

Эндоваскулярная рентгенохирургия брахиоцефальных артерий

С.В. Процкий, Н.В. Добжанский

НЦН РАМН, Москва

Статья посвящена эндоваскулярной реконструкции при стенозирующих процессах в брахиоцефальных артериях как одному из методов профилактики церебральной ишемии. В ней дан обзор мирового опыта эндоваскулярных вмешательств. Высокая эффективность операции открывает большие перспективы уже в ближайшем будущем.

Ключевые слова: ангиопластика и стентирование сонных, позвоночных и подключичных артерий.

Основным вопросом в лечении больных со стенозирующими поражениями брахиоцефальных артерий (БЦА) остается выбор оптимального по эффективности и относительной безопасности метода хирургического лечения. Так, на протяжении более полувека неоспоримым «золотым стандартом» сосудистой хирургии сонных и позвоночных артерий была эндартерэктомия, которая, благодаря допустимому хирургическому риску операционных осложнений и высокой эффективности, получила широкое распространение и стала лидирующей во всем мире по количеству вмешательств среди других реконструктивных операций на магистральных артериях головы (МАГ) [8, 14, 34, 52]. Однако, как и другие методы открытого хирургического лечения БЦА, эндартерэктомия связана с операционной травмой, имеет определенные ограничения и противопоказания и не всегда достигает поставленной цели [12, 20, 36]. По этой причине, например, прямую эндартерэктомию при стенозе позвоночной и/или подключичной артерий производят реже, чем другие реконструктивные операции на них.

С внедрением новых высоких технологий в медицине наряду с открытыми хирургическими методами лечения стенозирующих поражений БЦА появились менее инвазивные, пункционные рентгенохирургические методы внутрисосудистой реконструкции. Речь идет о транслюминальной ангиопластике со стентированием сонных артерий, плечеголового ствола, проксимальных отделов подключичных и позвоночных артерий, стремительно развивающейся в последнее десятилетие. Как показывает мировой опыт, высокая эффективность этого метода лечения, не уступающая «золотому стандарту», малая травматичность и сопоставимый уровень периоперационных осложнений позволяют считать его достойной альтернативой открытому хирургическому вмешательству [1, 3–7, 9–13, 15–17, 22–29, 31, 32, 37–39, 49–51].

Эндоваскулярная ангиопластика значительно отличается от открытой хирургической реконструкции, поскольку не проводится рассечения тканей и, следовательно, нет непосредственного контакта рук хирурга с артериями. Все манипуляции выполняются дистанционно. Благодаря рентгеноскопии осуществляется постоянный контроль за положением инструментов и ходом реконструкции. Опера-

ция не требует применения общего наркоза, возможен контакт с пациентом на протяжении всей операции, что позволяет контролировать уровень сознания, двигательную и речевую функции с целью раннего выявления возможных интраоперационных осложнений, проявляющихся сосудистой мозговой недостаточностью, и своевременно обеспечить адекватную нейропротекцию.

История развития метода и общие вопросы эндоваскулярной реконструкции БЦА

Идея использования имплантируемых в просвет артерии различных протезов принадлежит А. Carrell. В 1912 году он предложил и разработал метод имплантации цилиндрических трубочек из различных материалов в просвет аорты собаки. В том же году за разработку метода анастомозирования сосудов А. Carrell стал Нобелевским лауреатом в области физиологии и медицины.

Значительно позднее Ch. Dotter и A. Gruentzig (1964) выдвинули, а затем реализовали идею баллонной дилатации, заложивших основу эндоваскулярной ангиопластики. При относительной простоте выполнения метод давал обнадеживающие результаты при устранении артериальных стенозов. Раздувание баллона в просвете атеросклеротически суженного сегмента артерии приводило к механическому раздавливанию атеросклеротической бляшки и ее фрагментации, а также растяжению и частичному разрыву внутренних слоев артериальной стенки, и тем самым способствовало расширению просвета артерии.

Однако метод не был лишен недостатков, часто возложенные на него надежды не оправдывались. Среди наиболее часто встречавшихся осложнений при баллонной дилатации отмечалась острая окклюзия оперируемой артерии в результате диссекции и/или ее острого тромбоза, а также рестеноз артерии как в ранние, так и в более поздние сроки после операции.

Ch. Dotter (1964) продолжил разработку концепции эндоваскулярной реконструкции, но уже с использованием имплантируемых синтетических устройств для поддержания просвета измененных сосудов. Устройство трубчатой

формы, предложенное ранее для анастомозирования, а позднее для внутрисосудистой имплантации с целью устранения или предотвращения сосудистой обструкции, было названо «стендом», по имени английского дантиста Charles Thomas Stent, который первым стал использовать специальные поддерживающие устройства в медицинской практике.

Первые внутрисосудистые стенты, использованные Ch. Dotter, были закреплены коаксиально на металлическом проводнике и имплантировались с помощью катетера-толкателя. На их смену пришли более совершенные спиральные стенты из металлического сплава нитинола, обладающего термопластическим эффектом, или «памятью формы». Это свойство металла позволяет конструкции принимать при нагревании первоначально заданную форму и размеры. Высокая эластичность и пластичность такого эндопротеза значительно улучшили результаты лечения (рис. 1).

Параллельно с нитиноловыми саморасширяющимися стентами в практику вошли и стенты, устанавливаемые с помощью баллонов, идею использования которых предложил J. Palmaz (1985). Им была разработана методика установки так называемых баллон-расширяемых стентов, укрепленных на баллонном катетере (рис. 2), и впервые автор представил первичные результаты имплантации этих эндопротезов из нержавеющей стали в периферические и коронарные артерии.

К сожалению, в настоящее время не существует безукоризненных стентов, и каждый их тип имеет свои преимущества и недостатки, что определяет выбор стента в каждом конкретном случае ангиопластики.

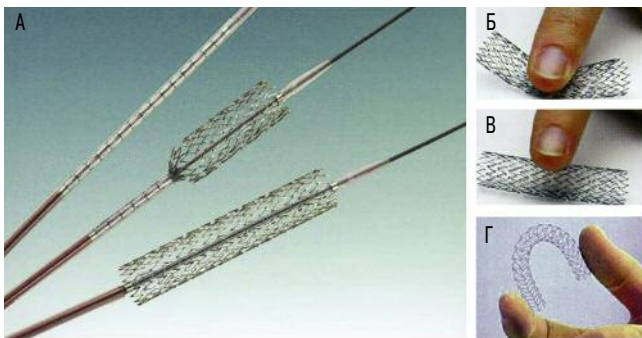


рис. 1: Саморасширяющийся нитиноловый стент
А – фазы расправления стента; Б, В и Г – демонстрация радиальной упругости, эластичности и пластичности стента



рис. 2: Баллон-расширяемый стент
А – стент закреплен на баллонном катетере для транспортировки
Б – стент в расправленном виде на раздутом баллоне

Условия для проведения эндоваскулярной реконструкции МАГ

Степень удобства конструкций является не единственным условием высокой эффективности и безопасности хирургического вмешательства, большое значение имеет и тщательный отбор пациентов с доказанными показаниями к проведению сосудистой реконструкции, а также создание ряда других условий для ее проведения.

Принятие решения о проведении сосудистой реконструкции, по нашему мнению, всегда должно происходить коллегиально, при участии невролога, сосудистого хирурга, рентгенохирурга, кардиолога и анестезиолога. Это позволит объективно оценить клиническую ситуацию и избежать крайних, нередко слишком категоричных точек зрения на тот или иной способ лечения.

Для выполнения эндоваскулярного вмешательства при стенозирующем поражении БЦА целесообразно создание операционной бригады в составе оперирующего хирурга, хирурга-ассистента, врача-анестезиолога, операционной сестры, анестезиста и рентгенлаборанта. Успех операции во многом зависит от оснащенности операционной, наличия специального инструментария, соответствующей квалификации оперирующей бригады. Хирург, выполняющий эндоваскулярную реконструкцию МАГ, должен владеть не только техникой ее проведения, но и достаточно уверенно ориентироваться в сложных случаях неотложной неврологии, которые могут иметь место во время или после операции.

Медикаментозное ведение

Одним из основных принципов подготовки пациентов к эндоваскулярной операции является оценка состояния контролируемой гипокоагуляции и гипоагрегации. С этой целью на протяжении 7 дней до операции больному назначается аспирин из расчета 1 мг/кг веса в сутки, за 2 дня – клопидогрель 75 мг/сутки или тиклопидин 500 мг/сутки, а непосредственно во время операции вводятся внутриамериканские или внутривенные прямые антикоагулянты (гепарин) из расчета 5000 ед. каждые 1,5–2 часа.

В послеоперационном периоде продолжается парентеральное введение профилактических доз фракционированного гепарина в течение 3–5 дней под контролем коагулограммы.

Эндоваскулярная реконструкция артерий каротидной системы

Впервые баллонную ангиопластику общей (ОСА) и внутренней сонных артерий (ВСА) произвел С. Kerber (1980) при фибромускулярной дисплазии. G. Freitag (1986) осуществил такую же операцию у 3 пациентов с атеросклерозом ВСА, а К. Mathias (1987) выполнил первое стентирование сонной артерии, которое стало началом нового этапа эндоваскулярной хирургии БЦА.

Рассматривать каротидную ангиопластику в качестве альтернативы хирургическому лечению возможно лишь в том случае, если частота осложнений при ее выполнении не превышает уровень осложнений при эндартерэктомии. В опубликованном в 2000 году глобальном обзоре 5210 процедур каротидного стентирования у 4757 пациентов,

выполненных в 36 странах Европы, Азии, Северной и Южной Америки, суммарные показатели смертности и частоты малых и больших инсультов составили 5,07%, что меньше 6%, установленных American Heart Association для эндартерэктомии. Это согласуется и с другими данными, опубликованными в печати [1, 3–5, 12, 15, 24, 32, 45]. Таким образом, каротидное стентирование по своим результатам вплотную приблизилось к каротидной эндартерэктомии – признанному «золотому стандарту».

В целом, показания к эндоваскулярной ангиопластике сонных артерий совпадают с теми, что установлены American Heart Association для каротидной эндартерэктомии. В настоящее время неоспоримыми показаниями к эндоваскулярной ангиопластике и стентированию при функционально значимых стенозах БЦА являются следующие ситуации:

- больные с высоким хирургическим риском (пациенты 70 лет и старше) при наличии у них тяжелых соматических заболеваний;
- функционально значимый стеноз одной ВСА при наличии окклюзии противоположной ВСА;
- высокое расположение стенозированного участка сонной артерии (выше С2 позвонка), что делает ее недоступной для прямой коррекции;
- дистальные поражения ВСА, в том числе фибромускулярная дисплазия;
- каротидный стеноз на фоне ранее проведенной лучевой терапии при заболеваниях органов шеи;
- рестеноз после каротидной эндартерэктомии или стентирования с развитием гемодинамически значимого сужения просвета артерии.

Наш опыт проведения более 100 эндоваскулярных реконструкций БЦА позволяет дополнить и конкретизировать отбор пациентов с высоким риском цереброваскулярных нарушений, у которых имеет место:

- односторонний или билатеральный стеноз сонных артерий 70% и более;
- быстро прогрессирующий (3–6 мес.) стеноз сонной артерии, выявленный при двух последовательных дуплексных сканированиях, даже без достижения гемодинамической значимости;
- выраженный, вне зависимости от гемодинамической значимости, каротидный стеноз (более 60%) с признаками высокой эмбологенности атеросклеротической бляшки (гипоэхогенная бляшка, изъязвления, положительная эмболюдекция);
- симптомный каротидный стеноз со снижением цереброваскулярного резерва, разобщением виллизьева круга или несостоятельностью других путей коллатерального кровоснабжения мозга;
- множественные сочетанные стенозирующие

поражения ветвей дуги аорты, независимо от клинических проявлений и степени выраженности неврологического дефицита.

Показания к эндоваскулярной реконструкции БЦА, и в частности, сам метод каротидного стентирования, широко обсуждаются в мировой литературе, но единого мнения по этому вопросу еще не выработано. Не решен ряд важнейших вопросов относительно методов профилактики и лечения возникающих осложнений и трудностей как в ходе операции, так и после нее.

По нашему мнению, ограничения для эндоваскулярной ангиопластики сонной артерии могут быть:

- трудности доступа в артерию (протяженные субтотальные стенозы, выраженные угловые деформации сосуда и др.), что может стать препятствием для проведения хирургического инструментария и в значительной степени повысить риск интраоперационных осложнений (диссекция, разрыв сосуда и др.);
- непереносимость контрастного вещества;
- грубый неврологический дефицит, тяжелая деменция в сочетании со значительными структурными изменениями вещества головного мозга в стадии завершеного инсульта;
- острый период инсульта (более 3 часов с момента развития первых симптомов);

Нестандартно (индивидуально) принимается решение о проведении эндоваскулярной ангиопластики БЦА в случае прогрессирующего инсульта или спустя 2 недели после развития неврологической симптоматики при небольших ишемических очагах в головном мозге.

Характеристика стентов

В настоящее время выбор стентов для ангиопластики достаточно широкий. Важны требования, предъявляемые к стентам. Они должны обладать высокой прочностью витков, гибкостью конструкции, способностью легко принимать форму и размер сосуда, обладать низкой тромбогенностью, достаточной рентгено-контрастностью и высокой упругостью, сохраняющей просвет сонной артерии. Подбор длины и диаметра стента осуществляется с учетом протяженности стеноза и базового диаметра реконструируемой артерии.

Интраоперационная эмболопротекция головного мозга

Наиболее грозным осложнением каротидного стентирования является эмболия церебрального артериального русла материальными частицами атеросклеротической бляшки. Эти частицы состоят из атеросклеротических осколков, организованных тромбов и кальцифицированного материала. Накопленный опыт показывает, что частота развития симптомной церебральной эмболии при каротидном стентировании, без использования специальных средств защиты, составляет около 3,5–5%, а асимптомная микроэмболия с развитием немых ишемических очагов в бассейне оперированной артерии – до 30%. С целью снижения такого риска в последнее десятилетие разрабатываются и вво-

дятся в практику различные системы защиты мозга от дистальной эмболии [43, 46]. Эти защитные устройства представляют собой либо сетчатые фильтры (рис. 3), либо окклюзирующие баллоны (рис. 4).

Фильтрующие системы позволяют улавливать фрагменты атеросклеротической бляшки без остановки кровотока в сосуде с помощью «корзинок», покрытых либо полупроницаемой мембраной с диаметром пор 100 мкм, либо сплетенных из нитиноловых нитей с микроячейками. Эти системы отличаются легкостью установки, управляемостью, достаточно малым профилем поперечного сечения. Сохранность кровотока контролируется введением контрастного вещества в процессе всей операции, что упрощает и ускоряет ход реконструкции.

Системы окклюзирующего типа предполагают предварительное раздувание баллона в сонной артерии либо дистальнее стеноза в ВСА, либо проксимальнее его в ОСА либо в ОСА и ВСА одновременно. При этом происходит полное прекращение кровотока по реконструируемой артерии.

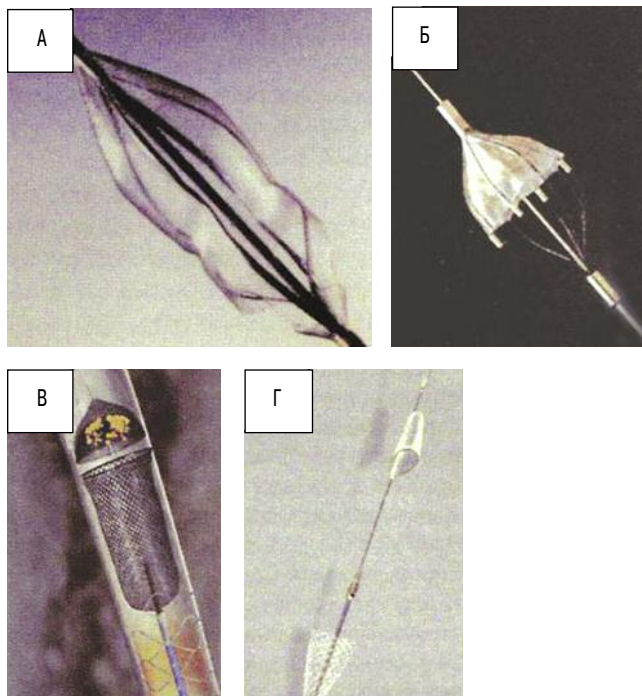


рис. 3: Системы защиты головного мозга от дистальной эмболии фильтрующего типа
А – NeuroShield «MedNov»; Б – AngioGuard «Cordis»; В – TRAP «Microwena»; Г – E.P.I. «Filter Wire Boston Scientific»



рис. 4: Система окклюзирующего типа PercuSurge GUARDWIRE

При использовании данной системы эмболизирующий материал, полученный в ходе операции, полностью удаляется из сосудистого русла путем отсасывания его через проводниковый катетер, что является определенным достоинством окклюзирующих систем.

Общими недостатками существующих систем эмболотекции является значительное удлинение процедуры, повышенный риск интраоперационных осложнений, главным образом диссекции и/или рефлекторного ангиоспазма. Не менее важным является и высокая стоимость этих устройств.

Качество каротидного стентирования

Оценка результатов эндоваскулярной ангиопластики со стентированием БЦА производится по следующим критериям:

- ангиографическая картина (рис. 5);
- неврологический статус (оценивается во время проведения основных этапов операции для раннего выявления цереброваскулярных осложнений);

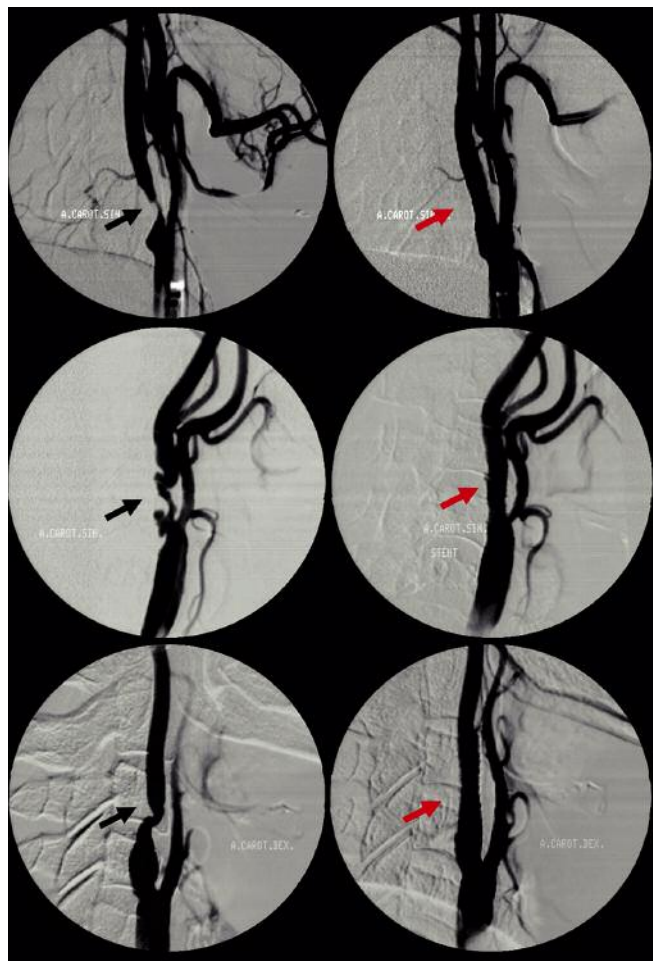


рис. 5: Каротидное стентирование
Слева – до операции (черные стрелки); справа – после операции (красные стрелки)

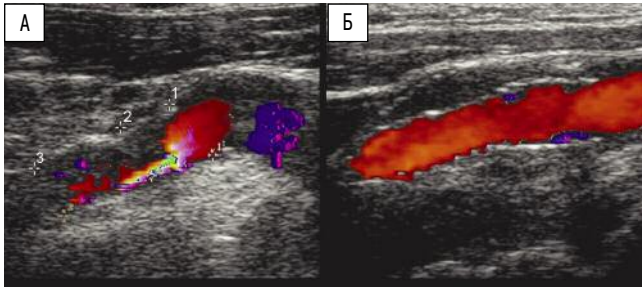


рис. 6: Дуплексное сканирование сонной артерии
А – до каротидного стентирования; Б – после операции

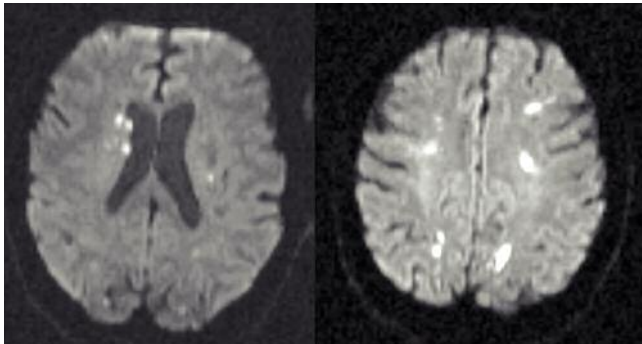


рис. 7: Множественные очаги повышенного сигнала при МРТ головного мозга после двустороннего каротидного стентирования (церебральная эмболия)

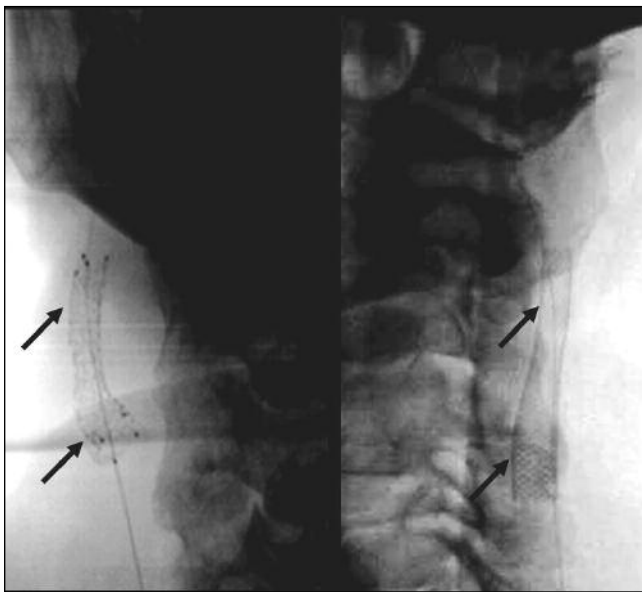


рис. 8: Обзорные рентгенограммы шеи после каротидного стентирования (стрелками показаны стенты)

– дуплексное сканирование (рис. 6) (позволяет оценить адекватность расправления стента, плотность его прилегания к сосудистой стенке, а также контролировать тромбообразование в раннем послеоперационном периоде);

– МРТ головного мозга в режиме диффузионно-взвешенного изображения (рис. 7) (выявление асимптомных эмболических ишемических очагов);

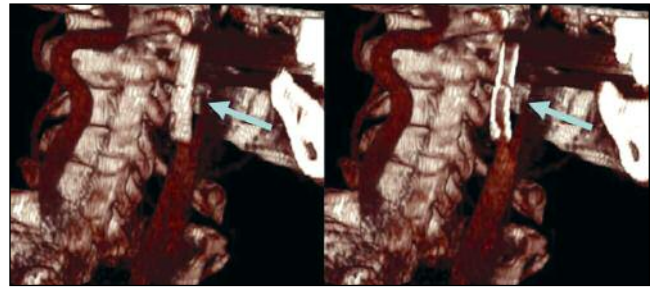


рис. 9: СКТ-ангиография экстракраниального отдела сонных артерий после каротидного стентирования. Видны установленные стенты

– исследование гемостаза (состояние свертывающей системы).

В некоторых случаях в дополнение к вышеперечисленным методам контроля за состоянием стентированного участка сонной артерии можно использовать обзорную рентгенографию шейной области (рис. 8) или СКТ-ангиографию (рис. 9), что позволяет оценить степень восстановления просвета артерии и состояние кровотока на этом уровне.

На протяжении первых суток после операции больному назначается постельный режим. В это время продолжается мониторинг витальных показателей, предпринимаются меры профилактики или купирования синокротидного синдрома в случае его развития. После получения удовлетворительных результатов контрольного обследования больной может быть выписан на 4–5 сутки после операции. Ультразвуковой контроль за состоянием стентированного сегмента артерии осуществляется с периодичностью 3, 6, 12 месяцев после операции.

Осложнения каротидного стентирования

Среди осложнений, возникающих в результате эндоваскулярной ангиопластики сонных артерий, можно выделить 3 основные группы: системные, неврологические и локальные.

I. Системные осложнения:

– острый инфаркт миокарда;

– синокротидный синдром как результат гипербарического воздействия на синокротидную зону ВСА, что приводит к рефлекторному снижению частоты сердечных сокращений и артериальной гипотонии разной степени выраженности.

II. Неврологические осложнения:

– ишемический инсульт (эмболический, гемодинамический) разной степени выраженности;

– геморрагический инсульт;

– гиперперфузионный синдром (преходящие неврологические нарушения в виде микроочаговой симптоматики, цефалгия, психомоторное возбуждение на фоне артериальной гипертензии).

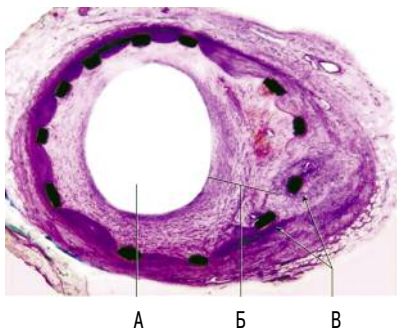


рис. 10: Морфологическая картина гиперплазии неоинтимы
А – свободный просвет артерии
Б – толщина неоинтимы
В – прутья стента

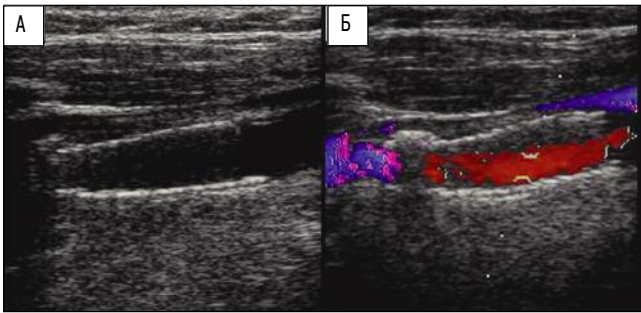


рис. 11: Дуплексное сканирование после каротидного стентирования
А – на 7-е сутки после операции; Б – через 1,5 года после операции, рестеноз «in stent»

III. Локальные осложнения:

- постимплантационный синдром (боли и инфильтрация в области оперированной артерии, повышение температуры, лейкоцитоз);
- гематома в мягких тканях в проекции пункции артерии;
- окклюзирующий тромбоз ВСА (на фоне коагулопатии и замедления кровотока);
- рестеноз ВСА.

Рестеноз после стентирования развивается реже, чем после каротидной эндартерэктомии, и обусловлен гиперплазией неоинтимы (рис. 10). Крайне редко степень рестеноза достигает гемодинамической значимости (рис. 11).

Эндovasкулярная реконструкция артерий вертебрально-базиллярной системы (ВБС)

Первым уровнем поражения этой системы является плечеголовный ствол и проксимальные отделы подключичных артерий. Гемодинамически значимые стенозы этих артерий встречаются достаточно редко (0,5–2%) и обнаруживаются чаще при множественных (сочетанных) поражениях БЦА [39]. При нарастании стеноза указанных артерий до степени гемодинамической значимости возникает картина синдрома позвоночно-подключичного обкрадывания (стил-синдрома), при котором на стороне стеноза происходит реверсия кровотока по позвоночной артерии. При этом формируется коллатеральный кровоток по подключичной артерии дистальнее ее стеноза или окклюзии (рис. 12). В подобных случаях вначале появляются признаки вертебрально-базиллярной недостаточности и только в 14% случаев присоединяются признаки ишемии верхней конечности на стороне

поражения [39]. Обычно хирургическое лечение достаточно эффективно, однако открытые операции являются весьма травматичными, технически сложными и сопряжены с высоким риском развития тяжелых осложнений [41].

Эндovasкулярная реконструкция в таких случаях рассматривается в качестве реальной альтернативы, обеспечивающей успех в большинстве случаев (рис. 13) и отличается более высокой безопасностью, снижением сроков пребывания в стационаре и затрат на лечение.

Первая баллонная ангиопластика подключичной артерии была выполнена в 1980 г. К. Mathias и соавт. [26]. Позднее, с появлением стентов, улучшились и результаты, а также расширились показания к проведению эндovasкулярных вмешательств у больных с окклюзирующими поражениями подключичных артерий (рис. 14).

Следующим уровнем поражения ВБС является экстракраниальная часть позвоночных артерий, чаще их устья. Стеноз или окклюзия одной из позвоночных артерий часто остаются незамеченными или малосимптомными при сохраненной доминантной артерии. В случаях, когда обнаруживаются значимые (критические) стенозы этих артерий с клиникой недостаточности кровообращения в вертебрально-базиллярной системе, а медикаментозная терапия оказывается неэффективной, возникают прямые показания к их хирургической коррекции. Помимо классической эндартерэктомии проводятся реимплантация позвоночной

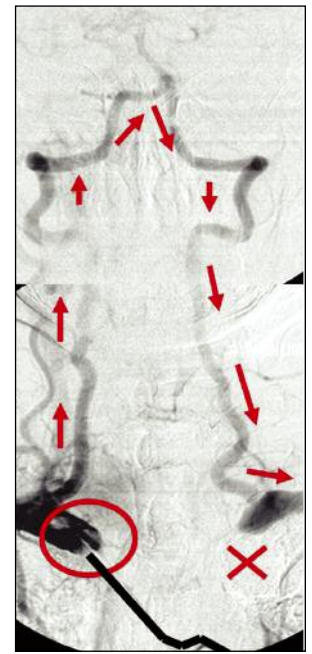


рис. 12: Стил-синдром

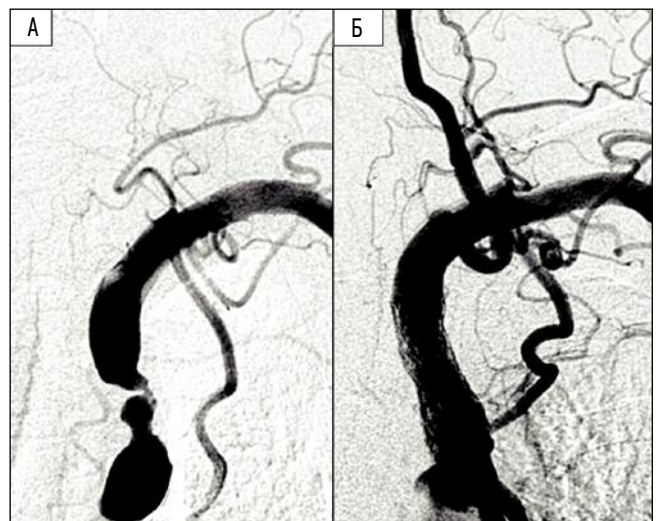


рис. 13: Стентирование левой подключичной артерии
А – до операции; Б – после операции



рис. 14: Реканализация и стентирование подключичной артерии
А – до операции; Б – после операции

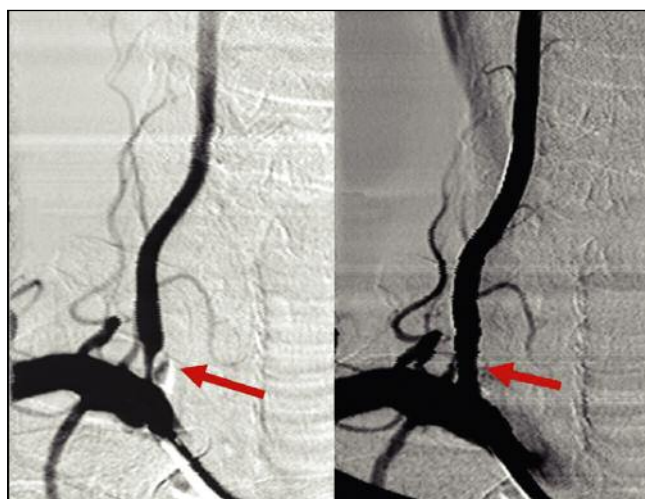


рис. 15: Стентирование позвоночной артерии
Слева – до операции; справа – после операции

артерии в общую сонную или в подключичную артерии, шунтирование ее с сонной или подключичной артериями [50]. Причем, проведение таких операций возможно не всем пациентам (соматические противопоказания, пожилой возраст и др.). В связи с простотой и большей безопасностью метод транслюминальной ангиопластики со стентированием позвоночной артерии применим в большинстве случаев, за исключением сочетания стенозирования артерии с ее выраженной извитостью.

Список литературы

1. Анри М., Амор М., Масон И., Цветанов К. Ангиопластика и стентирование сонных артерий в экстракраниальном сегменте. Часть III. Ангиология и сосудистая хирургия 2000; 6 (1): 105–112.
2. Анри М., Анри И., Клонарис Ч. Чрескожная транслюминальная ангиопластика и стентирование стенозов экстракраниальных вертебральных артерий. В кн.: Эндоваскулярная хирургия при патологии брахиоцефальных артерий. М., 2001: 124–136.

Анализ собственного опыта (около 20 операций) и данных зарубежной литературы по проблеме стентирования позвоночных артерий позволил конкретизировать показания к эндоваскулярной реконструкции этих сосудов [2]. Операция показана:

- при двусторонних симптомных стенозах позвоночных артерий 60% и более;
- при одностороннем симптомном стенозе доминирующей позвоночной артерии 50% и более;
- при значимых асимптомных стенозах (>60%) позвоночных артерий при наличии окклюзии одной или нескольких БЦА с целью улучшения коллатерального кровоснабжения мозга;
- при доказанной артерио-артериальной эмболии из нестабильной атеросклеротической бляшки позвоночной артерии, независимо от степени гемодинамической значимости стеноза.

Результаты эндоваскулярной реконструкции (рис. 15) стенозов позвоночных артерий как в ближайшем, так и в отдаленном периодах после операции достаточно оптимистичны. Частота осложнений, связанных с процедурой, незначительна. Частота рестеноза позвоночной артерии, по данным многоцентрового регистра [22], не превышает таковую при стентировании сонных артерий.

Эндоваскулярная ангиопластика интракраниальных отделов позвоночных и основной артерий представляется перспективным методом в лечении вертебрально-базиллярной недостаточности. В 1980 г. T. Sundt и соавт. [47] сообщили о первом случае успешного стентирования базилярной артерии. Несмотря на достаточно высокий риск неврологических осложнений во время процедуры, этот метод лечения может стать единственно возможным при неэффективности медикаментозной терапии.

Таким образом, транслюминальная ангиопластика со стентированием БЦА доказала свою состоятельность и вправе считаться альтернативой открытым хирургическим вмешательствам. Эта методика несложна для опытных специалистов и относительно безопасна для пациентов. Частота осложнений невелика, достаточно оптимистичны ближайшие и отдаленные результаты, что позволяет существенно расширить показания к такому виду хирургической коррекции при стенозирующей патологии БЦА с целью устранения и профилактики церебральной ишемии.

3. Демин В.В. Стентирование внутренних сонных артерий с применением защиты сосудов головного мозга. В кн.: Сосудистое и внутриорганное стентирование. М., 2003: 136–144.
4. Зайцев А.Ю., Стойда А.Н. Стентирование брахиоцефальных артерий. В кн.: Сосудистое и внутриорганное стентирование. М., 2003: 119–126.
5. Зайцев А.Ю., Стойда А.Н. Стентирование брахиоцефального ствола, подключичных и позвоночных артерий. В кн.: Сосудистое и внутриорганное стентирование. М., 2003: 127–132.

6. Amor M., Eid-Lidt G., Chati Z., Wilentz J.R. Endovascular treatment of the subclavian artery: stent implantation with or without pedilatation. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2004; 63 (3): 364–370.
7. Alhaddad I.A. Carotid artery surgery vs. stent: a cardiovascular perspective. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2004; 63 (3): 377–384.
8. Barnett H.J., Taylor D.W., Eliasziw M. et al. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N. Engl. J. Med.* 1998; 339: 1415–1425.
9. Bergeron P., Chambran P., Bianco S. Traitement endovasculaire des artères a destination cérébrale: échecs et limites. *J. Mal. Vasc.* 1996; 21: 123–131.
10. Belz M., Marshall J., Cowley M. et al. Subclavian balloon angioplasty in the management of the coronary subclavian steal syndrome. *Cathet. Cardiovasc. Diagn.* 1992; 25: 161–163.
11. Brountzos E.N., Petersen B., Binkert C. et al. Primary stenting of subclavian and innominate artery occlusive disease: a single center's experience. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2004; 27 (6): 616–623.
12. Brott T.G., Brown R.D., Meyer F.B. et al. Carotid revascularization for prevention of stroke: carotid endarterectomy and carotid artery stenting. *Mayo Clin. Proc.* 2004; 79 (9): 1197–208.
13. Chastain II H., Campbell M., Iyer S. et al. Extracranial vertebral artery stent placement: In-hospital and follow-up results. *J. Neurosurg.* 1999; 91: 547–552.
14. De Bakey M. Carotid endarterectomy revisited. *J. Endovasc. Surg.* 1996; 3: 4.
15. Gil Peralta A., Mayol A., Gonzalez M. Jr. et al. Percutaneous transluminal angioplasty of the symptomatic atherosclerotic carotid arteries. Results, complications and follow-up. *Stroke* 1996; 27: 2271–2273.
16. Hebrang A., Maskovic J., Tomac B. Percutaneous transluminal angioplasty of the subclavian arteries: long-term results in 52 patients. *Amer. J. Roentgenol.* 1991; 156: 1091–1094.
17. Henry M., Amor M., Henry I. et al. Endoluminal treatment of subclavian occlusive diseases. Percutaneous angioplasty and stenting. *Circulation.* 1997; 96: 284.
18. Higashida R.T., Tsai F.Y., Halbach V.V. et al. Transluminal angioplasty for atherosclerotic disease of the vertebral and basilar arteries. *J. Neurosurg.* 1993; 78: 192–198.
19. Johnson S.P., Fujitani R.M., Leyendecker J.R. et al. Stent deformation and intimal hyperplasia complicating treatment of a post carotid endarterectomy intimal flap with a Palmaz stent. *J. Vasc. Surg.* 1997; 25: 764–768.
20. Jordan W.D., Schroeder P.T., Fisher W.S. et al. A comparison of angioplasty with stenting versus endarterectomy for the treatment of carotid artery stenosis. *Ann. Vasc. Surg.* 1997; 11: 2–8.
21. Jordan W.D., Voellinger D.C., Doblar D.D. et al. Microemboli detected by transcranial Doppler monitoring in patients during carotid angioplasty versus carotid endarterectomy. *Cardiovasc. Surg.* 1999; 7: 33–38.
22. Jain S., Ramee S., White C. et al. Treatment of atherosclerotic Vertebral Artery Disease by Endoluminal stenting: Results from a US Multicenter Study. *JACC.* 2000: 84.
23. Lin Y.H., Juang J.M., Jeng J.S. et al. Symptomatic ostial vertebral artery stenosis treated with tubular coronary stents: clinical results and restenosis analysis. *J. Endovasc. Ther.* 2004; 6: 719–726.
24. Lin P.H., Buch R.L., Lubbe D.F. et al. Carotid artery stenting with routine cerebral protection in high-risk patients. *Am. J. Surg.* 2004; 188 (6): 644–652.
25. Malek A.M., Higashida R.T., Phatouros C.C. et al. Treatment of Posterior Circulation Ischemia with Extracranial Percutaneous Balloon Angioplasty and Stent Placement. *Stroke* 1999; 30: 2073–2085.
26. Mathias K., Schlosser V., Reimke M. Katheterrekanalisation eines Subklavianverschlusses. *Rof.* 1980; 132: 346–347.
27. Mathias K.D. Initial and long term results of carotid PTA and stenting: Why stent? Eleventh Annual International Symposium on Endovascular Therapy, Miami, Fl. 1998: 229–242.
28. Mathias K. Percutaneous transluminal angioplasty of the supra-aortic arteries. In: R. Dondelinger, P. Rossi, J. Kundziel, S. Wallace (Eds.). *Interventional Radiology.* Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1990: 564–583.
29. Mathias K., Luth L., Haarmann P. Percutaneous transluminal angioplasty of proximal subclavian artery occlusions. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 1993; 16: 214–218.
30. Mathur A., Roubin G., Iyer S. et al. Predictors of stroke complicating carotid artery stenting. *Circulation* 1998; 97: 1239–1245.
31. Marques K., Ernst S., Mast E. et al. Percutaneous transluminal angioplasty of the left subclavian artery to prevent or treat the coronary subclavian steal syndrome. *Amer. J. Cardiol.* 1996; 78: 687–690.
32. Motarjeme A. Percutaneous transluminal angioplasty of supra-aortic vessels. *J. Endovasc. Surg.* 1996; 3: 171–181.
33. Nakatsuka H., Ueda T., Ohta S. et al. Successful percutaneous transluminal angioplasty for basilar artery stenosis: Technical case report. *Neurosurgery* 1996; 39: 161–164.
34. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N. Engl. J. Med.* 1991; 325: 445–453.
35. Nomoura M., Hashimoto N., Nishi S. et al. Percutaneous Transluminal Angioplasty for Intracranial Vertebral and/or Basilar Artery Stenosis. *Clin. Radiol.* 1999; 54: 521–527.
36. Nguen L.L., Conte M.S., Reed A.B., Belkin M. Carotid endarterectomy: who is the high-risk patient? *Semin. Vasc. Surg.* 2004; 17 (3): 219–223.
37. Ohki T., Marin M.L., Lyon R.T. et al. Ex vivo human carotid artery bifurcation stenting: Correlation of lesion characteristics with embolic potential. *J. Vas. Surg.* 1998; 27: 463–471.
38. Piotin M., Spelle L., Martin J. B. et al. Percutaneous transluminal angioplasty and stenting of the proximal vertebral artery for symptomatic stenosis. *AJNR* 2000; 4: 727–731.
39. Ringelstein E., Zeumer H. Delayed reversal of vertebral artery blood flow following percutaneous transluminal angioplasty for subclavian steal syndrome. *Neuroradiology* 1984; 26: 189–198.
40. Rockman C. Carotid endarterectomy in patients with contralateral carotid occlusion. *Semin. Vasc. Surg.* 2004; 17 (30): 224–229.
41. Samoil D., Schwartz J. Coronary subclavian steal syndrome. *Amer. Heart J.* 1993; 126: 1463–1466.
42. Storey G.S., Marks M.P., Dake M. et al. Vertebral artery stenting following percutaneous transluminal angioplasty Technical note. *J. Neurosurg.* 1996; 84: 883–887.
43. Schmidt A., Diederich K.W., Scheinert S. et al. Effect of two different neuroprotection systems on microembolization during carotid artery stenting. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004; 44 (10): 1966–1969.
44. Sadata A., Satow T., Ishii A. et al. Use of a large angioplasty balloon for predilatation is a risk factor for embolic complications in protected carotid stenting. *Neurol. Med. Chir (Tokyo)* 2004; 44 (7): 337–342.
45. Sztriha L.K., Voros E., Sas K. et al. Favorable early outcome of carotid artery stenting without protection devices. *Stroke* 2004; 35 (12): 2862–2866.
46. Saftan R.D., Bacharach J.M., Ansel G.M., Criado F.J. Carotid stenting with a new system for distal embolic protection and stenting in high-risk patients: the carotid revascularization with ev3 arterial technology evolution (CREATE) feasibility trial. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2004; 63 (1): 1–6.
47. Sundt T.M., Smith H.C., Campbell J.K. et al. Transluminal angioplasty for basilar artery stenosis. *Mayo Clinic. Proc.* 1980; 55: 673–680.
48. Spetzler R.F., Hadley M.N., Martin N.A. et al. Vertebrobasilar insufficiency. Part 1: Microsurgical treatment of extracranial vertebrobasilar disease. *J. Neurosurg.* 1987; 66: 648–661.
49. Theron J., Payelle G., Coskun O. et al. Carotid artery stenosis: treatment with protected balloon angioplasty and stent placement. *Radiology* 1996; 201: 627–636.

50. *Wholey M.H., Wholey M., Jarmolowski C.R. et al.* Endovascular stents for carotid occlusive disease. *J. Endovasc. Surg.* 1997; 4: 326–338.

51. *Yadav J.S., Roubin G.S., Lyers S.* Elective stenting of the extracranial carotid arteries. *Circulation* 1997; 95: 376–381.

52. *Zarins C.K.* Carotid endarterectomy: the gold standard. *J. Endovasc. Surg.* 1996; 3: 10–15.

53. *Zaidat O.O., Alexander M.J., Suarez J.I. et al.* Early carotid artery stenting and angioplasty in patients with acute ischemic stroke. *Neurosurgery* 2004; 55(6): 1237–1243.

Endovascular interventions of stenosing brachiocephal arteries

S.V. Protsky, N.V. Dobzhansky

Research Center of Neurology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

Key words: carotid, vertebral, subclavial angioplastic and stenting.

This article is devoted of surgical endovascular reconstruction of brachiocephal arteries as one of methods of cerebral ischemia prevention. Description of world experience of endovascular

interventions is described. High efficacy of stenting discovers a huge perspectives in future.