

## ИЗ ПРАКТИКИ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2013

### УСПЕШНОЕ ВЫКЛЮЧЕНИЕ ИЗ КРОВОТОКА АНЕВРИЗМЫ ПРАВОЙ КАЛЛЕЗОМАРГИНАЛЬНОЙ АРТЕРИИ С СОЗДАНИЕМ ИНТРА-ИНТРАКРАНИАЛЬНОГО АНАСТОМОЗА

**В.В. Крылов, О.Ю. Нахабин, А.Г. Винокуров, Н.А. Полунина, В.А. Лукьянчиков**

НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва

*«Сложными» принято считать аневризмы, обладающие анатомическими характеристиками, существенно ограничивающими возможности применения традиционных реконструктивных методов хирургических вмешательств (открытого клипирования или эндоваскулярной эмболизации аневризмы). Основной задачей комбинированных (реvascularизирующих) операций является кардинальное решение проблемы хирургии именно «сложных» интракраниальных аневризм, так как эти вмешательства сочетают в себе надежное выключение из кровотока аневризмы (чаще всего путем треппинга) и хирургическую реvascularизацию бассейна скомпрометированных артерий. Интра-интракраниальные анастомозы являются третьим поколением реvascularизирующих операций, применяемых при аневризмах головного мозга.*

*Дан краткий обзор современного арсенала реvascularизирующих операций при аневризмах головного мозга и описано клиническое наблюдение успешного выключения «сложной» аневризмы каллезомаргинальной артерии при помощи интра-интракраниального анастомоза.*

**Ключевые слова:** «сложные» интракраниальные аневризмы, интра-интракраниальный анастомоз

*There are so called “complex” cerebral aneurysms with various morphological features concerning whom the possibilities of reconstructive open or endovascular methods are significantly limited. The main goal of combined (revascularization) surgery is to completely exclusion of aneurysm from cerebral blood flow and preventing the ischemic complications in the blood supply territory of compromised arteries.*

*The usage of intracranial — to-intracranial (IC-IC) bypasses (or anastomosis) — the third stage of cerebral revascularization surgery development- is suitable for treatment of such complex brain aneurysms.*

*This article presents the clinical case of successful treatment of patient with complex aneurysm of right callosomarginal artery using IC-IC bypass performed in our neurosurgical department for the first time as well as describes the current status of cerebrovascularization surgery.*

**Key words:** complex cerebral aneurysm, intracranial-to-intracranial bypass

Эра современной хирургии интракраниальных аневризм началась 23 марта 1937 г., когда W. Dandy впервые выполнил клипирование шейки аневризмы внутренней сонной артерии (ВСА) [9]. С тех пор и до настоящего времени клипирование шейки аневризмы является «золотым стандартом» в хирургическом лечении данной патологии. В 70-х годах XX века основоположник эндоваскулярной нейрохирургии Ф.А. Сербиненко начал применять баллон-катетеры для эмболизации церебральных аневризм, показав принципиально новые возможности и перспективы в хирургическом лечении данной патологии [2]. В векторе идеи Ф.А. Сербиненко, начиная с последней декады прошлого столетия, в качестве альтернативы открытому клипированию активно развивается и внедряется в клиническую практику предложенная G. Guglielmi [11] эндоваскулярная эмболизация полости аневризмы управляемыми микроспиральями. Несмотря на кардинальные отличия в хирургических подходах и механизмах выключения аневризм, открытое клипирование и

эндоваскулярная эмболизация объединены в одну группу реконструктивных хирургических вмешательств, так как они отвечают двум основным требованиям современной хирургии аневризм: надежное выключение аневризмы из кровотока и сохранение проходимости несущей артерии и её ветвей.

Однако существуют аневризмы, в отношении которых возможности реконструктивных методов существенно ограничены. Эта группа аневризм в литературе охарактеризована прикладным хирургическим понятием «сложные аневризмы» («complex aneurysms»). Морфологически эта группа разнородна. L.N. Sekhar и соавт. приводят следующие анатомические критерии, присущие «сложным» аневризмам: широкая шейка (соотношение купол/шейка менее 1,5) или её отсутствие (фузиформные, мешотчато-фузиформные, блистерные аневризмы), выраженные атеросклеротические изменения области шейки, выраженный тромбоз полости аневризмы, отхождение функционально значимых ветвей от купола или шейки аневриз-

мы, расслаивающие аневризмы [8]. R.A. Hanel и R.F. Spetzler приводят дополнительные критерии «сложных» аневризм: гигантские размеры аневризм, труднодоступная локализация аневризм, недостаточная степень выраженности коллатерального кровоснабжения в зоне эфферентных ветвей, «хирургический анамнез» аневризмы [12]. При анализе совокупности перечисленных факторов становится ясно, что применение в этих случаях открытого клипирования или эндоваскулярной эмболизации либо невозможно, либо сопряжено с повышением риска осложнений, чаще всего ишемического характера, вследствие намеренной или неумышленной окклюзии несущей артерии или её ветвей.

Основной задачей комбинированных (реvascularизирующих) операций является кардинальное решение проблемы хирургии именно «сложных» интракраниальных аневризм, так как эти вмешательства сочетают в себе надежное выключение из кровотока аневризмы (чаще всего путем треппинга) и хирургическую реvascularизацию бассейна скомпрометированных артерий.

Прародителем реvascularизирующих операций при интракраниальных аневризмах стала операция наложения экстра-интракраниального микрохирургического анастомоза между ветвью поверхностной височной артерии (ПВА) и М4-сегментом средней мозговой артерии (СМА) (ЭИКМА, «low-flow EC-IC bypass, STA-MCA bypass»), впервые выполненная M.G. Yasargil в 1967 г. по поводу окклюзии сонной артерии [25]. Основным ограничением в её применении в хирургии интракраниальных аневризм является начальная низкая пропускная способность анастомоза (менее 50 мл/мин) [8], далеко не всегда способная обеспечить адекватное кровоснабжение бассейна несущей аневризму артерии. Учитывая это ограничение, ЭИКМА в современной нейрохирургии применяют при «сложных» аневризмах в случае необходимости усилить компенсаторные возможности коллатерального кровообращения при выключении из кровотока артерии большого диаметра (например ВСА), либо с целью организации заместительного кровотока при выключении артерии малого калибра (например М3-сегмента СМА) [1, 6, 10, 15, 19]. Разработаны и активно применяются различные варианты ЭИКМА: при использовании ПВА в качестве донора можно выполнять реvascularизацию М3-, М4- сегментов СМА, Р2-сегмента задней мозговой артерии (ЗМА), верхней мозжечковой артерии (ВМА). Донором может стать и затылочная артерия (ЗА), в таком случае возможно выполнение реvascularизации бассейнов задней нижней и передней нижней мозжечковых артерий (ЗНМА и ПНМА) [8, 18, 22].

Вторым поколением реvascularизирующих операций явились так называемые широкопрофильные (широкопрофильные) экстра-интракраниальные анастомозы («high-flow EC-IC bypasses»), использующие аутовенозные (чаще большая подкожная вена) или аутоартериальные (лучевая артерия) шунты, имеющие большую пропускную способность. По данным L.N. Sekhar и соавт. [8]

артериальный шунт способен обеспечить объемный кровоток 50–150 мл/мин, а венозный — 100–250 мл/мин, что вместе с естественными артериальными коллатералами позволяет удовлетворить метаболические потребности целого полушария головного мозга. Такие операции хотя и стали применять с 80-х годов прошлого столетия, однако их количество остается немногочисленным [3–5, 7, 8, 12, 17, 19–21]. В качестве артерии-донора можно использовать шейный отдел ВСА, наружную сонную артерию (НСА), общую сонную артерию (ОСА), подключичную артерию (ПКА), позвоночную артерию (ПА). Учитывая большую пропускную способность шунтов, реципиентными сосудами при таких операциях служат проксимальные артериальные сегменты: чаще М2-сегмент СМА, супраclinoidный отдел ВСА, Р2-сегмент ЗМА, редко А1-сегмент передней мозговой артерии (ПМА). С целью профилактики возможных ишемических осложнений во время пережатия крупных артерий-реципиентов возникает необходимость использования методов метаболической защиты головного мозга. К недостаткам таких операций обычно относят: расширение объема операции и связанное с этим увеличение риска осложнений, повышенную уязвимость создаваемого обходного типа кровоснабжения (необходимость наложения минимум двух анастомозов, поверхностное, чаще подкожное, расположение шунта, большую длину шунта и связанное с этим повышение риска его тромбоза).

В результате эволюции реvascularизирующих операций появилось их третье поколение, а именно интра-интракраниальные анастомозы («IC-IC bypasses»). К достоинствам такого типа операций относят: формирование близкого к естественному анатомическому типу реvascularизации бассейна скомпрометированной артерии, сопоставимость размеров анастомозируемых артерий, небольшую длину вставочных шунтов, если они требуются. Такие операции предъявляют повышенные требования к подготовке нейрохирурга (анастомоз приходится накладывать в глубине в условиях ограниченной мобильности сшиваемых сосудов и жесткого лимита времени) и качеству анестезиологического обеспечения (анастомоз накладывают в условиях временного пережатия сразу двух крупных артерий, что требует применения анестезиологических методик, снижающих метаболические запросы головного мозга) [8, 14, 18, 19].

Интра-интракраниальные анастомозы представлены широким спектром вариантов, что обусловлено многообразием мест локализации «сложных» аневризм, их морфологических особенностей и вариативностью взаимного расположения потенциальных донорских и реципиентных артериальных сегментов. M. Lawton и N. Sanai [14] предложили систематизацию всех возможных видов интра-интракраниальных анастомозов:

- Анастомоз *in situ*, реvascularизирующий артерию-реципиента за счет анастомоза «бок-в-бок» с близко и параллельно расположенным донором. С учетом различной локализации

аневризм, возможны следующие анастомозы: М2(М3)СМА — М2(М3)СМА, А2(А3)ПМА — А2(А3)ПМА, ЗМА-ВМА, ЗНМА-ЗНМА.

- Реимплантация, реваскуляризирующая пред-варительно отсеченный реципиент (ветвь, исходящая из мешка аневризмы) за счет анастомоза «конец-в-бок» с близлежащим донором. Такая техника может быть применена при аневризмах СМА, ПМА-передней соединительной артерии (ПСА), ЗНМА.
- Реанастомозирование, выполняемое за счет анастомоза «конец-в-конец» афферентного и эфферентного артериальных сегментов после иссечения аневризмы (чаще фузиформные аневризмы небольшого размера). Применение этой техники ограничено возможностями мобилизации артериальных ветвей и используется, в основном, при аневризмах СМА и ЗНМА.
- Анастомоз с использованием короткого артериального вставочного шунта. Такая техника может быть применена при различных локализациях аневризм.

Теоретически и практически любой экстра-интракраниальный анастомоз может быть заменен интра-интракраниальным [14] (табл. 1).

На практике выбор типа реваскуляризирующего вмешательства ограничен особенностями конкретной анатомической и хирургической ситуации. Так, при аневризмах ВСА приоритет отдают экстра-интракраниальным анастомозам вследствие сложности доступа к каменистому отделу ВСА, чреватой возможным развитием осложнений, и технических трудностей при наложении проксимального анастомоза. Напротив, при аневризмах ПМА-ПСА предпочтительней применять интра-интракраниальную реваскуляризацию, так как экстра-ин-

тракраниальное шунтирование анатомически и гемодинамически невыгодно из-за чрезмерной длины и извилистости обходного пути кровотока, повышающих риск тромбоза. При аневризмах СМА широко используют как экстра-интра-, так и интра-интракраниальные анастомозы [8, 13, 14, 16, 18]. Среди аневризм вертебробазилярного бассейна также наблюдается разделение приоритетов. Так, аневризмы базилярной артерии (БА) можно выключать из кровотока при помощи обеих реваскуляризирующих методик, тогда как при аневризмах ЗНМА предпочтительней выполнять анастомоз *in situ*, чтобы избежать технически сложного выделения затылочной артерии [8, 14, 23, 24].

Опыт интра-интракраниальной реваскуляризации представлен всего несколькими десятками таких вмешательств, а отечественный опыт практически отсутствует (Колотвинов В.С. и соавт., 2012). В данной статье мы описываем первое наблюдение успешного наложения интра-интракраниального анастомоза в нашей клинике.

**Пациент Ш.**, 42 лет, поступил в отделение неотложной нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского в июле 2012 г. В декабре 2011 г. пациент перенес нетравматическое субарахноидальное кровоизлияние с преимущественной локализацией в области передних отделов межполушарной щели. Однако в результате дважды выполненной дигитальной субтракционной церебральной ангиографии в остром периоде кровоизлияния аневризма не была выявлена. Пациенту была проведена консервативная терапия, он был выписан на амбулаторное лечение. Через 7 мес госпитализирован для выполнения контрольной ангиографии. При поступлении пациент предъявлял жалобы на периодическую головную боль. При

Таблица 1 / Table 1

**Взаимозаменяемость экстра-интракраниальных и интра-интракраниальных анастомозов при «сложных» аневризмах различной локализации / The changeability of extracranial-to-intracranial and intracranial-to-intracranial bypasses for treatment of complex cerebral aneurysms of various localization**

Тип анастомоза	Локализация аневризм				
	ВСА(кав)	СМА	ПМА-ПСА	Развилка БА	ЗНМА
Экстра-интракраниальные анастомозы					
ЭИКМА	ПВА-СМА	ПВА-СМА	ПВА-ПМА	ПВА-ЗМА ПВА-ВМА	ЗА-ЗНМА
Широкопросветный анастомоз	НСА- ВСА(супр) НСА-СМА	НСА-СМА	НСА-ПМА	НСА-ЗМА НСА-ВМА	
Интра-интракраниальные анастомозы					
Анастомоз <i>in situ</i>		СМА-СМА	ПМА-ПМА	ЗМА-ВМА	ЗНМА-ЗНМА
Реимплантация		СМА-СМА	ПКА-КМА	ПерВА-ВМА	ПА-ЗНМА
Реанастомозирование		СМА	ПМА		ЗНМА
Анастомозирование со вставочным шунтом	ВСА(кам)- ВСА(супр)	ПМА-СМА	СМА-ПМА ПМА-ПМА	СМА-ЗМА ПА-ВМА	ПА-ЗНМА

Условные обозначения: БА — базилярная артерия, ВСА(кав) — кавернозный отдел ВСА, ВСА(кам) — каменистый отдел ВСА, ВСА(супр) — супраклиноидный отдел ВСА, ВМА — верхняя мозжечковая артерия, ЗА — затылочная артерия, ЗМА — задняя мозговая артерия, ЗНМА — задняя нижняя мозжечковая артерия, КМА — каллезомаргинальная артерия, НСА — наружная сонная артерия, ПА — позвоночная артерия, ПВА — поверхностная височная артерия, ПерВА — передняя височная артерия (ранняя ветвь СМА), ПКА — перикаллезная артерия, ПМА — передняя мозговая артерия, ПСА — передняя соединительная артерия, СМА — средняя мозговая артерия.



обследовании в соматическом статусе патологии не выявлено, в неврологическом статусе отмечалась незначительная общемозговая симптоматика, менингеальных и очаговых симптомов не было. При дигитальной субтракционной церебральной ангиографии выявлена мешотчатая с широкой шейкой аневризма правой каллезомаргинальной артерии на фоне заполнения правой ПМА через ПСА из левого каротидного бассейна (рис. 1). С целью профилактики повторных кровоизлияний принято решение о выключении аневризмы из кровотока открытым способом.

Используя лобный межполушарный доступ, после разделения множественных арахноидальных спаек визуализирована аневризма (12x8 мм) правой каллезомаргинальной артерии (рис. 2). При ревизии аневризмы отмечено, что перикаллезная артерия «припаяна» к мешку аневризмы (рис. 3). Выполнено выделение перикаллезной артерии из

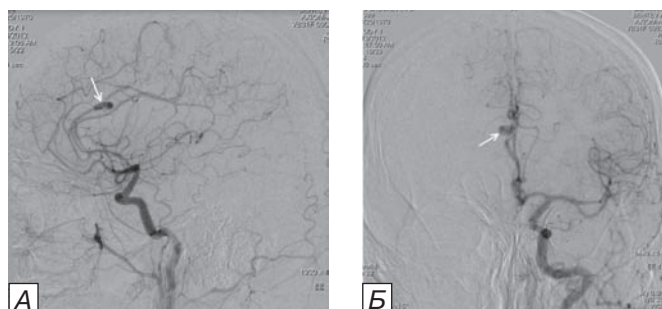


Рис. 1. Ангиограммы больного Ш. с аневризмой правой каллезомаргинальной артерии до операции (правая ПМА заполняется из левого каротидного бассейна через ПСА). А. боковая проекция (аневризма указана стрелкой), Б. прямая проекция (аневризма указана стрелкой).

Fig. 1. The data of preoperative digital subtraction angiography of patient III. with aneurysm of right callosomarginal artery (right ACA is filling from left carotid artery via ACoA). A. lateral projection (aneurysm is shown by arrow), Б. frontal projection (aneurysm is shown by arrow).

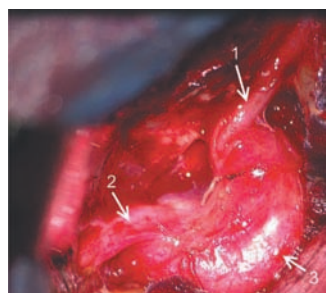


Рис. 2. Аневризма правой каллезомаргинальной артерии. 1. афферентный сегмент артерии, 2. эфферентный сегмент артерии, 3. тело и купол аневризмы.

Fig. 2. The aneurysm of right callosomarginal artery. 1. afferent segment of artery, 2. efferent segment of artery, 3. aneurysmal body and dome.

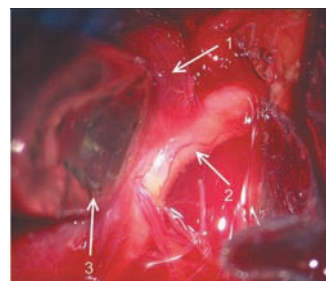


Рис. 3. Правая перикаллезная артерия, «подпаянная» к куполу аневризмы. 1. купол аневризмы, 2. перикаллезная артерия, 3. шпатель, отводящий тело и купол аневризмы.

Fig. 3. The right pericallosal artery is «adhesive» to the aneurysmal dome. 1. aneurysmal dome, 2. pericallosal artery, 3. spatula retracting the aneurysmal body and dome.

спаек (рис. 4). Первоначально планировалось осуществить моделирование просвета каллезомаргинальной артерии с помощью двух клипсов, с этой целью после осуществления временного треппинга аневризмы её мешок был вскрыт и выполнена тромбоинтимиэктомия с частичной резекцией мешка. Однако после пробного наложения двух клипсов с помощью доплерографии отмечено отсутствие кровотока по каллезомаргинальной артерии (рис. 5). Принято решение об иссечении аневризмы с наложением интра-интракраниального анастомоза. Из опасений чрезмерного натяжения несущей артерии решено отказаться от реанастомозирования афферентного и эфферентного сегментов каллезомаргинальной артерии, а выполнить реимплантацию эфферентного конца в перикаллезную артерию. Постоянный клипс наложен на афферентный сегмент непосредственно у его вхождения в аневризму, на эфферентный сегмент наложен временный клипс на расстоянии 5 мм от аневризмы, аневризма отсечена (рис. 6). Выполнена подготовка к реимплантации кончика эфферентного сегмента, двумя временными клипсами изолирован от кровотока подлежащий сегмент перикаллезной артерии длиной около 10—12 мм. После продольной артериотомии длиной до 4 мм изолированного сегмента выполнено формирование анастомоза по типу «конец-в-бок»



Рис. 4. Перикаллезная артерия отделена от купола аневризмы. 1. перикаллезная артерия, 2. шпатель, отводящий тело и купол аневризмы.

Fig. 4. The pericallosal artery is dissected from aneurysmal dome. 1. pericallosal artery, 2. spatula retracting the aneurysmal body and dome.

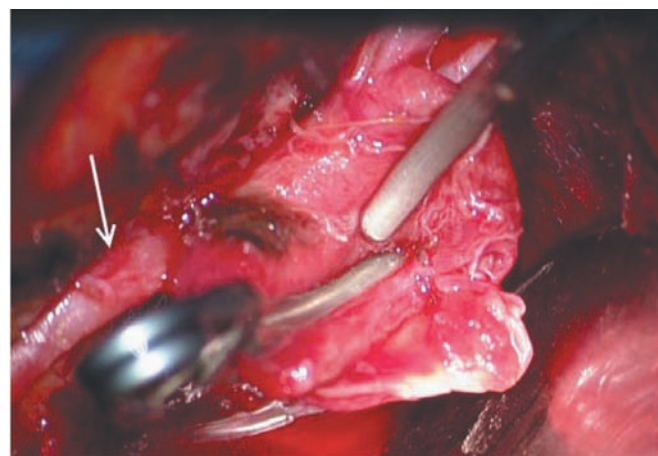


Рис. 5. Попытка моделирования просвета каллезомаргинальной артерии с помощью двух клипсов (эфферентный сегмент каллезомаргинальной артерии указан стрелкой).

Fig. 5. The attempt of modeling of the callosomarginal artery lumen by 2 clips (arrow shows the efferent segment of callosomarginal artery).

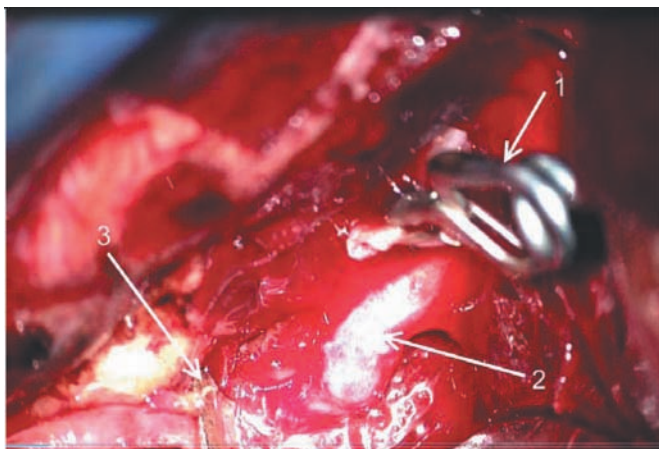


Рис. 6. Аневризма иссечена. 1. постоянный клипс на афферентном сегменте каллезомаргинальной артерии, 2. перикаллезная артерия, 3. временный клипс на эфферентном сегменте.

Fig. 6. The aneurysm is cut-off. 1. the permanent clip on the afferent segment of callosomarginal artery, 2. pericallosal artery, 3. the temporary clip on efferent segment of callosomarginal artery.



Рис. 7. Эфферентный сегмент каллезомаргинальной артерии реимплантирован в перикаллезную артерию. 1. перикаллезная артерия, 2. анастомоз.

Fig. 7. The efferent segment of callosomarginal artery is reimplanted into the pericallosal artery. 1. pericallosal artery, 2. anastomosis.

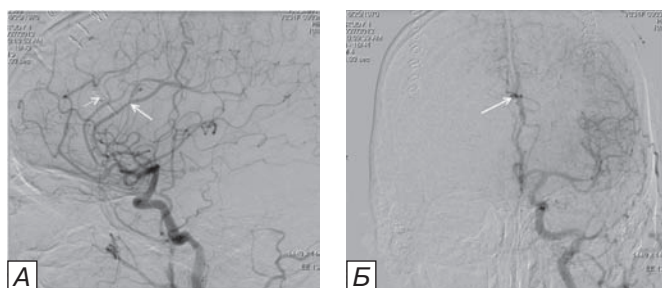


Рис. 8. Ангиограммы пациента Ш. в первые сутки после операции. А. боковая проекция (анастомоз указан сплошной стрелкой, клипс указан пунктирной стрелкой), Б. прямая проекция (анастомоз указан стрелкой)

The data of postoperative digital subtraction angiography of patient Ш. on 1st day after operation. A. lateral projection (the solid arrow shows the anastomosis and the dotted arrow — the permanent clip on callosomarginal artery), Б. frontal projection (arrow shows the anastomosis)

с помощью отдельных швов нейлоном 9-0 (рис. 7). После снятия временных клипсов с помощью доплерографии через анастомоз зафиксирован кровоток магистрального типа с линейной скоростью до 30 см/с.

В послеоперационном периоде пациент получал дезагрегантную терапию (тромбоАСС 100 мг/сут). В первые сутки после операции выполнена контрольная церебральная ангиография, при которой зафиксировано хорошее функционирование анастомоза (рис. 8). Пациент в удовлетворительном состоянии выписан с рекомендациями приема тромбоАСС в указанной дозировке в течение 6 мес.

При выполнении операций по поводу так называемых «сложных» аневризм приоритет всегда должен отдаваться реконструктивному варианту вмешательства. В описанном нами наблюдении невозможность клипирования аневризмы была обусловлена ригидностью патологически измененной сосудистой стенки в области широкой шейки аневризмы, несмотря на выполненную тромбоинтимэктомию. По этой причине пробное клипирование шейки привело к окклюзии несущей артерии. Экстра-интракраниальная реваскуляризация бассейна ПМА предполагает создание чрезмерно длинного и извилистого обходного пути для кровотока, что обуславливает дополнительные технические трудности при наложении анастомоза и высокий риск его тромбоза. В результате было принято решение об иссечении аневризмы и наложении интра-интракраниального анастомоза. При выборе типа интра-интракраниального анастомоза мы отказались от реанастомозирования, опасаясь чрезмерного натяжения анастомозируемых сегментов. Учитывали также и повышенную техническую сложность наложения анастомоза «бок-в-бок» в условиях узкой и глубокой операционной раны, поэтому было решено выполнить реимплантацию эфферентного сегмента каллезомаргинальной артерии в перикаллезную артерию. Отчетливое функционирование анастомоза с одновременным контрастированием артерий-донора и реципиента по данным послеоперационной ангиографии, а также хорошее состояние больного в послеоперационном периоде подтвердили правильность выбранной нами хирургической тактики.

Таким образом, интра-интракраниальная реваскуляризация в некоторых клинических ситуациях может стать методом выбора в лечении пациентов со «сложными» аневризмами головного мозга.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Крылов Владимир Викторович* — руководитель научного отделения нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, зав. кафедрой нейрохирургии и нейрореанимации МГМСУ, академик РАМН, проф., доктор мед. наук.

*Нахабин Олег Юрьевич* — врач-нейрохирург отделения неотложной нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского.

*Винокуров Алексей Георгиевич* — старший научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, канд. мед. наук.

*Полунина Наталья Алексеевна* — врач-нейрохирург отделения неотложной нейрохирургии



НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, канд. мед. наук; e-mail: npolunina82@mail.ru

Лукьянчиков Виктор Александрович — врач-нейрохирург отделения неотложной нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, канд. мед. наук.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лазарев В.А. Профилактика и хирургическая коррекция ишемии мозга у больных с гигантскими аневризмами / В.А. Лазарев, М.В. Чурилов // Конструктивная сосудистая хирургия: материалы III рабочего совещания. — Рига: РМИ, 1989. — С.101–102.
2. Сербиненко Ф.А. Окклюзия баллоном мешотчатых аневризм головного мозга / Ф.А. Сербиненко // Вопросы нейрохирургии. — 1978. — №4. — С.8–15.
3. Успешное наложение экстренного широкопросветного экстра-интракраниального анастомоза у больной с гигантской аневризмой офтальмического сегмента внутренней сонной артерии / В.В. Крылов, О.Ю. Нахабин, В.А. Лукьянчиков [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. — 2011. — Т. III. — №4. — С. 44 — 51.
4. Успешное хирургическое лечение гигантской интраквернозной артериальной аневризмы с применением широкопросветного экстра-интракраниального аутовенозного шунта в условиях системной гипотермии / В.И. Матвеев, А.В. Глушенко, В.М. Ланецкая [и др.] // Нейрохирургия. — 2009. — №3. — С. 57 — 63.
5. Abdulrauf S.I. EC-IC bypass for giant ICA aneurysms / Abdulrauf S.I. // Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery/ S.I. Abdulrauf. — Philadelphia: Elsevier, 2011. — P.231–245.
6. Amin-Hanjani S. Is extracranial-intracranial bypass surgery effective in certain patients? / S. Amin-Hanjani, F.T. Charbel // Neurosurg Clin N Am. — 2008. — Vol.19. — №3. — P.477–487.
7. Cerebral bypasses for complex aneurysms and tumors: long-term results and graft management strategies / D. Ramanathan, N. Temkin, L.J. Kim [et al.] // Neurosurgery. — 2012. — Vol.70. — №6. — P.1442–1457.
8. Cerebral revascularization for ischemia, aneurysms, and cranial base tumors / L.N. Sekhar, S.K. Natarajan, R.G. Ellenbogen, B. Ghodke // Neurosurgery. — 2008. — Vol.62. — №6. — Suppl.3. — P.1373–1410.
9. Dandy W.E. Intracranial aneurysm of the internal carotid artery cured by operation / W.E. Dandy // Ann Surg. — 1938. — Vol.107. — №5. — P.654–659.
10. Emergency extra-intracranial bypass surgery in the treatment of cerebral aneurysms / N. Krayenbahl, N. Khan, E. Gesnulis [et al.] // Acta Neurochir Suppl. — 2008. — Vol.103. — P.93–101.
11. Guglielmi G. Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach: Part 2 — preliminary clinical experience / G. Guglielmi, F. Vicuella, J. Dion, G. Duckwiler // J Neurosurg. — 1991. — Vol.75. — №1. — P.8–14.
12. Hanel R.A. Surgical treatment of complex intracranial aneurysms / R.A. Hanel, R.F. Spetzler // Neurosurgery. — 2008. — Vol.62. — №6. — Suppl. 3. — P.1289–1299.
13. Jho D.H. Bypass surgery for complex MCA aneurysms / D.H. Jho, G.P. Dunn, C.S. Ogilvy // Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery/ S.I. Abdulrauf. — Philadelphia: Elsevier, 2011. — P.251–264.
14. Lawton M. IC-IC bypasses for complex brain aneurysms / M. Lawton, N. Sanai // Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery/ S.I. Abdulrauf. — Philadelphia: Elsevier, 2011. — P.129–144.
15. Mehdorn H.M. Cerebral revascularization by EC-IC bypass — present status / H.M. Mehdorn // Acta Neurochir Suppl. — 2008. — Vol.103. — P.73–77.
16. Pandey A.S. Cerebral bypass in the treatment of ACA aneurysms / Pandey A.S., Thompson B.G. // Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery/ S.I. Abdulrauf. — Philadelphia: Elsevier, 2011. — P.247–250.
17. Peerless S.J. Extracranial-intracranial (EC/IC) bypass in the treatment of giant intracranial aneurysms / S.J. Peerless, G.G. Ferguson, C.G. Drake // Neurosurg Rev. — 1982. — Vol.5. — №3. — P.77–81.
18. Revascularization for complex intracranial aneurysms / D.L. Surdell, Z.A. Hage, C.S. Eddleman [et al.] // Neurosurg Focus. — 2008. — Vol.24. — №2. — E.21.
19. Sanai N. Bypass surgery for complex brain aneurysms: an assessment of intracranial-intracranial bypass / N. Sanai, Z. Zador, M.T. Lawton // Neurosurgery. — 2009. — Vol.65. — №4. — P.670–683.
20. Spetzler R.F. Elective extracranial-intracranial arterial bypass in the treatment of inoperable giant aneurysms of the internal carotid artery / R.F. Spetzler, H. Shuster, R.A. Roski // J Neurosurg. — 1980. — Vol.53. — №1. — P.22–27.
21. Sundt T.M. Surgical approach to giant intracranial aneurysms. Operative experience with 80 cases / T.M. Jr. Sundt, D.G. Piepgras // J Neurosurg. — 1979. — Vol.51. — №6. — P.731–742.
22. Superficial temporal and occipital artery bypass pedicles to superior, anterior inferior, and posterior inferior cerebellar arteries for vertebrobasilar insufficiency / J.I. Ausman, F.G. Diaz, D.F. Vacca, B. Sadasivan // J Neurosurg. — 1990. — Vol.72. — №4. — P.554–558.
23. Surgical revascularization of the posterior circulation / L.N. Sekhar, D. Ramanathan, L. Kim L [et al.] // Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery / S.I. Abdulrauf. — Philadelphia: Elsevier, 2011. — P.271–289.
24. The state of the art in cerebral bypasses: side-to-side in situ PICA-PICA bypass / M. Korja, L. Kivipelto, J. Hernesniemi // Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery / S.I. Abdulrauf. — Philadelphia: Elsevier, 2011. — P.113–117.
25. Yasargil M.G. Anastomosis between superficial temporal artery and a branch of the middle cerebral artery / M.G. Yasargil // Microsurgery applied to neurosurgery/ M.G. Yasargil. — Stuttgart: Georg Thieme Verlag. — 1969. — P.105–115.