реваскуляризирующие вмешательства в хирургии сложных аневризм сосудов головного мозга.	177
2. Реваскуляризация в лечении ишемического поражения головного мозга при ангиоспазме.	224
VII. Хирургическое лечение аномалии Киммерле	
<i>Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Гринь А.А., Роцин С.Ю., Алехин Е.Е.</i>	243

VIII. Хирургическое лечение пациентов с ангиопатией моя-моя

Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Сенько И.В., Амиралиева М.Ш., Староверов М.С. 257

IX. Микрохирургическая техника и мануальный тренинг

Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Полунина Н.А., Дыдыкин С.С., Токарев А.С., Далибалдян В.А., Староверов М.С., Горожанин В.А. 275

X. Методики, сопровождающие операции реvascularизации головного мозга

Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Синкин М.В., Хасауов Р.Х., Далибалдян В.А. Вайман Е.С., Косолапов А.А. 297

1. Оснащение операционной для проведения реvascularизирующих вмешательств. . . 299
2. Нейрофизиологический интраоперационный мониторинг. 311
3. Нейронавигация при выполнении операций реvascularизации головного мозга. . . 318
4. Видеоэндоскопия в хирургии брахиоцефальных артерий 327

XI. Альтернативные методики шунтирующих операций

Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Староверов М.С., Горожанин В.А., Шатохин Т.А. 341

2. Каротидная эндартерэктомия. Техника, основные методики выполнения

Методика проведения каротидной эндартерэктомии

Существует 4 основные методики каротидной эндартерэктомии:

- классическая каротидная эндартерэктомия – удаление АСБ через продольную артериотомию с последующим ушиванием артерии с помощью первичного шва;
- классическая, с использованием ангиопластики расширяющей заплатой – удаление АСБ через продольную артериотомию с последующим ушиванием артерии с использованием расширяющей заплаты;
- эверсионная каротидная эндартерэктомия – удаление АСБ путем выполнения резекции устья внутренней сонной артерии, выворачивания отсеченного участка внутренней сонной артерии и его последующей реимплантации;
- каротидная эндартерэктомия по ДеБейки – удаление АСБ путем выполнения резекции бифуркации ОСА, выворачивания бифуркации ОСА и ее реанастомозированием.

Для классической эндартерэктомии характерна техническая простота, поэтому ее можно рекомендовать хирургам, начинающим осваивать данный раздел хирургии. По мере накопления опыта проведение той или иной методики зачастую зависит от личных пристрастий оперирующего хирурга и традиций клиники, но в некоторых условиях каждая из них имеет свои преимущества и наиболее предпочтительна в конкретной ситуации [6].

Классическая каротидная эндартерэктомия более предпочтительна при:

- стенозах пролонгированной атеросклеротической бляшкой;
- высоком расположении бифуркации общей сонной артерии;
- необходимости использования временного внутрипросветного шунта.

Эверсионная каротидная эндартерэктомия предпочтительна при:

- локальном устьевом стенозе ВСА;

- наличии сопутствующей патологической извитости внутренней сонной артерии, когда одновременно с эндартерэктомией можно выполнить редрессацию внутренней сонной артерии или ее резекцию с реимплантацией в старое устье;
- малом диаметре ВСА (менее 4–5 мм) и высоком риске использования расширяющей боковой заплаты, например, опасности нагноения у пациентов с сахарным диабетом.

По данным мета-анализа, который включает 21 исследование, сравнивающие результаты классической ($n=7721$) и эверсионной КЭЭ ($n=8530$), оказалось, что после эверсионной КЭЭ значительно ниже риск интра- и послеоперационного инсульта, летальности и окклюзии оперированной ВСА в отдаленном периоде. Доказано, что у пациентов после эверсионной КЭЭ встречаемость поздних рестенозов $>50\%$, в 2 раза меньше (2,5%) по сравнению с больными после классической КЭЭ [12]. Однако, следует иметь в виду, что рестенозы $>50\%$ в отдаленном периоде встречаются почти с одинаковой частотой после эверсионной КЭЭ (2,5%) и КЭЭ с ангиопластикой (3,9%).

Таким образом, выбор метода между эверсионной и классической КЭЭ с расширяющей ангиопластикой остается на усмотрение оперирующего хирурга. Однако, выполнение эверсионной эндартерэктомии является целесообразной при сравнении классической КЭЭ с первичным закрытием артериотомического дефекта [48].

Методика операции классической каротидной эндартерэктомии

До настоящего времени вопрос применения местной или общей анестезии остается дискуссионным. Каждый метод имеет свои положительные и отрицательные особенности. Например, при использовании локо-регионарной анестезии у хирурга есть возможность постоянно контролировать толерантность головного мозга к временному пережатию ВСА путем оценки неврологического статуса. Однако, активные движения пациента головой, глотательные акты

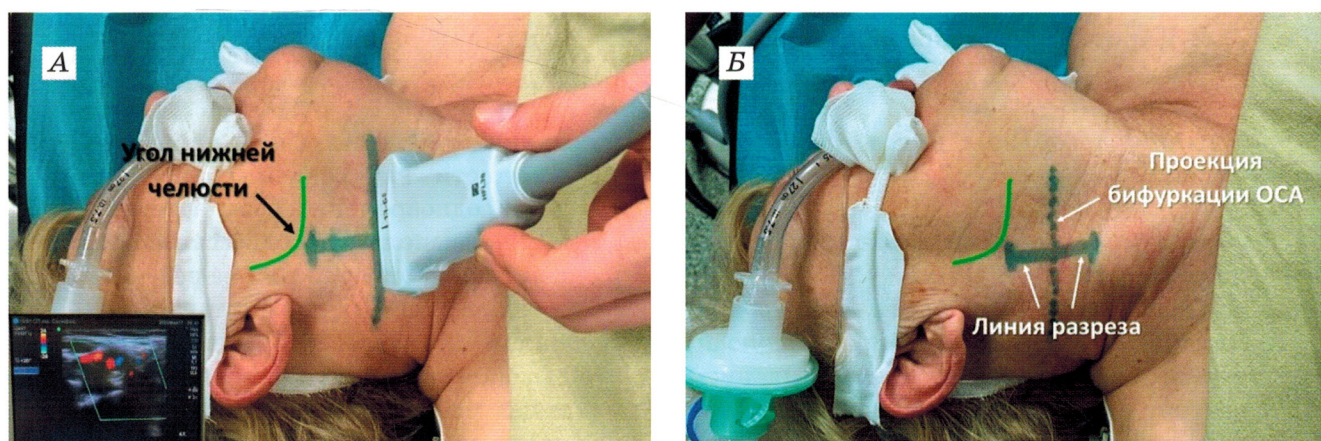


Рис. 3.2. Интраоперационные фотографии. Каротидная эндартерэктомия справа. Определение уровня бифуркации правой ОСА (А). Линия разреза мягких тканей (Б)

могут помешать плавному ходу основного этапа операции. По данным рандомизированного исследования General Anaesthesia versus Local Anaesthesia for carotid surgery (GALA) не выявлено значимого отличия летальности, инсульта или инфаркта миокарда в послеоперационном периоде у больных с локорегионарной (4,5%) и общей (4,8%) анестезией [25]. А комбинированные данные 14 рандомизированных клинических исследований (4596 пациентов), показывают, что КЭА с локорегионарной анестезией не обеспечивает значимого снижения частоты 30-дневного инсульта (3,2%), по сравнению с КЭА с общей анестезией (3,5%). Таким образом, выбор метода анестезии при КЭА (общая или локорегионарная) следует оставить на усмотрение хирургической бригады [48].

1. Доступ к сонным артериям.

Положение пациента на спине с поворотом головы в противоположную от зоны доступа сторону. Линию разреза определяют по переднему краю грудино-ключично-сосцевидной мышцы, начинают чуть ниже сосцевидного отростка и заканчивают на 1 – 2 см выше яремной вырезки. При наличии опыта можно ограничиться разрезом меньшей длины. В зависимости от высоты бифуркации расположение линии разреза может варьировать в ростокаудальном направлении. С целью более точного определения проекции бифуркации ОСА целесообразно применять интраоперационное УЗИ, что может способствовать уменьшению длины кожного разреза (рис. 3.2).

Первым этапом выполняется рассечение мягких тканей. Рассекают послойно кожу, подкожную фасцию, подкожную мышцу (m. platysma). На пути доступа может встретиться наружная яремная вена, которую перевязывают и пересекают. Мобилизуют передний край кивательной мышцы и отводят его латерально ранорасширителем. Сразу под кивательной мышцей расположена внутренняя яремная вена с впадающей в нее общей лицевой веной (рис. 3.3).

Общую лицевую вену пересекают, прошивают и перевязывают, после чего внутренняя яремная вена становится мобильной и ее легко отвести кнаружи. Выбор доступа к сонной артерии (антеградный/ретрогулярный) должен быть оставлен на усмотрение оперирующего хирурга [48].

Перед выделением сонных артерий проводят системную гепаринизацию (2500 – 5000 ЕД внутривенно). Выделение артерий начинают с нижнего угла раны, где расположена общая сонная артерия. По мере выделения артерий общую сонную, внутреннюю сонную, наружную сонную и верхнюю щитовидную артерию берут на держалки (рис. 3.4). Визуально определяют границы распространения атеросклеротической бляшки. Внутреннюю сонную артерию необходимо выделить на 1 см дистальнее верхней границы атеросклеротической бляшки для наложения зажима.

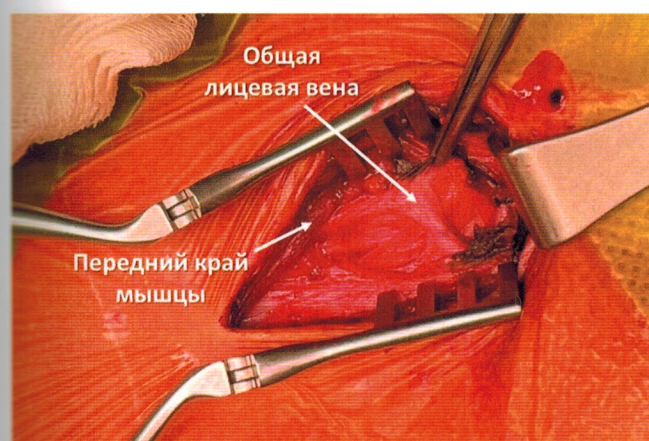


Рис. 3.3. Интраоперационная фотография. Каротидная эндартерэктомия справа. Мобилизован передний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы

2.1 Основной этап классической каротидной эндартерэктомии без временного внутрипросветного шунта.

Последовательно пережимают верхнюю щитовидную, внутреннюю сонную, общую сонную и наружную сонную артерии (рис. 3.5).

Затем выполняют линейную артериотомию, начиная от дистального сегмента ОСА, с переходом на ампулу ВСА. Оканчиваться артериото-

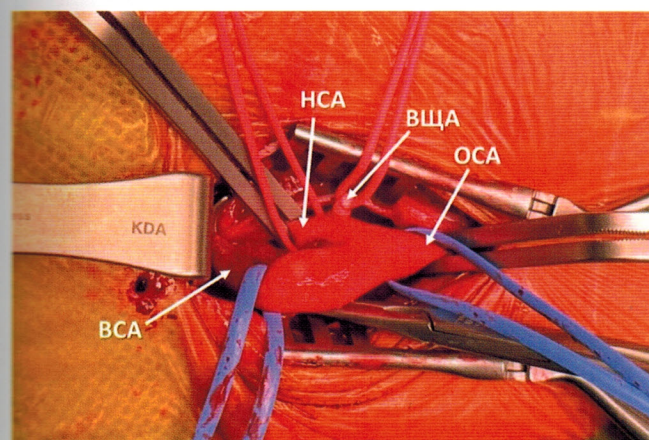


Рис. 3.5. Каротидная эндартерэктомия справа. Интраоперационная фотография. Пережаты общая сонная артерия и ее ветви. ОСА – общая сонная артерия, ВСА – внутренняя сонная артерия, НСА – наружная сонная артерия, ВЩА – верхняя щитовидная артерия

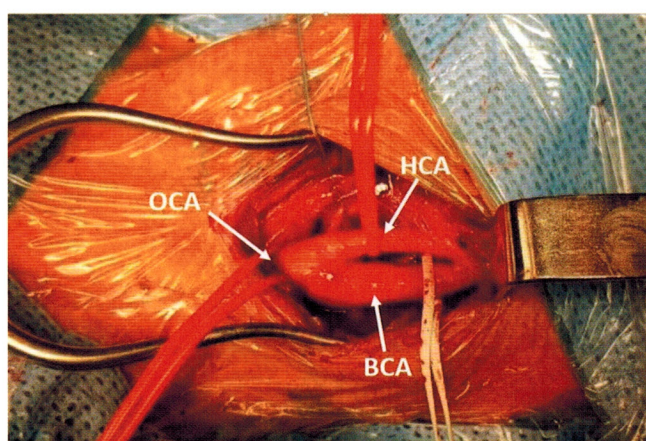


Рис. 3.4. Интраоперационная фотография. Каротидная эндартерэктомия слева. Артерии взяты на турникеты. ОСА – общая сонная артерия, ВСА – внутренняя сонная артерия, НСА – наружная сонная артерия

мия должна сразу за дистальным концом атеросклеротической бляшки (рис. 3.6).

Далее выделяют атеросклеротическую бляшку, которую аккуратно отслаивают от артериальной стенки с помощью сосудистых пинцетов и лопатки. Выделяют бляшку диссектором и отсекают ее от интимы в области проксимального угла артериотомии, что делает бляшку мобильной (рис. 3.7).

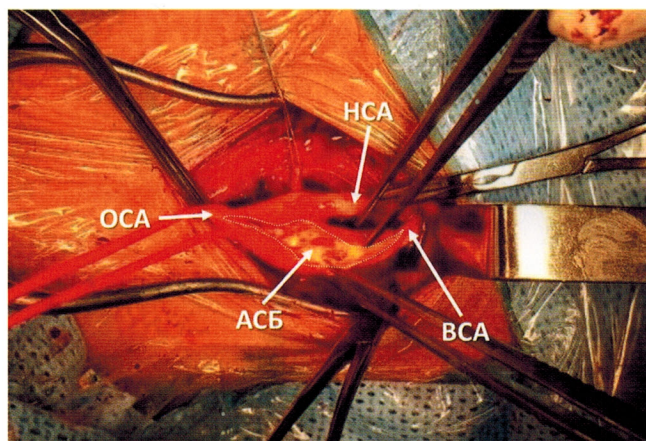


Рис. 3.6. Каротидная эндартерэктомия слева. Интраоперационная фотография. Законченная артериотомия. ОСА – общая сонная артерия, ВСА – внутренняя сонная артерия, НСА – наружная сонная артерия, АСБ – атеросклеротическая бляшка

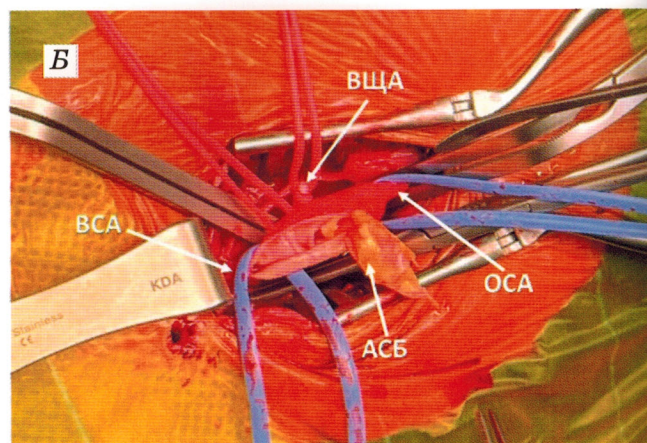
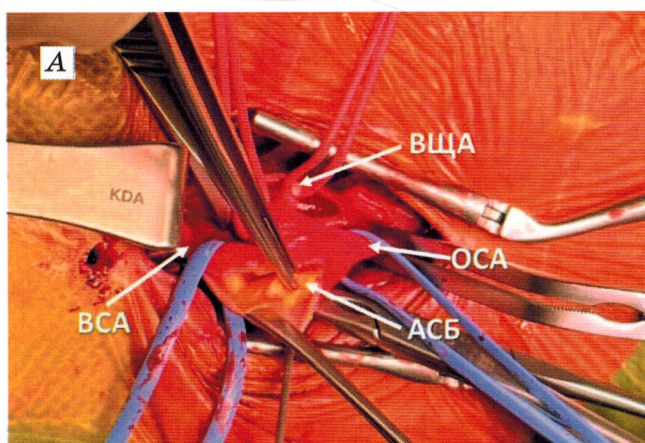


Рис. 3.7. Каротидная эндартерэктомия справа. Интраоперационные фотографии. А – выделение атеросклеротической бляшки; Б – удаление бляшки. ОСА – общая сонная артерия, ВСА – внутренняя сонная артерия, ВЩА – верхняя щитовидная артерия

С помощью сосудистых пинцетов и лопатки окончательно удаляют бляшку из ампулы и дистальных отделов ВСА, устьев наружной сонной и верхней щитовидной артерий. Далее тщательно промывают и выполняют ревизию просвета артерии (рис. 3.8).

При ревизии крайне важно оценить радикальность удаления бляшки из ВСА, а также

состояние интимального лоскута в дистальных отделах ВСА. В том случае, если при ревизии выявлены признаки отрыва дистальной части бляшки, то тщательно удаляют ее оставшиеся фрагменты. Отслойку интимального лоскута в дистальных отделах ВСА, выявленную при ревизии, можно устранить, осторожно иссекая отслоившуюся часть интимы, либо подшивая ее

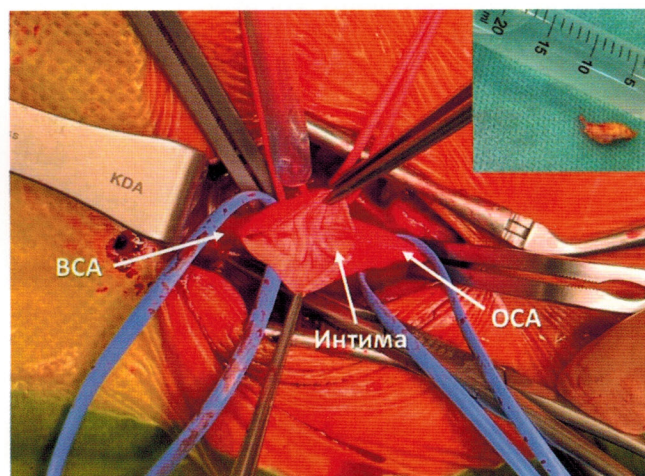


Рис. 3.8. Каротидная эндартерэктомия справа. Интраоперационная фотография. Ревизия просвета артерии. Виден край измененной интимы общей сонной артерии после отсечения проксимального конца бляшки

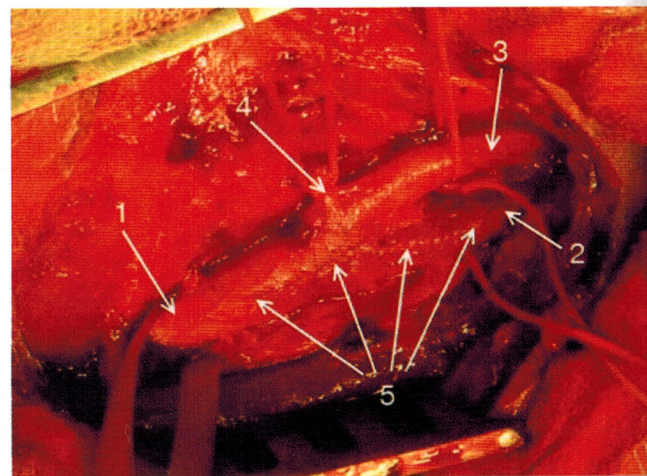


Рис. 3.9. Каротидная эндартерэктомия слева. Интраоперационная фотография. Целостность артерий восстановлена с помощью непрерывного обвивного сосудистого шва. 1 – общая сонная артерия, 2 – внутренняя сонная артерия, 3 – наружная сонная артерия, 4 – верхняя щитовидная артерия, 5 – линия шва

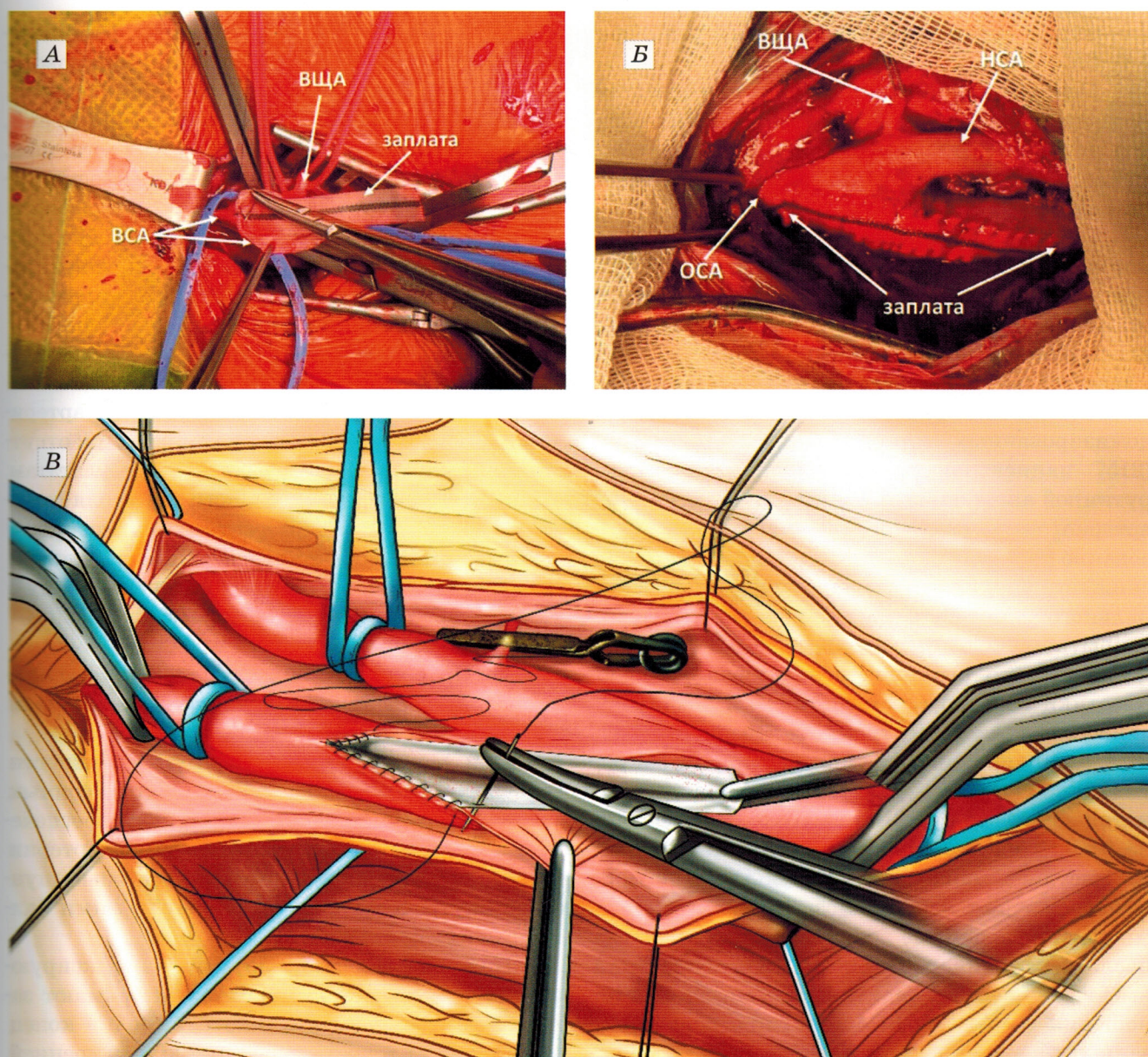


Рис. 3.10. А – Каротидная эндартерэктомия справа. Процесс вшивания заплата. Интраоперационная фотография. Б – Каротидная эндартерэктомия слева. Вшита расширяющая заплата. ОСА – общая сонная артерия, ВСА – внутренняя сонная артерия, НСА – наружная сонная артерия, ВЩА – верхняя щитовидная артерия. Интраоперационная фотография. В – иллюстрация каротидной эндартерэктомии по классической методике

к стенке ВСА отдельными П-образными швами. Затем с помощью кратковременного поочередного снятия зажимов проверяют ретроградный кровоток из внутренней и наружной сонных артерий и антеградный кровоток из общей сонной артерии.

Следующий этап – восстановление целостности артерий. При достаточном диаметре вну-

тренней (более 5 мм) и общей сонных артерий допустимо ушивание артериотомического отверстия непрерывным обвивным швом (рис. 3.9).

При недостаточном диаметре артерий следует вшивать аутовенозную или синтетическую (ПТФЭ, дакрон или др.) расширяющую заплата (рис. 3.10).

Для сосудистого шва используют монофи-

ламентные нерассасывающиеся нити размером 5/0–6/0.

Перед окончанием ушивания артериотомии для удаления воздуха из артерий, просвет сосудов заполняют кровью с помощью кратковременного ослабления одного из зажимов. Затем шов заканчивают.

Отношение хирургов к выполнению расширяющей пластики артерии различное: от рутинного использования заплаты до полного отказа от ее применения. Следует отметить, что расширяющая ангиопластика актуальна исключительно при классической эндалтерэктомии. Данные мета-анализа на основании 10 рандомизированных клинических исследований (2157 пациентов), сравнивающие результаты рутинной ангиопластики и первичное закрытие артериотомии, показали, что рутинное использование расширяющей ангиопластики значительно снижает риск послеоперационного ипсилатерального инсульта по сравнению с первичным закрытием (1,5% и 4,5% соответственно). Также доказано, что рутинное использование ангиопластики связано со статистически значимым снижением частоты тромбоза оперированной ВСА (0,5% против 3,1% при первичном закрытии раны). Однако, следует иметь в виду, что метод закрытия артериотомического отверстия не влияет на частоту встречаемости летального инсульта, показателя инсульт/летальность и повреждения черепно-мозговых нервов [52]. Аналогичные данные получены и в отдаленном послеоперационном периоде. Ангиопластика имеет важное профилактическое значение в отношении рестенозов ВСА. Так, при первичном закрытии в отдаленном периоде рестенозы наблюдали с частотой 13,8%, против 4,8% при ангиопластике. Среди возможных осложнений при применении заплаты можно отметить нагноение раны и разрыв венозного импланта при использовании подкожных вен нижних конечностей меньшего диаметра.

Таким образом, согласно современным представлениям при выполнении классической КЭЭ рекомендовано рутинное использование расширяющей ангиопластики артериотомического отверстия, при этом тип заплаты (полиэстер, политетрафторэтилен (ПТФЭ), аутовена, бычий перикард) не влияет на исход лечения [48].

При пуске кровотока с целью профилактики попадания воздушных и тканевых эмболов во внутреннюю сонную артерию зажимы снимают

в следующем порядке: сначала с наружной и общей сонных артерий, затем после пуска кровотока из ОСА в НСА – с внутренней сонной артерии. Пальпаторно проверяют пульсацию артерий, контролируют герметичность сосудистого шва. Инструментальный контроль можно осуществлять с помощью контактной доплерографии и ангиовидеоскопии [9,49], контактного дуплексного сканирования [37,64], флуоресцентной ангиографии [41,50] и транскраниальной ультразвуковой эмболодетекции [26]. Если по результатам инструментального контроля выявляют признаки хирургического дефекта, то незамедлительно приступают к ревизии оперированного артериального сегмента и дефект устраняют. При отсутствии хирургических дефектов по результатам выполнения инструментального контроля качества каротидной эндалтерэктомии приступают к заключительному этапу операции. К ушитой артериотомии подводят дренаж, операционную рану послойно ушивают наглухо [6].

2.2 Основной этап классической каротидной эндалтерэктомии с внутрисосудистым шунтом.

При неудовлетворительной толерантности головного мозга к пробному пережатию сонных артерий с целью интраоперационного обеспечения кровотока по внутренней сонной артерии применяют временные внутрисосудистые шунты (с внутрисосудистыми фиксирующими баллонами или без таковых).

При использовании шунта без фиксирующих баллонов после артериотомии снимают зажим с внутренней сонной артерии, один конец шунта вводят в дистальные отделы внутренней сонной артерии и фиксируют турникетом Руммеля. Шунт ретроградно заполняют кровью и пережимают его в средней части зажимом. Затем проксимальный конец шунта вводят в общую сонную артерию и фиксируют двумя турникетами Руммеля, что создает более надежную его фиксацию и предотвращает миграцию, с одновременным снятием зажима с общей сонной артерии. При согласованных действиях всех членов хирургической бригады (хирурга, ассистента, операционной сестры) кровопотеря при данной манипуляции сводится к минимуму. Зажим с шунта снимают и таким образом обеспечивается достаточный кровоток по артерии и снижается риск ишемии ипсилатерального полушария головного мозга (рис. 3.11).

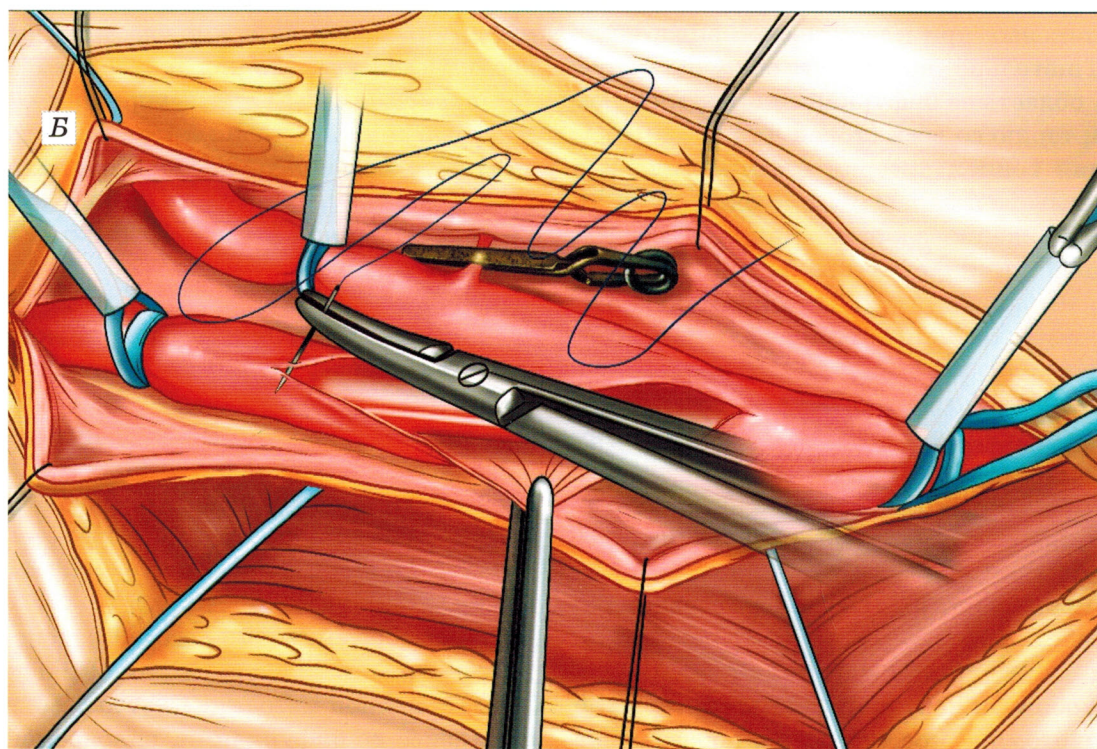
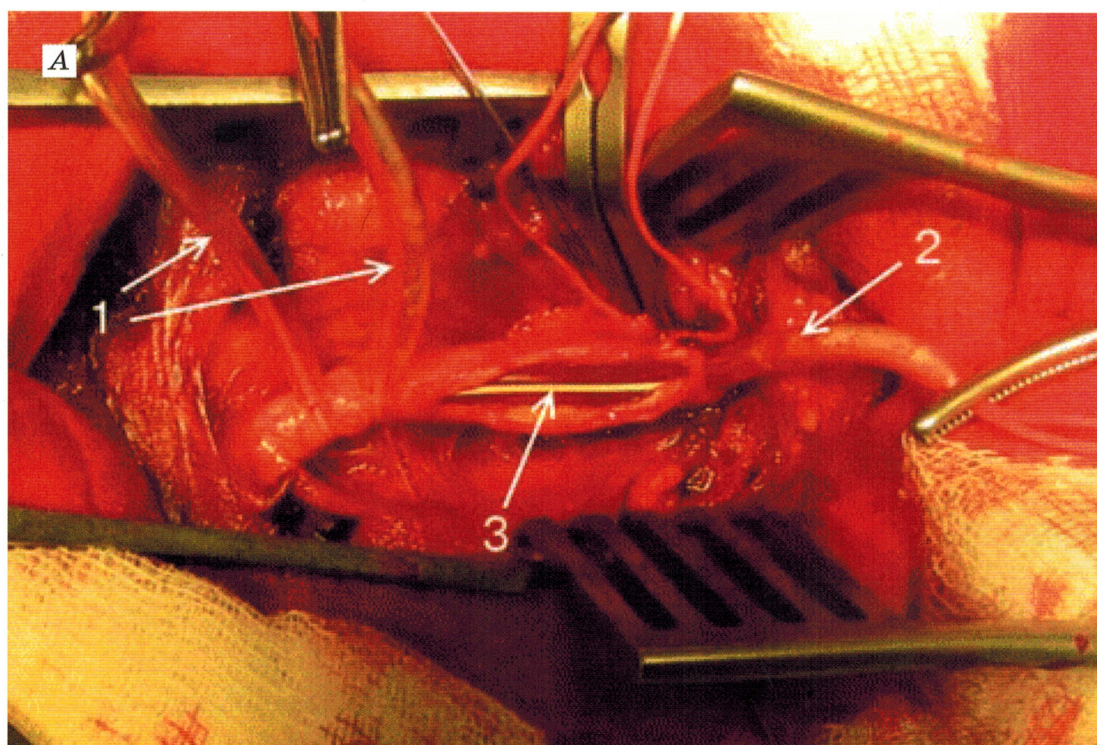


Рис. 3.11. А: Интраоперационная фотография. Каротидная эндартерэктомия слева. Временный шунт фиксирован в просвете артерий. 1 – фиксирующие турникеты на общей сонной артерии, 2 – фиксирующие турникеты на внутренней сонной артерии, 3 – шунт в просвете артерии; Б: иллюстрация каротидной эндартерэктомии с использованием внутрипросветного шунта

Высокопоточное экстра-интракраниальное шунтирование

Определение, показания

Вторым поколением реваскуляризирующих операций, используемых при сложных аневризмах, явились шунтирующие вмешательства с созданием так называемых высокопоточных экстра-интракраниальных шунтов (впЭИКШ) («high-flow EC-IC bypasses»), соединяющих между собой экстракраниальную артерию-донор и интракраниальную артерию-реципиент с помощью аутовенозных или аутоартериальных графтов, имеющих большую пропускную способность.

Артериальный графт способен обеспечить объемный кровоток 50–150 мл/мин, а венозный – 100–250 мл/мин, что вместе с естественными артериальными коллатеральными позволяет обеспечить метаболические потребности целого полушария головного мозга [19, 24, 25, 26, 27, 28, 29]. В качестве артерии-донора могут быть использованы шейный отдел ВСА, наружная сонная артерия (НСА), общая сонная артерия (ОСА), подключичная артерия. Учитывая большую пропускную способность шунтов, реципиентными сосудами при таких операциях служат проксимальные артериальные сегменты: чаще М2-сегмент СМА, супраклиноидный отдел ВСА, редко А1-сегмент передней мозговой артерии. С целью профилактики возможных ишемических осложнений во время пережатия крупных артерий-реципиентов возникает необходимость использования методов метаболической защиты головного мозга в виде гипотермии и инфузии барбитуратов [11, 19, 26–28, 30, 31].

В качестве графтов наиболее часто применяют лучевую артерию и большую подкожную вену [11, 16, 19, 26–28, 30, 32]. К преимуществам лучевой артерии перед веной относят то, что ее диаметр лучше сопоставим с диаметром М2-сегмента СМА, как наиболее частого реципиента [26–28, 30, 34, 35], а также то, что артериальный эндотелий лучше приспособлен к параметрам артериального кровотока по экстра-интракраниальному шунту [36]. Кроме того, наличие в просвете вены клапанов, а также, возможно, варикозных изменений способствует образованию турбулентности тока крови, что может привести к тромбозу шунта [16]. Дополнительным недостатком венозного шунта является его склонность к об-

разованию перегибов в области дистального или проксимального анастомозов, что обусловлено большей толщиной стенки венозного шунта [36, 37]. Использование венозного шунта доставляет дополнительные технические трудности при формировании интракраниального анастомоза из-за частого несоответствия диаметров сшиваемых сосудов. Основным достоинством венозного шунта является его практически неограниченная длина, в то время как длина лучевой артерии ограничена. Основным недостатком лучевой артерии является склонность к спазму вследствие хирургической травматизации при ее заборе. Выраженный спазм артериального шунта может привести к его окклюзии [16]. В качестве профилактики спазма предлагают применять более щадящую технику выделения лучевой артерии и помещение ее после забора в раствор блокаторов кальциевых каналов, а уже развившийся спазм может быть купирован с помощью гидравлической дилатации, предложенной L.N.Sekhar [19, 36]. В кардиохирургической практике сравнению проходимости артериальных и венозных шунтов в отдаленном периоде посвящено несколько исследований, результаты которых противоречивы [38–40]. Эксперименты на животных свидетельствовали о наличии признаков аккумуляции липопротеинов низкой плотности, приводящих к атероматозным изменениям (более выраженным у венозных шунтов) с исходом в окклюзию шунта [41]. L.N. Sekhar и соавт., по результатам длительного (средний срок 32 месяца) наблюдения за 46 пациентами с высокопоточными ЭИКШ (33 артериальных и 13 венозных шунтов), зафиксировали равнозначную проходимость артериальных и венозных шунтов (91 и 92% соответственно) [37].

Выбирая тип хирургического вмешательства, следует учитывать ограниченную чувствительность пробы Матаса при оценке резервов естественных коллатералей, так как кратковременное (несколько минут) пальцевое неселективное пережатие сонной артерии даже в условиях ангиографического, ЭЭГ и ТКДГ-мониторинга, не способно в полной мере смоделировать ситуацию, аналогичную перманентной окклюзии ВСА. Кроме того, следует помнить, что предлагаемые некоторыми авторами варианты развернутых баллонных окклюзионных тестов могут оказаться ложноотрицательными в 10–22% случаев [20, 42].

Таким образом, выполнение реваскуляризирующего вмешательства может быть оправ-

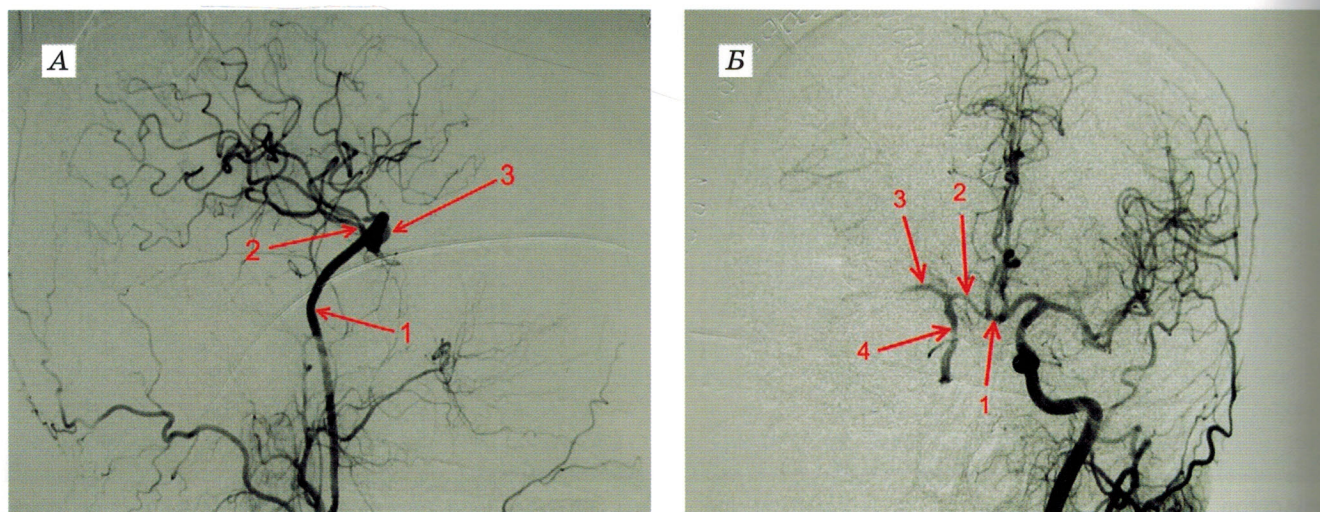


Рис. 6.7. Ангиограммы пациентки после операции по поводу гигантской аневризмы кавернозного отдела правой ВСА. Высокая гемодинамическая значимость анастомоза. А – правая каротидная ангиограмма, боковая проекция: 1 – шунт; 2 – височный ствол М2-сегмента СМА; 3 – лобный ствол М2-сегмента СМА. Б – левая каротидная ангиограмма, прямая проекция: 1 – ПСА; 2 – А1-сегмент ПМА; 3 – М1-сегмент СМА; 4 – супраклиноидный отдел ВСА

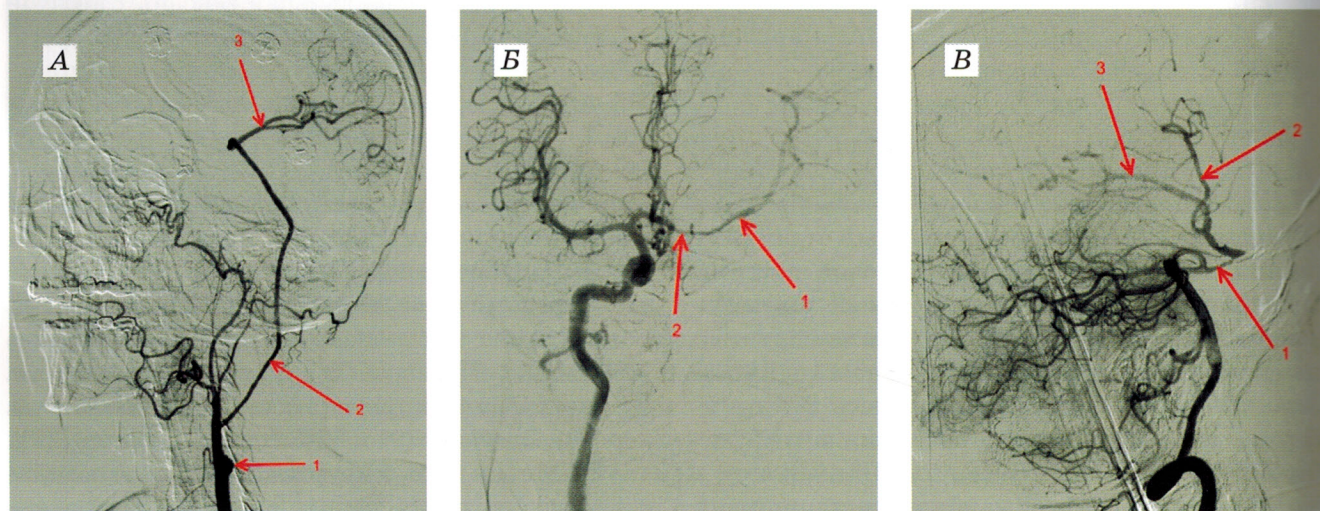


Рис. 6.8. Ангиограммы пациентки после операции по поводу гигантской аневризмы кавернозного отдела левой ВСА. Умеренная гемодинамическая значимость анастомоза. А – левая каротидная ангиограмма, боковая проекция: 1 – устье ВСА; 2 – шунт; 3 – височный ствол М2-сегмента СМА. Б – правая каротидная ангиограмма, прямая проекция: 1 – левая СМА; 2 – А1-сегмент левой ПМА. В – вертебробазилярная ангиограмма, боковая проекция: 1 – левая ЗСА; 2 – лобный ствол М2-сегмента левой СМА; 3 – височный ствол М2-сегмента левой СМА

данным без проведения окклюзионных проб. Гемодинамическая значимость экстра-интракраниального анастомоза, оцениваемая в послеоперационном периоде при помощи селективной дигитальной субтракционной ангиографии, мо-

жет быть различной в зависимости от степени выраженности внутричерепных коллатералей. Так при минимальной пропускной способности коллатералей или при их отсутствии через шунт заполняются весь бассейн СМА, ПМА и супра-

клинодиный отдел ВСА (рис. 6.7), соответственно гемодинамическая значимость шунта в такой ситуации максимально высокая. При большей пропускной способности внутричерепных коллатералей гемодинамическая значимость анастомоза может быть высокой или умеренной (с заполнением только одного ствола СМА (рис. 6.8).

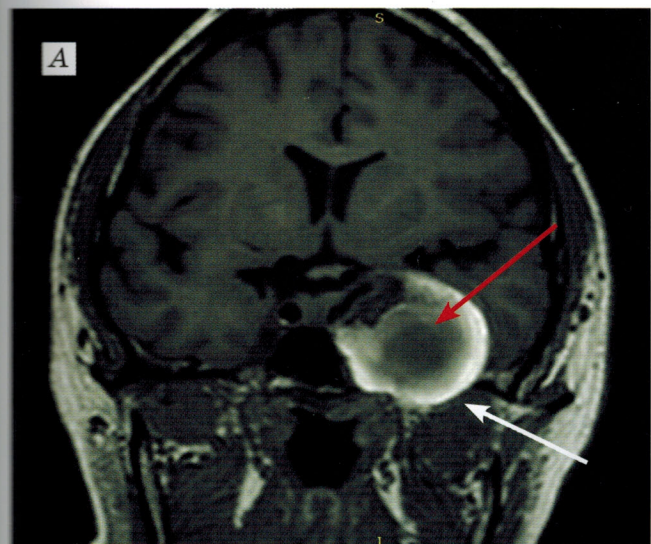
Помимо описанных выше окклюзионных методик на выбор типа реваскуляризирующей операции и вида обходного шунта в будущем может повлиять результат гемодинамического моделирования. Совместно с коллегами из лаборатории медицинских компьютерных систем НИИ ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова и ООО МП НПФ «Гаммамед-Софт» нами в настоящее время проводится работа по изучению гемодинамики сосудов головного мозга при различных реваскуляризирующих операциях по поводу сложных ИА и построению пациентспецифических моделей для прогнозирования исходов таких операций.

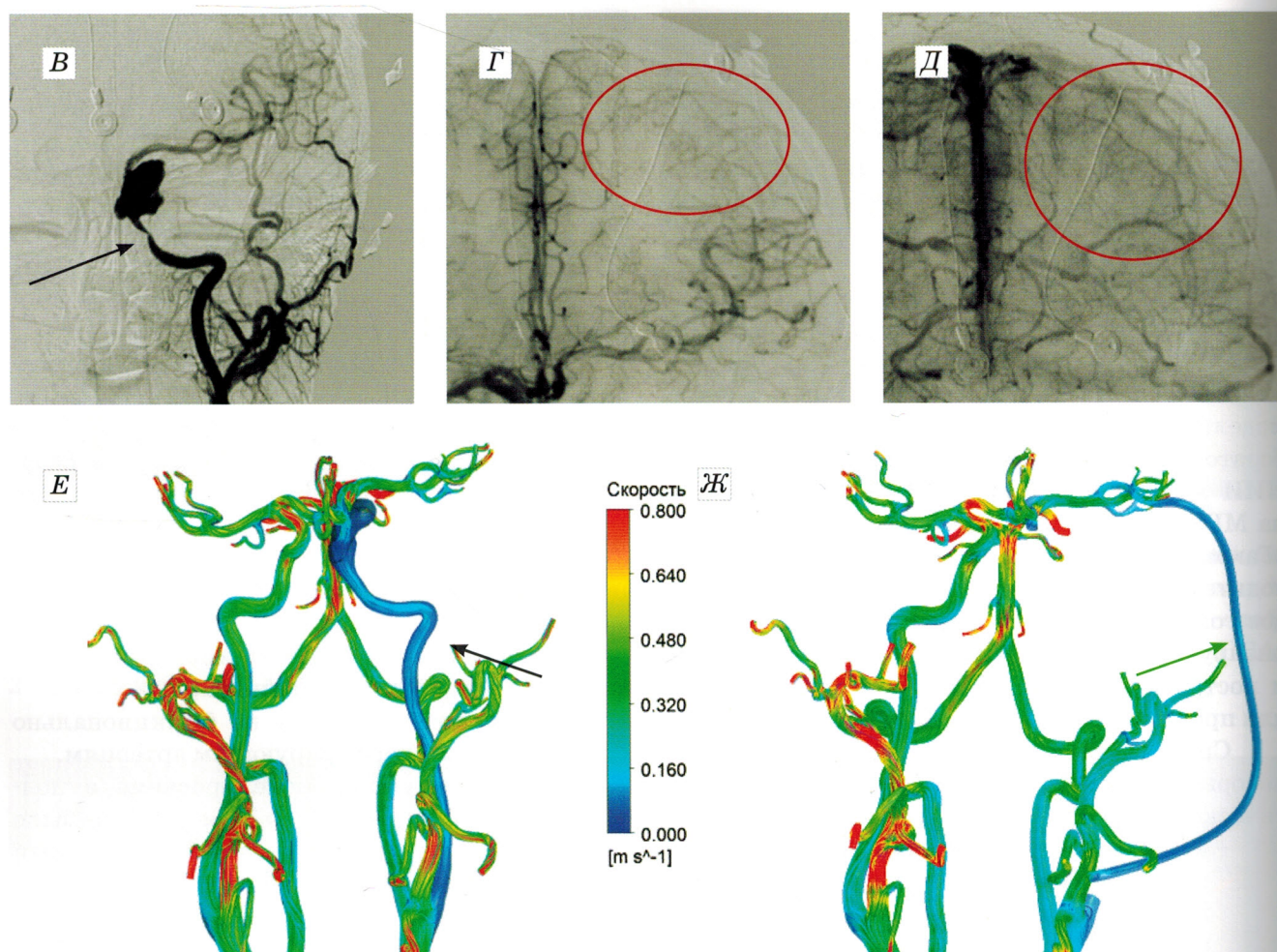
Среди рассматриваемых нами проблем, на которые, возможно, сможет дать ответы математическое моделирование, следующие:

- изменение гемодинамики АКБМ и церебральной перфузии в зависимости от типа шунтирующей операции (высоко- или низкопоточковый обходной шунт), уровня формирования анастомозов;
- влияние геометрии сосуда-донора, сосуда-реципиента и шунта на изменение параметров гемодинамики, церебральной

- перфузии и продолжительность функционирования анастомозов;
- выбор шунта при высокопоточном шунтировании: артерия или вена;
- характер выключения несущего аневризму сосуда: одномоментная или отсроченная окклюзия с оценкой риска тромбоза анастомоза;
- возможность проведения поэтапной постепенной окклюзии несущего сосуда;
- минимально необходимая степень сужения;
- возможность предсказать степень нарушения локальной гемодинамики и работы естественных коллатералей головного мозга после выполнения экстра-интракраниальных анастомозов;
- изменение гемодинамики в аневризме и вероятность кровоизлияния из нее в случае выполнения только дистального или проксимального треппинга;
- изменение кровотока по функционально значимым перфорирующим артериям.

Гемодинамическое моделирование в полном объеме в предоперационном периоде было выполнено нами у одного пациента как первый опыт планирования реваскуляризирующих операций с высокой точностью предсказания результата (рис. 6.9). Это крайне трудозатратный метод, необходимы дальнейшие исследования возможности его применения, так как он неинвазивен, в отличие от БОТ и пробы Матаса.





3

Моделирование «виртуального» экстра-интракраниального высокопоточного шунта

Сравнение математических моделей до операции и с шунтом

