

## В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ

*А.С. Шнеков, Е.Т. Махамбетов, М.С. Бердиходжаев, Ф.Х. Смагулов, Л.Г. Орымбекова*

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НЮАНСЫ СОЗДАНИЯ АНАСТОМОЗА МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТНОЙ ВИСОЧНОЙ АРТЕРИЕЙ И СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИЕЙ

*АО «Республиканский Научный Центр Нейрохирургии», г. Астана*

Техника анастомоза между поверхностной височной артерией (ПВА) и средней мозговой артерией (СМА) разработана и описана в 1967 М. Gazi Yasargil, который впервые применил ее в лечении окклюзирующих цереброваскулярных заболеваний и болезни мойя-мойя [20]. До сих пор показания для данного типа экстра-интракраниального микрососудистого анастомоза (ЭИКМА) остаются спорными. По результатам проводимых мультицентровых кооперативных исследований COSS (Carotid Occlusion Surgery Study) и JET (Japanese EC-IC Bypass Trial) вероятно определится роль байпаса между ПВА и СМА при цереброваскулярных окклюзирующих заболеваниях. Однако, операция остается и вероятно останется важным инструментом в арсенале нейрохирургов, имеющих дело с различными сложными состояниями церебрального кровообращения [6, 14, 17, 19].

Реваскуляризация церебральных бассейнов является важной проблемой современной нейрохирургии [3]. Среди операций по реваскуляризации головного мозга наиболее часто выполняется анастомоз между ветвью ПВА и корковой ветвью СМА, иногда возникает необходимость создания микрососудистого анастомоза с двух сторон [2]. В настоящее время ЭИКМА в основном применяется с целью увеличения кровотока для лечения пациентов с недостаточной мозговой перфузией (часто при окклюзии сонной артерии и болезни мойя-мойя) со стойкими ишемическими симптомами, имеющиеся несмотря на проводимую максимальную консервативную терапию. Операция может быть эффективной при тщательном отборе пациентов с доказанным истощенным (критическим) цереброваскулярным резервом и скрупулезной технике выполнения [14, 17, 19].

Правильное выполнение хирургической техники анастомоза между ПВА и СМА требует специальных навыков, микрохирургического оснащения и подготовки. Успешное наложение анастомоза между ПВА и СМА крайне зависит от соблюдения аккуратности на каждом этапе, и только строгое соблюдение правил стандартного подхода «шаг за шагом» при этой операции, с осознанием важности каждого шага может привести к успеху [14, 17].

С целью достижения максимальной безопасности и облегчения хирургии при выполнении ЭИКМА, разрабатываются все новые модификации и внедряются современные технологии, в том числе новая бесшовная лазер-ассистируемая техника без временной окклюзии реципиентной артерии [4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 18].

#### Предоперационное обследование пациентов

В настоящее время для определения показаний к операции, интра-, и послеоперационного мониторинга и оценки эффективности байпаса, кроме клинического обследования, в основном используются следующие методы интраскопического исследования:

1. Селективная церебральная ангиография (с селективной ангиографией через наружную сонную артерию для оценки адекватности и хода ветвей ПВА на пораженной стороне) для определения интракраниальной патологии и оценки коллатеральной компенсации мозгового кровообращения [1, 6, 14, 16, 19];
2. КТ, МРТ для оценки наличия и степени инсульта;
3. Транскраниальная доплерография с функциональными пробами;
4. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография, позитронно-эмиссионная томография для оценки степени снижения объема цереброваскулярного резерва;
5. Церебральная оксиметрия;
6. Электроэнцефалография.

#### Предоперационная подготовка и анестезиологическое пособие

Вечером до операции пациенты принимают 325 мг аспирина. У пациентов с гиперхолестеринемией применяются статины. Профилактическая антибиотикотерапия проводится путем внутривенного введения препарата за 1 час до разреза, которая продолжается последующие 48-72 часов. Тщательное обследование пациентов, коррекция уровня агрегации тромбоцитов может решить проблему тромбирования анастомоза [6, 16].

Кроме стандартного мониторинга проводится непрерывное инвазивное измерение артериального и центрального венозного давления,  $\text{etCO}_2$  поддерживается на уровне 35-40 мм рт. ст. (после уточнения градиента между  $\text{etCO}_2$  и  $\text{PaCO}_2$ ). Уровень газов крови и КЩС измеряется через каждые 30-60 минут.

Проводится общая анестезия при помощи комбинирования изофлюрана и внутривенных препаратов. На протяжении всей операции поддерживается нормоволемия, нормокапния и нормотензия. Артериальное  $\text{PCO}_2$  поддерживается на уровне между 35 и 40 мм рт. ст., релаксация мозга не желательна, так как это может привести к натяжению и повреждению анастомозируемых сосудов [6, 14, 16].

### Положение пациента

Голова пациента фиксируется головодержателем Mayfield. Под ипсилатеральное плечо подкладывается валик. Бреется голова и используется ТКДГ для определения обеих ветвей ПВА, это выполняется после крепления головодержателя, который может вызвать натяжение кожи и изменить прежние метки. Голова располагается параллельно полу, так чтобы хирургическое поле находилось в наивысшей точке. Эта позиция поможет минимизировать скопление цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) в зоне анастомоза [6, 14].

### Выделение ветвей поверхностной височной артерии

На основании данных селективной ангиографии через НСА, ТКДГ, пальпации на коже отмечается (зарисовывается) траектория ветвей ПВА, что служит ориентиром для кожного разреза. Нужно помнить, что приблизительно у 8% пациентов может отсутствовать подходящая донорская артерия [13].

В течение всей операции используется операционный микроскоп, включая кожный разрез, локальная анестезия не применяется. Обычно используется задняя ветвь ПВА. Ее выделение, как правило, осуществляется двумя способами кожного разреза: дугообразный с формированием лоскута, из под которого препарируется артерия или линейный, который делается над артерией. При первом способе артерия хорошо контурируется под фасцией, а при втором требуется интраоперационный доплерографический контроль.

Однако, в настоящее время многие хирурги предпочитают выделение донорской артерии линейным разрезом. Так как, это менее травматичный метод, который к тому же имеет меньший риск развития некроза кожи, особенно у пациентов с атеросклеротической окклюзией и у курильщиков [9]. Обычно разрез начинается около верхней височной линии, на уровне,

котором доплеровское исследование может определить пульс. В начале разрезается только эпидермис и дерма.

Как только наталкиваются на подкожные ткани, вплоть до выделения проксимальной части ПВА используется тупоконечный изогнутый зажим. Таким же способом выделяется дистальная часть сосуда, хотя дистально артерия более сращена с окружающими тканями, поэтому диссекция должна выполняться очень осторожно.

Если ангиография указывает на неадекватность задней ветви, разрез может быть выполнен прямо над передней ветвью, но она может иметь близкое расположение к лобной области. В качестве альтернативы может быть сформирован полукружной кожный лоскут позади линии роста волос, с выделением передней ветви из внутренней поверхности лоскута. Эта стратегия применяется, когда выделенная в начале задняя ветвь, оказывается низкого качества или малого диаметра, а также при создании двойного анастомоза. Линейный разрез над задней ветвью в конце поворачивается кпереди, тем самым формируя кожный лоскут, который позволит выделить переднюю ветвь.

Следует отметить, что лобная ветвь ПВА может быть выделена под эндоскопической ассистенцией, через имеющийся линейный разрез кожи над теменной ветвью [12]. Более того, K. Wada и соавт. [18] указывают на эффективность (сокращение времени операции) и безопасность применения ультразвукового скальпеля (Harmonic Scalpel; Ethicon Endo-Surgery, Inc., Cincinnati, OH) для выделения и скелетирования ПВА.

Важно убедиться, что кожный разрез достаточной длины для максимальной ретракции скальпа, так чтобы можно было сформировать адекватный костный лоскут. Затем острым каутером, а также путем аккуратной диссекции от окружающей галеальной ткани препарируется ПВА (рис. 1).

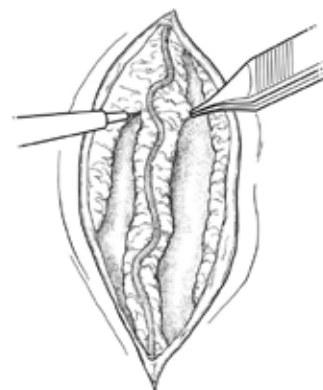


Рис. 1. Выделение ПВА вместе с окружающей манжетой (F.T. Charbel, G. Meglio, S. Amin-Hanjani "Superficial temporal artery-to-middle cerebral artery bypass" from "Neurosurgery 56[ONS Suppl 1]:ONS-186-ONS-190, 2005").

Тщательный гемостаз вокруг ПВА достигается при помощи биполярной электрокоагуляции

мелких ветвей и лигирования крупных ветвей с использованием 7-0 нитей Prolene. Недостаточно выполненный гемостаз ветвей ПВА на этом этапе операции может привести к послеоперационным эпидуральным гематомам. При биполярной коагуляции боковых ветвей ПВА необходимо коагулировать отступив на несколько миллиметров от края ПВА для предотвращения термического поражения последней. По этой причине, J. Wanebo и соавт. [19] предлагают оставлять приблизительно 5 мм мягкой тканью манжеты вдоль обеих сторон ПВА.

После выделения ПВА до скуловой кости, определяется точка рассечения, при этом длина артерии должна быть достаточной для выполнения байпаса. Артерия отделяется и на нее накладывается временный клипс. Артерия тотчас катетеризируется и промывается гепаринизированным изотоническим раствором натрия хлорида (10 ЕД гепарина/мл), затем клипс переставляется на самую нижнюю (проксимальную) часть артерии, которая окутывается ватником пропитанным раствором папаверина (15 мг папаверина на 100 мл 0,9% раствора натрия хлорида) [6, 14]. Некоторые нейрохирурги предлагают сохранять кровоток по ПВА до завершения этапа подготовки ветви СМА [16].

### Краниотомия

После завершения этапа подготовки ПВА, височная мышца разрезается («Т» или крестообразно) при помощи электрокаутера до кости, от верхнего края скуловой дуги и выше так, чтобы после мобилизации мышцы от кости, можно было выпилить адекватных размеров костный лоскут. Мышца поднимается при помощи надкостничных диссекторов и ее края разводятся в стороны самоудерживающимися крючковыми ретракторами, прикрытый влажным ватником сосуд смещается в одну сторону. J. Wanebo и соавт. [19] рекомендуют использовать билатеральный ретрактор Leyla с крючками для отведения мягких тканей, что уменьшает загромождение операционного поля ранорасширителями. Один мастоидальный ретрактор с низким профилем является выгодной альтернативой для этой цели.

Обычно краниотомию выполняют с таким расчетом, чтобы его центр располагался на 6 см выше наружного слухового прохода. При этом, костный лоскут формируют различными способами. Например, D. Newell и M. Vilela [14] предлагают на височной кости накладывать одно фрезевое отверстие и еще два на уровне верхней височной линии, а F. Charbel и соавт. [6] – формировать костный лоскут в форме круга или овала из двух фрезевых отверстий, наложенных на уровне проксимальной и дистальной части ПВА.

В любом случае, преследуется цель выполнения краниотомии над сильвиевой щелью, что позволит выбрать более подходящую ветвь в качестве реципиентной артерии, так как многие

M4 ветви СМА выходят из дистальной части сильвиевой щели. Осторожно отделяется твердая мозговая оболочка от внутренней поверхности кости и выпиливается костный лоскут.

Следует отметить, что при наличии нейровизуализационного оборудования и специальной системы виртуального трехмерного планирования (Dextroscope), можно уменьшить диаметр краниотомии до 20 мм, как это удалось G. Fischer и соавт. [7].

Полноценный гемостаз необходим до вскрытия ТМО. Кусочки гемостатической губки укладываются под край кости, твердая оболочка подшивается по краю краниотомии для предотвращения образования эпидуральной гематомы.

### Выделение корковой ветви средней мозговой артерии

Твердая мозговая оболочка (ТМО) разрезается в форме буквы «У» или крестообразно с дополнительными разрезами при необходимости, и выбирается более подходящая реципиентная артерия с наибольшим диаметром [6, 14, 19]. Идеальной реципиентной артерией является корковая ветвь СМА, имеющая ровный отрезок без ответвлений и диаметр 1,5 мм и более. Другими критериями являются локализация (на расстоянии от края краниотомии) и ориентация (тангенциальная ориентация на 5 и 23 часах оптимальна для правой, так как это создает более удобный угол атаки для наложения швов) сосуда [6].

Предложенная P.A. Kadri и соавт. [8] методика математического вычисления, может помочь с высокой степенью вероятности обнаружить наиболее адекватную M4 ветвь. Однако, в настоящее время для точного и целенаправленного выбора реципиентной артерии, используются сопоставленные при помощи специальных программ данные МРТ, МРА, ОФЭКТ, ПЭТ с применением системы нейронавигации [10].

После того как сосуд выбран, над артерией рассекается (при помощи микроножниц, арахноидального ножа, тонкого пинцета) арахноидальная оболочка. Важно отметить, что арахноидальная оболочка до этого этапа операции сохраняется интактной, для предотвращения избыточного выделения ЦСЖ, что может быть причиной западения мозга у пациентов с церебральной атрофией. Микропинцеты используются для отделения артерии от арахноидальной оболочки и окружающих вен. Затем под большим увеличением микроскопа коагулируются и пересекаются мелкие ветви артерии. Крупные перфорирующие артерии могут быть сохранены клипированием временными клипсами на время создания анастомоза.

Выделяется до 2 см сегмента артерии и под нее укладывается резиновая полоска, что позволит

безопасно выполнить артериотомию и наложение анастомоза. Для поднятия реципиентного сосуда из борозды, непрерывной аспирации ЦСЖ и предотвращения попадания ликвора в пределах рабочего поля под резиновую полосу подкладывается ватный шарик, на который может быть уложена тонкая резиновая аспирирующая трубка [6, 19]. На сосуд прикладывается смоченный раствором папаверина ватник.

### **Подготовка донорской артерии**

На этой стадии, поверхность мозга покрывается влажным ватником и начинается подготовка ветви ПВА. Для наложения временной клипсы препарируется небольшой участок проксимальной части ПВА. Идеальным для клипирования является место дистальнее отхождения второй (неиспользуемой) ветви ПВА. Это позволяет не прерывать кровотоки через ПВА, уменьшая стагнацию и риск тромбоза проксимальнее клипсы. При необходимости жертвования неиспользуемой ветви, для адекватной мобилизации ПВА, ветвь должна быть разделена с оставлением культи, на которую накладывается временная клипса. Это позволит использовать культю артерии для обратного выведения крови и воздуха после наложения анастомоза [6]. Затем выделяется дистальная часть ПВА. Для выведения воздуха и сгустков после наложения анастомоза, также можно использовать одну из крупных ветвей. Артерия вместе с манжетой из мягких тканей пересекаются между двумя временными клипсами. Оставшаяся дистальная часть ПВА коагулируется и с нее снимается клипса. Затем при помощи тупоконечной иглы, через пересеченный конец промывается просвет ПВА гепаринизированным раствором для удаления продуктов крови. Для предотвращения тромбоза важно промыть просвет сосуда за клипсой (путем быстрого переключивания проксимальной клипсы). Как только артерия промыта, осторожно и тщательно измеряется и отмечается маркером необходимая длина ПВА, так чтобы донорский сосуд достигал место анастомоза без натяжения (приблизительно 3 см излишек позволит выполнять повороты назад, вперед и облегчит наложение швов) [14].

Далее конец сосуда освобождается от периадвентициальной мягкотканной манжеты в пределах до 2,5 см. При этом осторожно выделяются, коагулируются и пересекаются множественные мелкие ветви ПВА. Нет необходимости освобождения сосуда от окружающей манжеты на всем протяжении, так как на это расходуется время и повышается риск повреждения артерии, также необходимо избегать чрезмерного отделения адвентиции ПВА. На этом этапе, как правило, проводится контроль свободного кровотока через пересеченный конец артерии, измеряется давление в ПВА [4, 6]. Результаты исследования записываются, и

ПВА снова промывается гепаринизированным раствором до наложения проксимальной временной клипсы.

С целью дилатации сосуда на него укладывается смоченный разбавленным раствором папаверина ватник. Частое орошение ветви ПВА и поверхности коры проводится для предотвращения высушивания и уменьшения скопления крови в зоне операции. Для того, чтобы просвет артерий на уровне анастомоза был достаточным, дистальный конец донорской артерии разрезается (при помощи острых микроножниц) разрезается под углом, и затем дополнительным продольным разрезом образуется лопатообразная форма. При этом, на конце донорской артерии диаметр просвета становится в 2-3 раза больше диаметра реципиентного сосуда.

### **Подготовка реципиентной артерии**

Оптимальным является на этом этапе непрерывный электроэнцефалографический мониторинг. Препараты для наркоза вводятся таким образом, чтобы обеспечить колебание среднего артериального давления в пределах 10 мм рт. ст. от предоперационных значений. Анестезиолог информируется о том, что будет клипирована корковая артерия (значение артериального давления повышается на 25% выше основного). На препарированный участок реципиентной артерии проксимально и дистально накладываются клипсы. Донорская артерия косо разрезанным концом прикладывается на реципиентную артерию для измерения точной длины разреза. При помощи микроножниц выполняется продольная артериотомия с предварительным прокалыванием тонкой иглой или рассечением с помощью офтальмического лезвия. После артериотомии, реципиентный сосуд промывается гепаринизированным раствором. Необходимо бережное отношение к донорской и реципиентной артериям. Используется стандартная микроваскулярная техника, включая тракцию и контртракцию сосудов и избегание схватывания интимы.

### **Техника межартериального анастомоза**

С целью улучшения видимости прокрашиваются (маркером, метиленовым синим, бриллиантовым зеленым) анастомозируемые участки донорской и реципиентной артерий. Очень важно четко видеть просвет и стенки ПВА, так как можно прихватить иглой противоположную стенку или вызвать диссекцию сосуда, что приведет к несостоятельному анастомозу.

В начале на пятку и носок анастомоза накладываются фиксирующие швы (рис. 2), обычно для анастомоза используется нить Prolene 10-0 с конусовидной иглой. В нашем институте не акцентируется внимание на направлении

анастомоза по отношению к кровотоку. Оптимальным является наложение швов на реципиентный сосуд по направлению изнутри кнаружи для уменьшения повреждения эндотелия. Начальные швы закрепляются тремя узлами с оставлением 5 мм хвостика для возможности затягивания. Швы накладываются под большим увеличением, но завязывание часто облегчается путем уменьшения кратности увеличения.

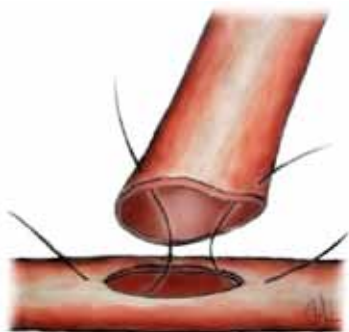


Рис. 2. Фиксирующие швы анастомоза.

Как только фиксирована ПВА на каждую сторону анастомоза, без больших интервалов между узлами накладываются узловые или непрерывные швы. Обычно, артерию диаметром 1 мм анастомозируют 8 стежками, при этом расстояние между узлами составляет 0,3 мм, а дистанция от края артерии до узла – 0,2 мм. Более сложная – задняя стенка завершается первой.

Е. Charbel и соавт. [6] предпочитают узловые швы в отличие от непрерывных, указывая на то, что непрерывный шов приводит к вторичному уменьшению размера сосудов, а также потому, что у пациентов с данным типом анастомоза отмечается тенденция к поражению интимы.

Мы предпочитаем узловые швы, но их завязывание выполняем за предварительно оставленные хвостики, длиной приблизительно 10 мм и затягиваем после полной проверки (рис. 3). Такая методика позволяет нам сократить время операции, исключить такую техническую ошибку, как прихватывание сосудистой стенки в узел и быть уверенными в адекватности созданного анастомоза.

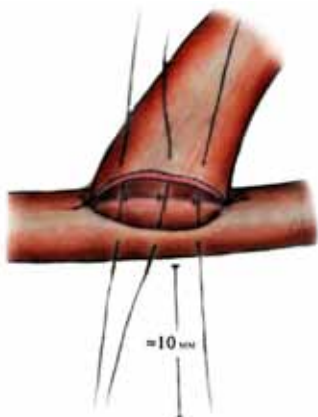


Рис. 3. Техника наложения узловых швов.

Почти одинаково применяется и техника непрерывного шва. При этом обычно выполняются 9-10 проходов через ПВА и СМА, что образует 8-10 петель. Затем осматриваются швы внутри просвета, чтобы удостовериться в интактности задней стенки, и каждая петля затягивается отдельно. Следует быть осторожными, чтобы не деформировать или повредить анастомоз. Первый шов завязывается за хвостик второго. Вторая сторона анастомоза прошивается по направлению к себе аналогичным способом, и после затягивания каждой петли отдельно, шов завязывается за конец первого.

Стенки реципиентной артерии тонкие и имеют склонность спадаться, поэтому для предотвращения прихватывания в узел противоположной стенки сосуда, в пределах выбранного участка реципиентной артерии может быть установлен стент Silastic (Dow Corning, Auburn, MI), который удаляется перед наложением последнего шва. При необходимости также может быть применена методика двойного стентирования при помощи установки дополнительного стента в просвет донорской артерии [6]. До затягивания последнего шва, просвет сосудов еще раз промывается гепаринизированным раствором.

Особым вопросом является необходимость клипирования реципиентной артерии во время наложения анастомоза. С целью минимизирования ишемии мозга, а также для предотвращения такой микрохирургической технической ошибки, как прихватывание задней стенки сосуда в узел, предложена техника использования временного внутрипросветного шунта [11].

После завершения анастомоза (рис. 4), поочередно (в начале дистальная, затем проксимальная) снимаются временные клипсы с реципиентной артерии, выводятся воздух и сгустки крови из предварительно выделенной и клипированной крупной ветви или лобной ветви ПВА, и проверяются стороны анастомоза.



Рис. 4. Межартериальный анастомоз конец в бок, вид сбоку

Если отмечается значительное кровотечение, могут быть наложены дополнительные швы. Незначительное кровотечение из межшовных промежутков можно остановить прикладыванием на анастомоз ватного шарика, орошением физиологическим раствором без гепарина

или небольшим фрагментом гемостатической губки Surgicel. При правильном и аккуратном наложении швов, редко возникает необходимость наложения дополнительных швов.

После остановки кровотечения или его отсутствии с ПВА снимается клипса, с предварительным выведением возможных сгустков крови и воздуха, тем самым создается кровоток через анастомоз, и анастомоз осматривается снова. С целью устранения и предотвращения вазоспазма, на донорскую и реципиентную артерию укладывается ватник с папаверином.

Как правило, применяется микродоплеровское исследование для контроля кровотока в донорской артерии и обоих концах реципиентной артерии. Скоростные параметры кровотока должны быть непрерывными, без перерыва в диастолу.

F. Charbel и соавт. [6] считают, что «cut flow index» (соотношение анастомотического кровотока к начальному свободному кровотоку) является чувствительным показателем функционального состояния анастомоза.

### **Закрытие раны**

Ушивается твердая мозговая оболочка, открытым остается место прохождения донорского сосуда или ТМО не ушивается, но на ее дефект укладывается гемостатическая губка. Затем выкусывается сторона костного лоскута, откуда входит донорская артерия. Иногда, если это необходимо, во внутренней стороне костного лоскута формируется бороздка для артерии. Костный лоскут укладывается на место и фиксируется. Свободно сближаются края височной мышцы с оставлением достаточного пространства для прохождения артерии через мышцу. Дополнительные расслабляющие надрезы височной фасции и мышцы могут быть выполнены для обеспечения достаточного пространства для ПВА. Неиспользованная ветвь ПВА обычно лигируется для повышения кровотока через анастомоз.

Следует быть осторожными, чтобы донорская артерия не перегибалась и не компремировалась. Сухожильный шлем и подкожные ткани сближаются узловыми инвертированными швами. С осторожностью закрывается кожа, остерегаясь повреждения ПВА в нижней части разреза, оставляется субгалеальный дренаж.

### **Послеоперационное ведение пациентов**

В послеоперационном периоде, пациенты продолжают принимать аспирин, наблюдаются

в палате интенсивной терапии, поддерживается достаточная гидратация, ведется мониторинг функционального состояния анастомоза при помощи ТКДГ. Параметры артериального давления поддерживаются в пределах нормальных величин для предотвращения гипотензии и тромбирования анастомоза или гипертензии и возможной гиперперфузии.

Если по данным ТКДГ функциональное состояние анастомоза вызывает сомнения, может быть применены декстраны (500 мл, 50 мл/ч) для подавления функции тромбоцитов. Послеоперационная окклюзия анастомоза наблюдается редко, функциональное состояние анастомоза может быть достаточно оценено путем измерения кровотока во время операции, и если необходимо, может быть выполнена ревизия анастомоза. Селективная ангиография через НСА выполняется на первый послеоперационный день для подтверждения проходимости анастомоза.

Не допускаются тугие повязки в послеоперационном периоде. Также важно, в течение первых нескольких послеоперационных дней, не допускать ношение тяжелых очков пациентами, для предотвращения давления на артерию. Эпидуральная гематома и инфицирование раны являются потенциальными послеоперационными осложнениями.

После того как пациенты перестают принимать аспирин или уменьшается доза препарата, для определения состояния анастомоза, проводится контрольная церебральная ангиография или фазово-контрастная магнитно-резонансная ангиография.

### **Заключение**

Выбор способа кожного разреза и выделения донорской артерии, методов верификации реципиентной артерии, размера и формы костного дефекта, наложения межартериального шва при создании байпаса между ПВА и СМА зависит от оснащенности современным оборудованием, опыта и предпочтений хирурга.

В будущем, вероятно сосудистый анастомоз будет выполняться только бесшовным способом, однако пока, владение ручной техникой наложения межсосудистого шва, является основным условием для успешного выполнения операции ЭИКМА. Развитие и внедрение различных технологий, несомненно приведет к значительному сокращению риска и продолжительности операции создания экстраинтракраниального микрососудистого анастомоза.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов В.Н., Токаревич К.К., Крейль В.А., Юртаев Е.А. Особенности коллатеральной компенсации мозгового кровообращения и операция экстра-интракраниального шунтирования//Регионарное кровообращение и микроциркуляция. -2003. -Т 2. -С. 37-40.
2. Добжанский Н. В. Двусторонний экстра-интракраниальный микроартериальный анастомоз при атеросклеротических окклюдующих поражениях артерии каротидной системы//Нейрохирургия. -2001. -№ 3. -С. 37-42.
3. Элиава Ш.Ш., Мартиросян Н.Л. Реваскуляризация головного мозга: история и современное состояние//Вопросы нейрохирургии. -2008. -№2. -С. 53-57.
4. Amin-Hanjani S., Du X., Mlinarevich N. et al. The cut flow index: an intraoperative predictor of the success of extracranial-intracranial bypass for occlusive cerebrovascular disease//Neurosurgery. -2005. -Vol. 56, N 1. -Suppl. -P. 75-85.
5. Bremmer J.P., Verweij B.H., Van der Zwan A. et al. Sutureless nonocclusive bypass surgery in combination with an expanded polytetrafluoroethylene graft//J. Neurosurg. -2007. -Vol. 107, -P. 1190-1197.
6. Charbel F.T., Meglio G., Amin-Hanjani S. Superficial temporal artery-to-middle cerebral artery bypass//Neurosurgery. -2005. -Vol. 56, N 1. -Suppl. -P. 186-190.
7. Fischer G., Stadie A., Schwandt E. et al. Minimally invasive superficial temporal artery to middle cerebral artery bypass through a minicraniotomy: benefit of three-dimensional virtual reality planning using magnetic resonance angiography//Neurosurg Focus. -2009. -Vol. 26, N 5. -P. 1-6.
8. Kadri P.A., Krisht A.F., Gandhi G.K. An anatomic mathematical measurement to find an adequate recipient M4 branch for superficial temporal artery to middle cerebral artery bypass surgery//Neurosurgery. -2007. -Vol. 61, N 1. -Suppl. -P. 74-78.
9. Katsuta T., Inoue T., Arakawa S. et al. Cutaneous necrosis after superficial temporal artery-to-middle cerebral artery anastomosis: Is it predictable or avoidable?//Neurosurgery. -2001. -Vol. 49, N 4. -P. 879-884.
10. Kikuta K., Takagi Y., Fushimi Y. et al. "Target bypass": A method for preoperative targeting of a recipient artery in superficial temporal artery-to-middle cerebral artery anastomoses//Neurosurgery. -2006. -Vol. 59, N 4. -Suppl. -P. 320-327.
11. Krishnan K.G., Tsirekidze P., Pinzer T. et al. A novel minimally occlusive microvascular anastomosis technique using a temporary intraluminal shunt: a prospective technique to minimize brain ischemia time during superficial temporal artery-to-middle cerebral artery bypass//Neurosurgery. -2005. -Vol. 57, N 1. -Suppl. -P. 191-198.
12. Kubo S., Takimoto H., Yoshimine T. Endoscopically assisted harvesting of the superficial temporal artery: technical note//Neurosurgery. -2003. -Vol. 52, N 4. -P. 982-985.
13. Marano S.R., Fisher D.W., Gaines C. et al. Anatomical study of the superficial temporal artery//Neurosurgery. -1985. -Vol. 16, N 6. -P. 786-790.
14. Newell D.W., Vilela M.D. Superficial temporal artery to middle cerebral artery bypass//Neurosurgery. -2004. -Vol. 54, N 6. -P. 1441-1449.
15. Reinert M., Verweij B.H., Schaffner T. et al. Expanded polytetrafluoroethylene graft for bypass surgery using the excimer laser-assisted nonocclusive anastomosis technique//J. Neurosurg. -2006. -Vol. 105, -P. 758-764.
16. Sekhar L.N., Natarajan S.K., Ellenbogen R.G. et al. Cerebral revascularization for ischemia, aneurysms, and cranial base tumors//Neurosurgery. -2008. -Vol. 62, N 3. -Suppl. -P. 1373-1410.
17. Vilela M.D., Newell D.W., Superficial temporal artery to middle cerebral artery bypass: past, present and future//Neurosurgery. -2008. -Vol. 24, N 2. -P. 1-9.
18. Wada K., Nawashiro H., Arimoto H. et al. Usefulness of an ultrasonic scalpel to harvest and skeletonize the superficial temporal artery for extracranial-intracranial bypass surgery//Neurosurgery. -2009. -Vol. 65, N 1. -Suppl. -P. 141-147.
19. Wanebo J. E., Zabramski J. M., Spetzler R. F. Superficial temporal artery-to-middle cerebral artery bypass grafting for cerebral revascularization//Neurosurgery. -2004. -Vol. 55, N 2. -P. 395-399.
20. Yasargil M. G. Anastomosis between the superficial temporal artery and a branch of the middle cerebral artery//Microsurgery Applied to Neurosurgery/Ed. M. G. Yasargil. -Stuttgart, 1969. -P. 105-115.