

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-2-100-112>

# Альтернативное среднепоточное шунтирование сосудов головного мозга с использованием дистальных ветвей наружной сонной артерии у пациентов со сложными аневризмами (клиническое наблюдение и обзор литературы)

Контакты:  
Евгений Дмитриевич  
Григорьевский  
[grigorevskiyed@gmail.com](mailto:grigorevskiyed@gmail.com)

В.А. Лукьянчиков<sup>1,2,3</sup>, Т.А. Шатохин<sup>1,2,3</sup>, Е.Д. Григорьевский<sup>1,2</sup>, М.С. Староверов<sup>3,4</sup>, И.М. Шетова<sup>1</sup>, З.А. Кулов<sup>1</sup>, Н.А. Супонева<sup>1</sup>, М.Ю. Максимова<sup>1</sup>, Ю.В. Рябинкина<sup>1</sup>, Р.В. Полищук<sup>1</sup>, Е.А. Головнева<sup>1</sup>, А.А. Косолапов<sup>5</sup>, Н.А. Стариков<sup>5</sup>, В.В. Крылов<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Научный центр неврологии»; Россия, 125367 Москва, Волоколамское шоссе, 80;

<sup>2</sup>ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 129090 Москва, Большая Сухаревская пл., 3;

<sup>3</sup>ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1;

<sup>4</sup>ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» Федерального медико-биологического агентства России; Россия, 117513 Москва, ул. Островитянова, 1, стр. 10;

<sup>5</sup>ГБУ Рязанской области «Областная клиническая больница»; Россия, 390039 Рязань, ул. Интернациональная, 3а

**Введение.** Лечение сложных аневризм головного мозга представляет большие трудности. Имеется большой арсенал внутрисосудистых методик для исключения из кровотока сложных аневризм головного мозга: внутрисосудистая эмболизация микроспиральями, установка потокоперенаправляющих стентов, баллонная ангиопластика и стентирование экстра- и интракраниальных сегментов магистральных артерий головного мозга. При этом микрохирургическое лечение аневризм головного мозга не потеряло своей актуальности и остается наиболее радикальным способом лечения. Однако простое клипирование или реконструкция стенки сложной аневризмы не всегда возможны. В таких случаях применяют треппинг несущей аневризму артерии и реваскуляризацию необходимого бассейна.

**Цель работы** – представить клинические наблюдения двух пациентов со сложными интракраниальными аневризмами без возможности эндоваскулярного вмешательства, которым был выполнен треппинг несущей артерии и альтернативное среднепоточное обходное шунтирование; сделать обзор литературы по ключевым аспектам данной темы.

**Клиническое наблюдение.** Представлены клинические наблюдения двух пациентов, оперированных по поводу сложных интракраниальных аневризм. У первого выявлена сложная фузиформно-мешотчатая аневризма левой средней мозговой артерии (СМА), с отходящим от фузиформного купола лобным М2-сегментом левой СМА; у второго – гигантская мешотчатая аневризма супраклиноидного сегмента левой внутренней сонной артерии и задняя полная трифуркация слева. Эндоваскулярное вмешательство не представлялось возможным. Выполнен треппинг несущей артерии и наложение среднепоточного обходного шунтирования с использованием дистальных ветвей наружной сонной артерии (НСА). Применялась интраоперационная безрамная нейронавигация.

**Заключение.** Использование конечных ветвей НСА (верхнечелюстной артерии и проксимальной части поверхностной височной артерии) расширяет возможности при выполнении реваскуляризирующих вмешательств на головном мозге в тех случаях, когда требуется выполнение низко- или среднепоточного экстра-интракраниального шунтирования. Относительно редкое использование этих артерий в практике и немногочисленные публикации об этих видах шунтирования требуют тщательного отбора пациентов с предоперационной оценкой брахиоцефальных артерий и гемодинамических параметров.

**Ключевые слова:** сложные аневризмы, интракраниальные аневризмы, хирургическая реваскуляризация головного мозга, экстра-интракраниальное шунтирование, наружная сонная артерия, безрамная нейронавигация

**Для цитирования:** Лукьянчиков В.А., Шатохин Т.А., Григорьевский Е.Д. и др. Альтернативное среднепоточное шунтирование сосудов головного мозга с использованием дистальных ветвей наружной сонной артерии у пациентов со сложными аневризмами (клиническое наблюдение и обзор литературы) 2025;27(2):100–112.

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-2-100-112>

## Alternative middle-flow extracranial-intracranial cerebral bypass using distal branches of the external carotid artery in patients with complex cerebral aneurysms (clinical cases and literature review)

V.A. Lukyanchikov<sup>1,2,3</sup>, T.A. Shatokhin<sup>1,2,3</sup>, E.D. Grigorevskii<sup>1,2</sup>, M.S. Staroverov<sup>3,4</sup>, I.M. Shetova<sup>1</sup>, Z.A. Kulov<sup>1</sup>, N.A. Suponeva<sup>1</sup>, M.Yu. Maksimova<sup>1</sup>, Yu.V. Ryabinkina<sup>1</sup>, R.V. Polishchuk<sup>1</sup>, E.A. Golovneva<sup>1</sup>, A.A. Kosolapov<sup>5</sup>, N.A. Starikov<sup>5</sup>, V.V. Krylov<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Research Center of Neurology; 80 Volokolamskoe Hwy, Moscow 125367, Russia;

<sup>2</sup>N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department; 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia;

<sup>3</sup>The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov; 1 Ostrovityanova St., Moscow 117997, Russia

<sup>4</sup>Federal Brain and Neurotechnology Center, Federal Medical and Biological Agency of Russia; Bld. 10, 1 Ostrovityanova St., Moscow 117513, Russia;

<sup>5</sup>State budget institution of the Ryazan region Regional Clinical Hospital; 3a Internatsionalnaya St., Ryazan 390039, Russia

Contacts: Evgenii Dmitrievich Grigorevskii [grigorevskiyed@gmail.com](mailto:grigorevskiyed@gmail.com)

**Background.** The treatment of complex cerebral aneurysms is still remained the great challenge for neurosurgeons. There is a large choice of intravascular techniques for excluding the complex cerebral aneurysms from the blood flow: endovascular embolization with microcoils, usage of flow-diverting stents, balloon angioplasty and stenting of extra- and intracranial segments of the main cerebral arteries. At the same time, the microsurgical treatment of cerebral aneurysms has not lost its relevance and remains the most radical method of treatment. However, simple clipping or reconstruction of complex aneurysm wall is not always possible. In such cases, trapping of parent artery and revascularization of the required blood supply territory are used.

**Aim.** To present the two clinical cases of patients with complex intracranial aneurysms without the possibility of endovascular treatment, who underwent parent artery trapping and alternative middle flow extracranial-intracranial (EC-IC) bypass as well as to conduct the literature review concerning the key aspects of this topic.

**Clinical cases.** This article presents two patients operated on for complex intracranial aneurysms. The first patient had a complex fusiform-saccular aneurysm of the left middle cerebral artery (MCA) with a frontal M2 segment of the left MCA extending from the fusiform dome; the second patient had a giant saccular aneurysm of the supraclinoid segment of the left internal carotid artery (ICA) and a complete posterior trifurcation on the left. Endovascular treatment was considered as impossible. The trapping of the parent artery and performing of middle-flow EC-IC bypass using the distal branches of the external carotid artery (ECA) were conducted. Intraoperative frameless neuronavigation was used. **Conclusion.** The use of terminal branches of the ECA (maxillary artery and proximal part of superficial temporal artery) expands the possibilities of cerebral revascularization performing in cases where low- or middle-flow EC-IC bypasses are required. The relatively rare use of these arteries in practice and few publications about these types of bypasses require careful selection of patients with preoperative assessment of the brachiocephalic arteries and hemodynamic parameters.

**Keywords:** complex aneurysms, intracranial aneurysms, surgical cerebral revascularization, extracranial-intracranial bypass, external carotid artery, frameless neuronavigation

**For citation:** Lukyanchikov V.A., Shatokhin T.A., Grigorevskii E.D. et al. Alternative middle-flow extracranial-intracranial cerebral bypass using distal branches of the external carotid artery in patients with complex cerebral aneurysms (clinical cases and literature review). *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2025;27(2):100–112. (In Russ., In Engl.).

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-2-100-112>

### ВВЕДЕНИЕ

Лечение сложных аневризм головного мозга представляет большие трудности. Развитие эндоваскулярной хирургии позволило значительно расширить объем помощи пациентам с «неклипируемыми» аневризмами сосудов головного мозга. Для выключения из кровотока сложных церебральных аневризм в настоящее время используется большой арсенал внутрисосудистых методик: внутрисосудистая эмболизация микроспиралями, установка потокоперенаправляющих стентов, баллонная ангиопластика и стентирование экстра- и интракраниальных сегментов магистральных артерий головного мозга. Наряду с этими методиками микрохирургическое лечение аневризм головного мозга не потеряло своей актуальности и остается наиболее

радикальным способом лечения [1, 2]. Однако выполнение простого клипирования или реконструкции стенки сложной аневризмы не всегда возможно. В таких случаях применяют треппинг артерии, несущей аневризму, и ревазуляризацию необходимого бассейна. Наиболее распространенными видами заместительного шунтирования сосудов головного мозга служит классическое высокопоточное экстра-интракраниальное шунтирование с использованием наружной сонной артерии (НСА) в качестве артерии-донора, а также низкопоточное экстра-интракраниальное шунтирование с использованием ветвей поверхностной височной артерии (ПВА) (в том числе двустольное шунтирование, когда одновременно используются обе ветви ПВА) [3–6]. В некоторых случаях при необходимости

выполнения экстра-интракраниального шунтирования использование ветвей ПВА не представляется возможным вследствие их гипоплазии, недостаточного диаметра или функциональности (объемный кровоток значительно меньше, чем в артерии-реципиенте) или не может быть достаточным для замещения кровотока. В таких случаях допустимо выполнение альтернативных среднепоточных видов шунтирования с использованием «вспомогательных» артерий-доноров: основного ствола ПВА, верхнечелюстной артерии (ВЧА) и вставочного сосудистого трансплантата.

Цель публикации – представить клинические наблюдения двух пациентов со сложными интракраниальными аневризмами без возможности эндоваскулярного вмешательства, которым был выполнен треппинг несущей артерии и альтернативное среднепоточное обходное шунтирование; сделать обзор литературы по ключевым аспектам данной темы.

### КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ № 1

**Пациент М., 56 лет, обратился (2023 г.) в научно-консультативное отделение ФГБНУ «Научный центр неврологии» (НЦН) с жалобами на периодически возникающие приступы головной боли, преходящую слабость в правых руке и ноге. Из анамнеза известно, что более 20 лет назад при обследовании выявлена небольшая аневризма бифуркации М1-сегмента левой средней мозговой артерии (СМА), не требующая хирургического лечения.**

**Повторное обращение: в 2023 г., когда появились указанные жалобы. В анамнезе артериальная гипертония. При осмотре общее состояние удовлетворительное. Соматический статус без особенностей. Неврологическая**

**симптоматика: транзиторная экстрапиримидная недостаточность.**

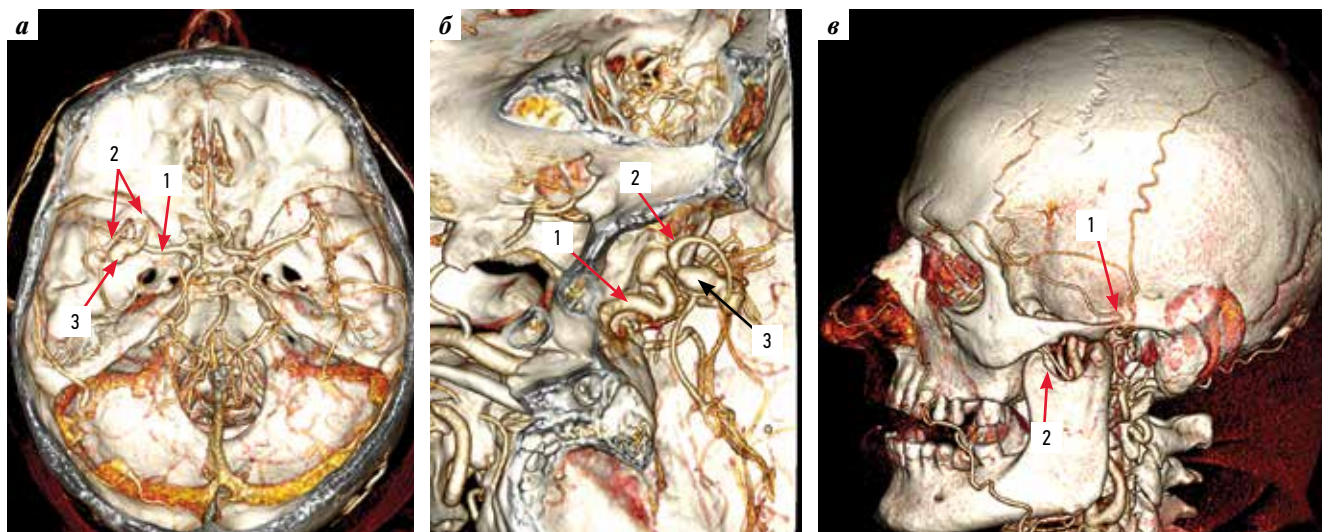
**Диагноз.** По данным КТ-ангиографии интракраниальных артерий выявлена большая аневризма бифуркации М1-сегмента левой СМА, имеющая фузиформно-мешотчатое строение. Фузиформная часть аневризмы диаметром 21 мм распространялась на М2-сегмент (лобную ветвь) левой СМА. Мешотчатый компонент локализовался в области бифуркации М1-сегмента левой СМА, размер купола и шейки – 6 и 7,1 мм соответственно (рис. 1).

Цифровая церебральная ангиография подтвердила наличие сложной фузиформно-мешотчатой аневризмы левой СМА, от фузиформного купола которой отходил лобный М2-сегмент левой СМА (рис. 2).

С учетом значительного увеличения размеров и симптоматики аневризмы рекомендовано хирургическое лечение, после чего пациент был госпитализирован в нейрохирургическое отделение НЦН для планового хирургического лечения.

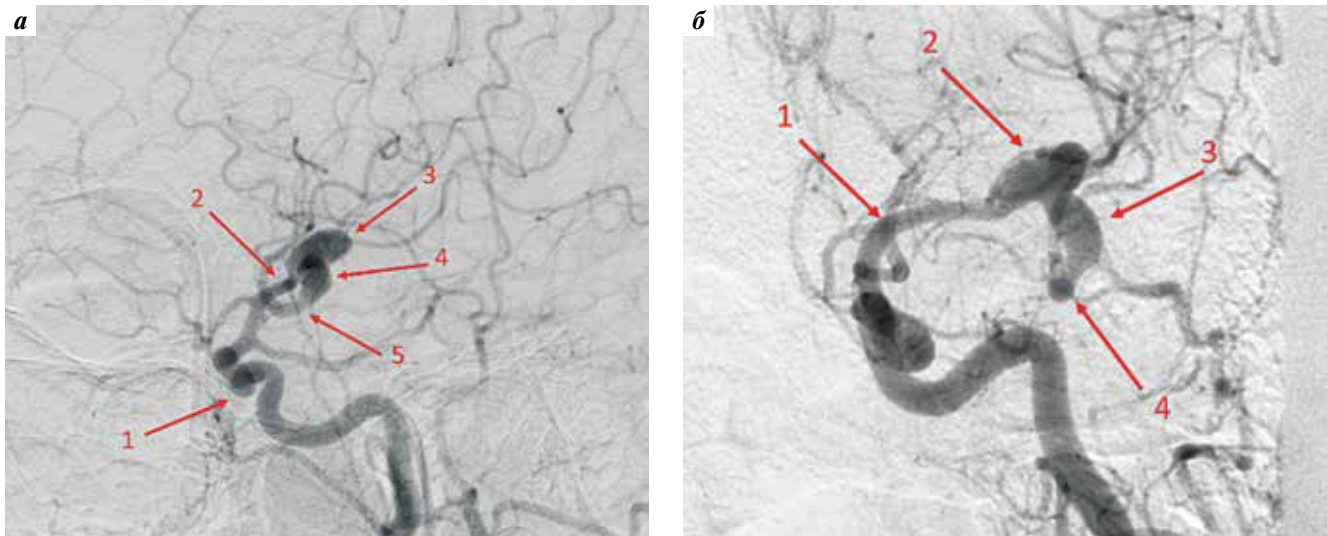
**Планирование и проведение операции.** С учетом фузиформно-мешотчатого характера аневризмы и невозможности проведения эндоваскулярного и реконструктивного вмешательства принято решение выполнить треппинг фузиформной части аневризмы с использованием реваскуляризирующих методик. Предполагалось выполнение реанастомозирования лобного М2-сегмента левой СМА. В качестве донора рассматривали левую ВЧА и ствол ПВА, в качестве сосудистой вставки – лучевую артерию (ЛА).

В условиях общей анестезии укладка пациента на операционном столе на спине, голова жестко



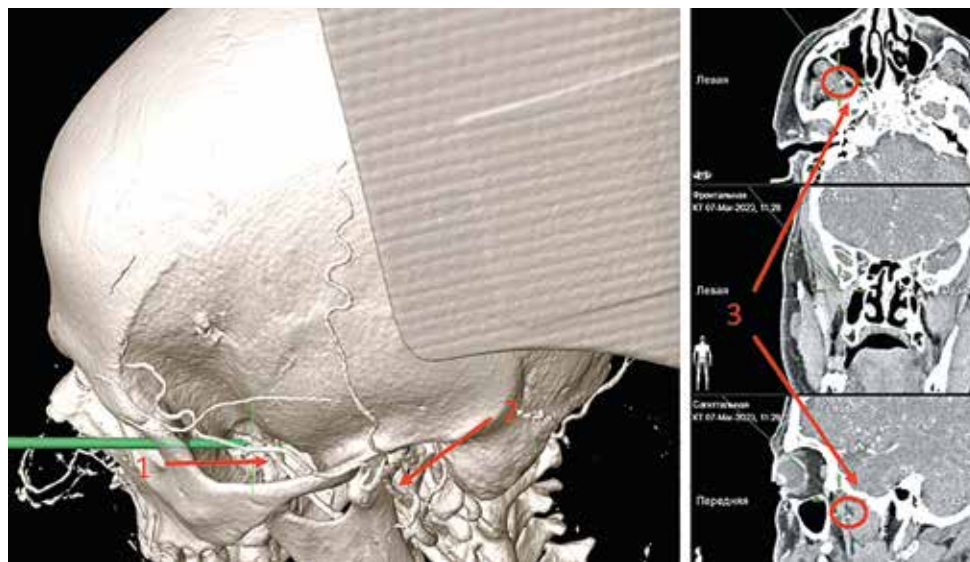
**Рис. 1.** КТ-ангиография до операции, 3D-реформация: а – интракраниальные артерии, аксиальная проекция: 1 – М1-сегмент левой средней мозговой артерии (СМА), 2 – М2-сегменты левой СМА, 3 – мешотчатая часть аневризмы бифуркации левой СМА; б – интракраниальные артерии, сагиттальная проекция: 1 – левая внутренняя сонная артерия, 2 – М2-сегмент (лобная ветвь) левой СМА, 3 – фузиформная часть аневризмы бифуркации левой СМА; в – экстракраниальные артерии: 1 – ствол поверхностной височной артерии, 2 – верхнечелюстная артерия

**Fig. 1.** CT angiography before surgery, 3D reconstruction: а – intracranial arteries, axial view: 1 – M1 segment of the left middle cerebral artery (MCA), 2 – M2 segments of the left MCA, 3 – saccular part of the aneurysm of the left MCA bifurcation; б – intracranial arteries, sagittal view: 1 – left internal carotid artery, 2 – M2 segment (frontal branch) of the left MCA, 3 – fusiform part of the aneurysm of the left MCA bifurcation; в – extracranial arteries: 1 – trunk of the superficial temporal artery, 2 – maxillary artery



**Рис. 2.** Дигитальная церебральная ангиография: а – сагиттальная проекция: 1 – левая внутренняя сонная артерия (СМА), 2 – М1-сегмент левой средней мозговой артерии (СМА), 3 – мешотчатая часть аневризмы бифуркации левой СМА, 4 – фузиформная часть аневризмы бифуркации левой СМА, 5 – М2-сегмент СМА; б – коронарная проекция: 1 – М1-сегмент левой СМА, 2 – мешотчатая часть аневризмы бифуркации левой СМА, 3 – фузиформная часть аневризмы бифуркации левой СМА, 4 – лобная ветвь М2-сегмента левой СМА

**Fig. 2.** Digital cerebral angiography: а – sagittal view: 1 – left internal carotid artery, 2 – M1 segment of the left middle cerebral artery (MCA), 3 – saccular part of the aneurysm of the left MCA bifurcation, 4 – fusiform part of the aneurysm of the left MCA bifurcation, 5 – M2 segment of the MCA; б – coronal view: 1 – M1 segment of the left MCA, 2 – saccular part of the aneurysm of the left MCA bifurcation, 3 – fusiform part of the aneurysm of the left MCA bifurcation, 4 – frontal branch of the M2 segment of the left MCA



**Рис. 3.** Интраоперационная безрамная нейронавигация: 1 – верхнечелюстная артерия (ВЧА); 2 – ствол поверхностной височной артерии; 3 – ВЧА

**Fig. 3.** Intraoperative frameless neuronavigation: 1 – maxillary artery (MA); 2 – trunk of the superficial temporal artery; 3 – MA

фиксирована в трехточечной скобе с поворотом на 45° вправо. Выполнена предоперационная разметка возможных артерий-доноров и реципиентов с помощью безрамной нейронавигации (рис. 3).

Ввиду низкого расположения ВЧА (см. рис. 3) и технического неудобства ее использования решено использовать ствол ПВА (см. рис. 1в). Во время операции проводили интраоперационный нейрофизиологический мониторинг (ИОНМ) с целью регистрации вызванных моторных ответов (ВМО) от мышц правых верхней и нижней конеч-

ностей в ответ на транскраниальную электрическую стимуляцию коры головного мозга.

Сделан разрез мягких тканей в левой лобно-височной области и выделена ПВА до ее деления на конечные ветви. Выполнена птериональная краниотомия, твердая мозговая оболочка вскрыта дугообразно, отвернута к основанию черепа. Проведена диссекция боковой щели головного мозга, поэтапно визуализированы левая внутренняя сонная артерия (ВСА), М1-сегмент левой СМА, аневризма и М2-сегменты левой СМА. Аневризма

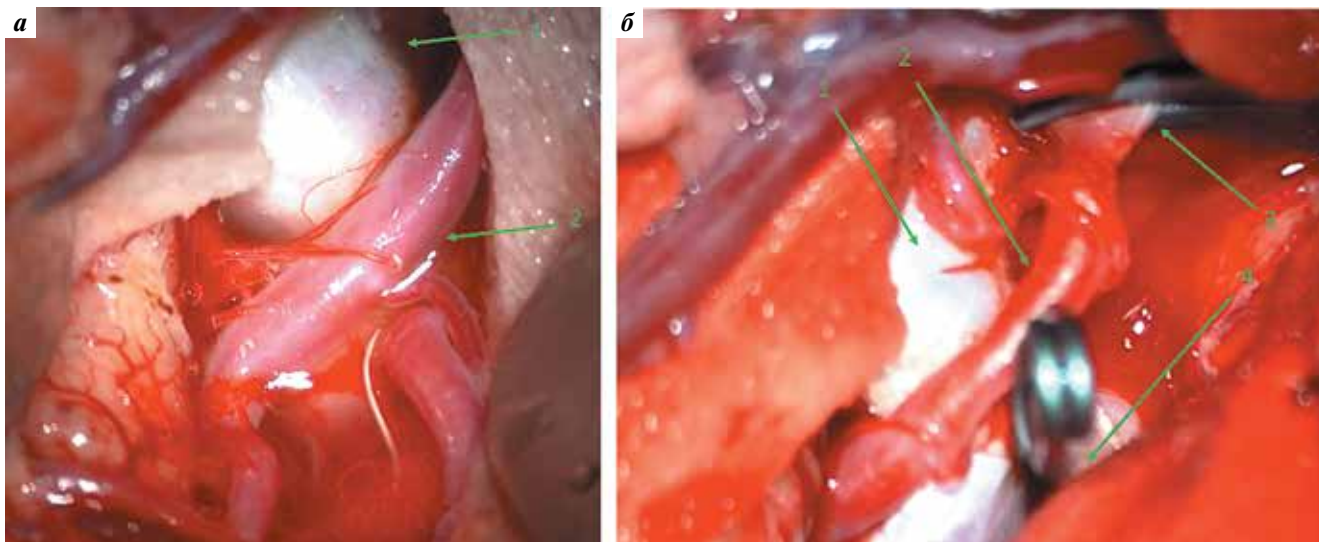


Рис. 4. Интраоперационные фотографии: до вмешательства (а) и при выполнении треппинга (б): 1 – аневризма; 2 – M2-сегмент средней мозговой артерии (СМА); 3 – дистальный треппинг СМА; 4 – проксимальный треппинг СМА

Fig. 4. Intraoperative images: before the intervention (a) and during trapping (b): 1 – aneurysm; 2 – M2 segment of the middle cerebral artery (MCA); 3 – distal trapping of the MCA; 4 – proximal trapping of the MCA



Рис. 5. Интраоперационная ICG-ангиография. а – интраоперационный вид после наложения аневризматических клипс: 1 – анастомоз между стволом поверхностной височной артерии (ПВА) и M2-сегментом средней мозговой артерии (СМА), 2 – дистальный треппинг СМА, 3 – проксимальный треппинг СМА, 4 – M2-сегмент средней мозговой артерии СМА; б – интраоперационная ангиография (ICG): 1 – анастомоз между стволом ПВА и M2-сегментом СМА, 2 – M2-сегмент СМА; в – подсчет скорости кровотока (ICG FLOW): 1 – графт поверхностной височной артерии; 2 – анастомоз между стволом ПВА и M2-сегментом СМА; 3 – M2-сегмент СМА

Fig. 5. Intraoperative ICG angiography. a – intraoperative view after placement of aneurysmal clips: 1 – anastomosis between the superficial temporal artery (STA) trunk and the M2 segment of the middle cerebral artery (MCA), 2 – distal trapping of the MCA, 3 – proximal trapping of the MCA, 4 – M2 segment of the middle cerebral artery MCA; б – intraoperative angiography (ICG): 1 – anastomosis between the STA trunk and the M2 segment of the MCA, 2 – M2 segment of the MCA; в – blood flow velocity calculation (ICG FLOW): 1 – superficial temporal artery graft; 2 – anastomosis between the STA trunk and the M2 segment of the MCA; 3 – M2 segment of the MCA

представляла собой многоугольную неправильную фигуру, от купола которой отходил лобный M2-сегмент левой СМА.

Второй бригадой хирургов сделан забор ЛА, трансплантат промыт раствором гепарина, выполнена его гидродилатация.

После подготовки концов артерии-донора и трансплантата сформирован проксимальный анастомоз шунта по типу «конец в конце» между ПВА и ЛА по методике «двойная рыбасть» (англ. double fish-mouth). Далее выполнен проксимальный треппинг фузиформной аневризмы с сохранением височного M2-сегмента. После дистального треппинга аневризмы лобная ветвь M2-сегмента

СМА отсечена в пределах неизменной артериальной стенки (рис. 4).

Следующим этапом выполнено реанастомозирование между дистальным концом шунта (из ЛА) и M2-сегментом СМА по типу «конец в конце», также по методике «двойная рыбасть». При пуске кровотока отмечено появление отчетливой пульсации по анастомозу. Время пережатия M2-сегмента СМА составило 32 мин. Флюоресцентная ангиография показала отсутствие кровотока в аневризме, проходимость шунта, заполнение лобного M2-сегмента из бассейна ПВА (рис. 5). Линейная скорость кровотока при контактной доплерографии по M2-сегменту СМА составила 25 см/с, по сосудистому

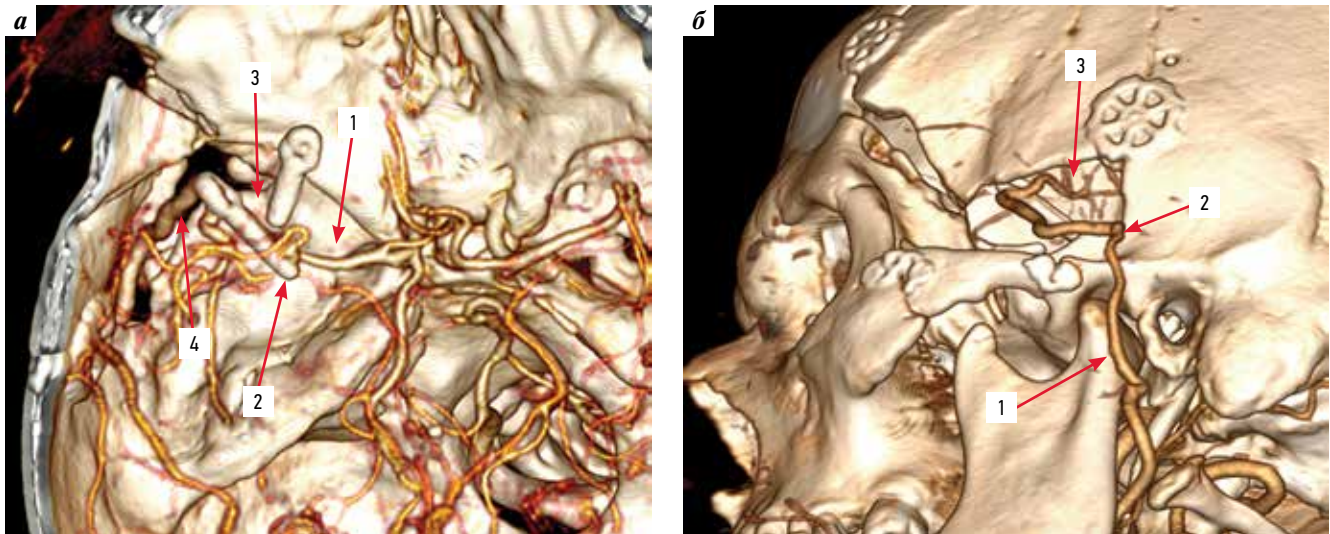


Рис. 6. КТ-ангиография на 1-е сутки после операции, 3D-реконструкция: а – интракраниальные артерии, аневризма выключена из кровотока тотально: 1 – М1-сегмент левой средней мозговой артерии (СМА), 2 – проксимальный клипс треппинга аневризмы, 3 – дистальный клипс треппинга аневризмы, 4 – трансплантат лучевой артерии (ЛА); б – экстракраниальные артерии: 1 – поверхностная височная артерия, 2 – трансплантат ЛА, 3 – М2-сегмент левой СМА

Fig. 6. CT angiography on the 1st postoperative day, 3D reconstruction: а – intracranial arteries, the aneurysm is totally excluded from the blood flow: 1 – M1 segment of the left middle cerebral artery (MCA), 2 – proximal aneurysm trapping clip, 3 – distal aneurysm trapping clip, 4 – radial artery (RA) graft; б – extracranial arteries: 1 – superficial temporal artery, 2 – RA graft, 3 – M2 segment of the left MCA



Рис. 7. Пациент активизирован на 3-и сутки после хирургического лечения  
Fig. 7. The patient was activated on the 3<sup>rd</sup> day after surgical treatment

трансплантату – 20 см/с. ВМО без изменений. Финальный гемостаз с применением местного гемостатического материала Surgicel fibrillar. Проведено послойное ушивание раны.

**Послеоперационный период.** Без осложнений и нарастания неврологической симптоматики. На контрольной КТ-ангиограмме признаков заполнения аневризмы нет, функционирование анастомоза удовлетворительное, заполнение М2-сегмента (лобная ветвь) из бассейна ПВА (рис. 6). Больной активизирован на 3-и сутки после оперативного вмешательства (рис. 7), выписан на 8-е сутки, рана зажила первичным натяжением. Катамнез

прослежен в течение 7 мес – общемозговая и очаговая неврологическая симптоматика регрессировала, пациент вернулся к прежней работе.

#### КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ № 2

**Пациент К., 50 лет,** в течение нескольких месяцев стал отмечать повторные приступы головной боли и нарушение зрения. Консультирован офтальмологом, выявлена верхнеквадрантная правосторонняя гемианопсия.

**Диагноз.** При КТ-ангиографии головного мозга определена гигантская мешотчатая аневризма супраклиноидного сегмента левой ВСА, размером 26 × 17 мм, задняя полная трифуркация слева (рис. 8).

Пациент госпитализирован в нейрохирургическое отделение НЦН. При поступлении состояние пациента удовлетворительное, жалобы прежние. В неврологическом статусе подтверждена правосторонняя гемианопсия.

**Планирование и проведение операции.** Учитывая размер и расположение аневризмы, оказываемый ею масс-эффект, с развитием очаговой неврологической симптоматики – эндоваскулярное выключение аневризмы из кровотока было связано с высоким риском осложнений. Принято решение выполнить треппинг левой ВСА дистальнее передней ворсинчатой артерии с реваскуляризацией бассейна М2-сегмента левой СМА из ВЧА с использованием шунта из ЛА.

Во время операции в условиях общей анестезии использовали ИОНМ с регистрацией ВМО с мышц правых верхней и нижней конечностей в ответ на транскраниальную электрическую стимуляцию коры головного мозга. Положение пациента на спине, голова жестко

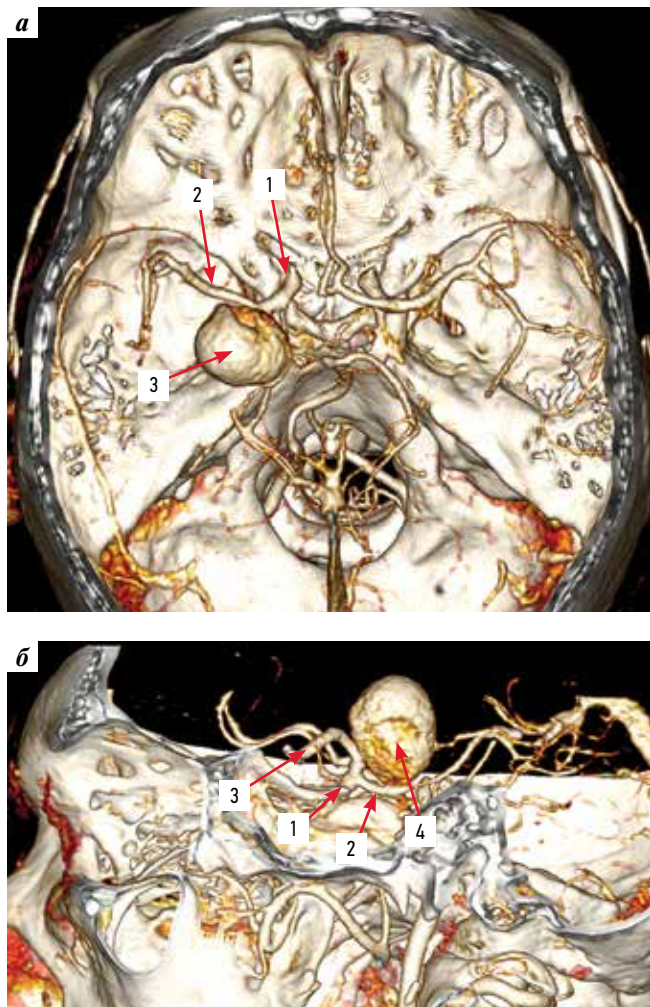


Рис. 8. КТ-ангиография до операции, 3D-реконструкция: а – разомкнутый виллизиев круг, задняя трифуркация слева: 1 – левая внутренняя сонная артерия (ВСА), 2 – левая средняя мозговая артерия (СМА), 3 – купол аневризмы; б – экстра-интракраниальные артерии, сагиттальная проекция: 1 – левая ВСА, 2 – левая ЗСА, 3 – левая СМА, 4 – тело аневризмы

Fig. 8. CT angiography before surgery, 3D reconstruction: a – incomplete circle of Willis, ICA posterior trifurcation on the left: 1 – left internal carotid artery (ICA), 2 – left middle cerebral artery (MCA), 3 – aneurysm dome; б – extra-intracranial arteries, sagittal view: 1 – left ICA, 2 – left PCA, 3 – left MCA, 4 – aneurysm body

фиксирована в трехточечной скобе с поворотом на 45° вправо. С помощью безрамной нейронавигации определено расположение ВЧА, локализация артерии признана доступной (рис. 9).

Выполнен разрез мягких тканей в левой лобно-височной области, осуществлен орбитозигоматический доступ, выделена ВЧА и взята на лигатуры (рис. 10).

После краниотомии произведена диссекция боковой щели, поэтапно визуализированы левая ВСА, гипертрофированная ЗСА, СМА и купол аневризмы. На фоне временного проксимального клипирования ВСА в течение 10 мин аневризма выделена, выявлены множественные перфоранты, исходящие из купола и пришеечной части аневризмы, в т. ч. передняя ворсинчатая артерия (рис. 11).

На фоне временного клипирования отмечалось выраженное снижение ВМО с правых конечностей.

После подготовки концов артерии-донора и артерии-реципиента сформирован проксимальный анастомоз по типу «конец в конец» между ВЧА и трансплантатом ЛА по методике «двойной рыбьей пасти». Следующим этапом выполнено анастомозирование между дистальным концом шунта и МЗ-сегментом СМА по типу «конец в бок». Произведен пуск кровотока, отмечается появление отчетливой пульсации шунта. Время пережатия МЗ-сегмента левой СМА составило 38 мин. Далее выполнен треппинг левой ВСА с сохранением ретроградного кровотока по передней ворсинчатой артерии. При выполнении флюоресцентной ангиографии бассейны левой СМА, передней ворсинчатой артерии заполняются через вставку ЛА, кровоток в аневризме замедлился и приобрел ретроградный, турбулентный характер (рис. 12).

После пуска кровотока отмечено частичное восстановление амплитуды ВМО от мышц правых конечностей. Костные лоскуты фиксированы на место, шунт уложен под скуловую кость. Выполнено послойное ушивание раны.

**Послеоперационный период.** Пациент находился в отделении анестезиологии-реанимации. На 1-е сутки после операции в неврологическом статусе выявлена сенсомоторная афазия, правосторонний гемипарез до 1 балла в руке, до 4 – в ноге, нарушение функции левого глазодвигательного нерва.

Послеоперационный контроль: выполнены КТ головного мозга, КТ-ангиография и КТ-перфузия. Результаты обследования: аневризма тромбирована, определяются тракционные изменения вещества головного мозга в области оперативного вмешательства до 10 см<sup>3</sup>, анастомоз функционирует удовлетворительно и кровоснабжает бассейны левой СМА и левой передней ворсинчатой артерии (рис. 13).

На фоне реабилитационных мероприятий через 30 сут после хирургического вмешательства в состоянии пациента отмечена положительная динамика – регресс речевых и двигательных нарушений (рис. 14).

## ОБСУЖДЕНИЕ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1. Формирование анастомозов: использование ствола поверхностной височной артерии

Использование ствола ПВА в качестве донорской артерии можно подразделить на два вида:

- 1) использование ствола ипсилатеральной ПВА [7–12];
- 2) использование ствола и ветвей контралатеральной ПВА для формирования шунтирования по типу “bonnet” (от фр. – чепец) и “hemi-bonnet” (получепец) [13–25].

**1.1. Использование ствола ипсилатеральной поверхностной височной артерии.** Ствол ПВА можно использовать в качестве артерии-донора, при этом сосудистой вставкой среднепоточного шунта становится ЛА.



Рис. 9. Интраоперационная безрамная нейронавигация: 1 – верхнечелюстная артерия (ВЧА) на 3D-реконструкции; 2 – ВЧА на MPR-реконструкции  
Fig. 9. Intraoperative frameless neuronavigation: 1 – maxillary artery (MA) on 3D reconstruction; 2 – MA on MPR reconstruction

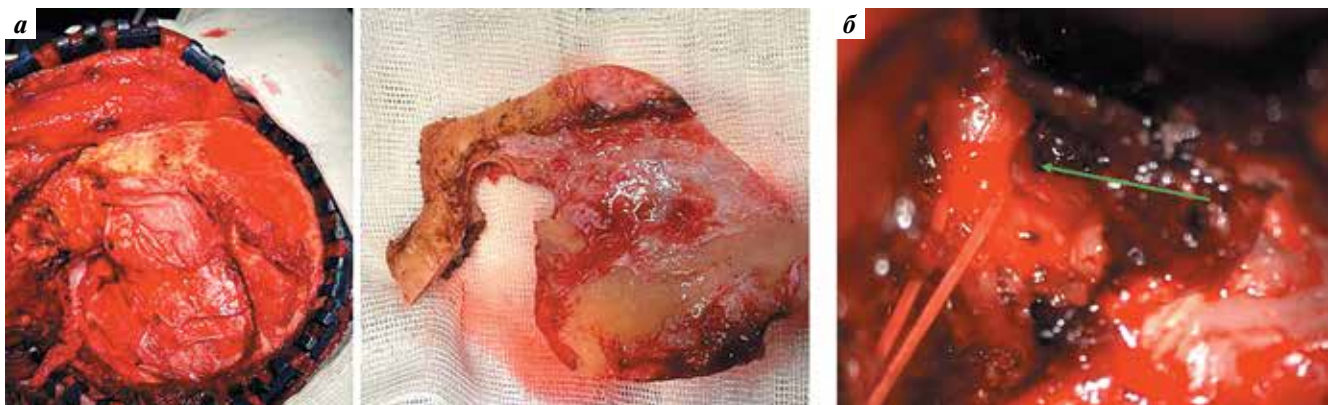


Рис. 10. Интраоперационные фотографии: а – орбитозигматическая краниотомия; б – верхнечелюстная артерия (указана зеленой стрелкой) в подвисочной ямке выделена и взята на лигатуры

Fig. 10. Intraoperative images: а – orbitozygomatic craniotomy; б – the maxillary artery (indicated by the green arrow) in the infratemporal fossa is isolated and taken on ligatures

Данный вид шунтирования выполняется редко [7]. Подобные операции целесообразны в тех случаях, когда создание классического низкопоточного экстраинтракраниального шунтирования невозможно из-за недостаточного размера ветвей ПВА, выраженных атеросклеротических изменений, диссекции. Авторы отмечают, что в послеоперационном периоде, после выполнения данного вида анастомозов параметры гемодинамики схожи с таковыми в случае высокопоточных шунтов, что объясняется динамикой кровотока по законам Пуазейля [11, 12].

**1.2. Формирование шунтирования по типу “bonnet”.** В качестве донора используется ПВА на контралатеральной стороне. Чаще всего такая техника применяется при окклюзии ипсилатеральных общих сонных артерий или НСА либо при необходимости предна-

меренного выключения этих сосудов из кровотока [14, 16, 22]. Оригинальная методика выполнения данного вида шунтирования включает в себя формирование двух анастомозов. Первый анастомоз формируют между контралатеральной ПВА и проксимальным концом шунта. Затем создается костный тоннель в своде черепа, в который позиционируется шунт. Заключительным этапом формируется второй анастомоз между дистальным концом шунта и ветвью СМА (М2-, М3- или М4-сегментами).

**Модификации методики “bonnet”.** В тех случаях, когда вставочный шунт необходим между ПВА и артериями, расположенными в межполушарной щели, возможна модификация методики “bonnet” [23–25]. Методика “hemi-bonnet” применима при аневризматических поражениях ПМА, когда формируют дистальный

анастомоз с перикаллезными артериями. Создание дистального анастомоза по этой методике обычно происходит по типу «конец в конец» либо «конец в бок».

При другой модификации методики шунтирования “bopnet” используют ПВА при наличии в ней достаточного ретроградного кровотока из контралатеральной ПВА через развитую сеть коллатералей. В таком случае ПВА на стороне поражения используют в качестве артерии-донора. На первом этапе оценивают ретроградный кровоток во время проведения церебральной субтракционной дигитальной ангиографии,

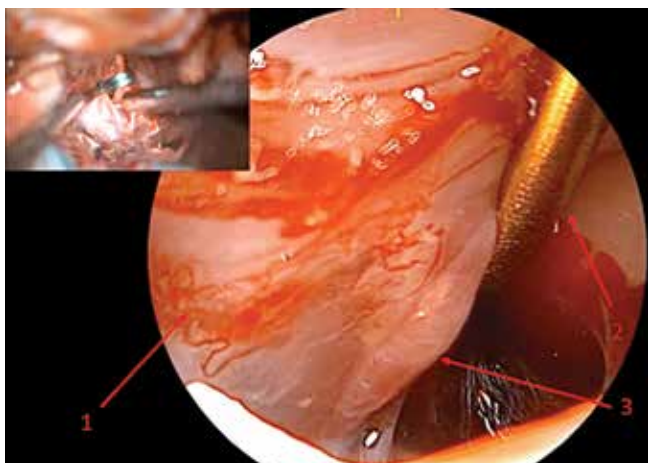


Рис. 11. Видеоэндоскопический контроль (интраоперационная фотография): 1 – внутренняя сонная артерия; 2 – аневризматический титановый клипс; 3 – передняя ворсинчатая артерия. Выполнен забор лучевой артерии, трансплантат промыт раствором гепарина, выполнена его гидродилатация

Fig. 11. Videoendoscopic control (intraoperative image): 1 – internal carotid artery; 2 – aneurysmal titanic clip; 3 – anterior choroid artery. The radial artery was harvested, the graft was flushed with heparin solution, and the water distension technique was performed

инфракрасной ангиографии, интраоперационных флоуметрии и доплерографии. Далее выделяют ипсилатеральную ПВА, пересекают ее проксимальнее бифуркации и выполняют анастомоз с ветвью СМА.

## 2. Использование верхнечелюстной артерии

Впервые данную методику как альтернативу классическому высокопоточному шунтированию предложил S. Abdulrauf (2011 г.). Из преимуществ автор выделил два – отсутствие необходимости формировать коллотомию и выделять сонную артерию; наименьшую длину графта, необходимого для выполнения шунтирования [26].

**2.1. Интракраниальное выделение верхнечелюстной артерии.** В традиционном варианте доступ к ВЧА выполняют интракраниально посредством выпиливания дна средней черепной ямки, после чего проводят анастомозирование ВЧА с СМА при помощи вставочного графта [27]. В дальнейшем использование ВЧА получило применение при реваскуляризации вертебробазиллярного бассейна [28, 29].

Для этого, после краниотомии и элевации твердой мозговой оболочки, между клиновидно-чешуйчатым и каменисто-чешуйчатым швами латеральное остистого и овального отверстий идентифицируют латеральный треугольник средней черепной ямки. Доступ к подвисочной ямке посредством указанного треугольника служит ключевым к выделению ВЧА.

**2.2. Экстракраниальное выделение верхнечелюстной артерии.** Другой вариант – доступ и выделение ВЧА в подвисочной ямке экстракраниально. Особенность операции – выделение ВЧА из орбитозигматического (либо трансзигматического) доступа и скелетирование височной и латеральной крыловидной мышц в подвисочной ямке.

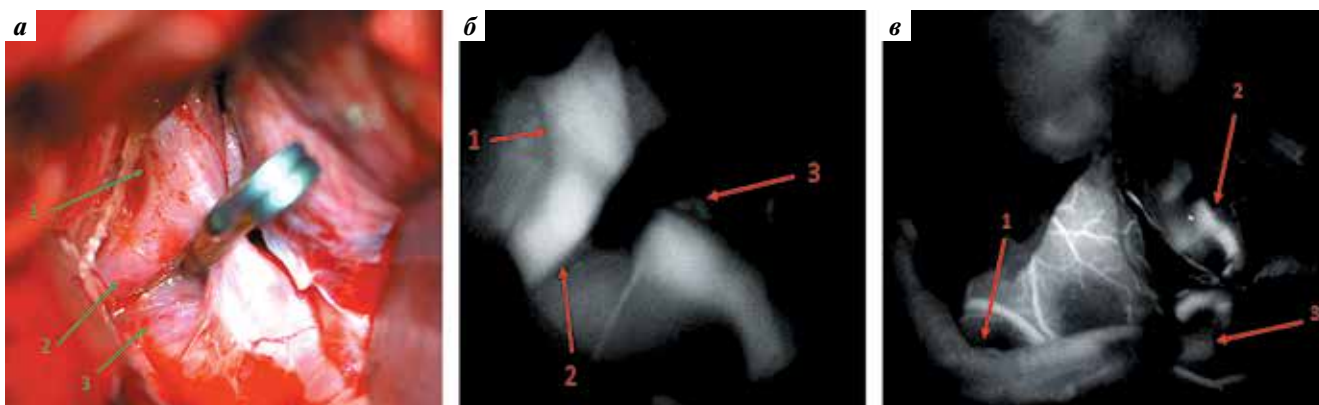
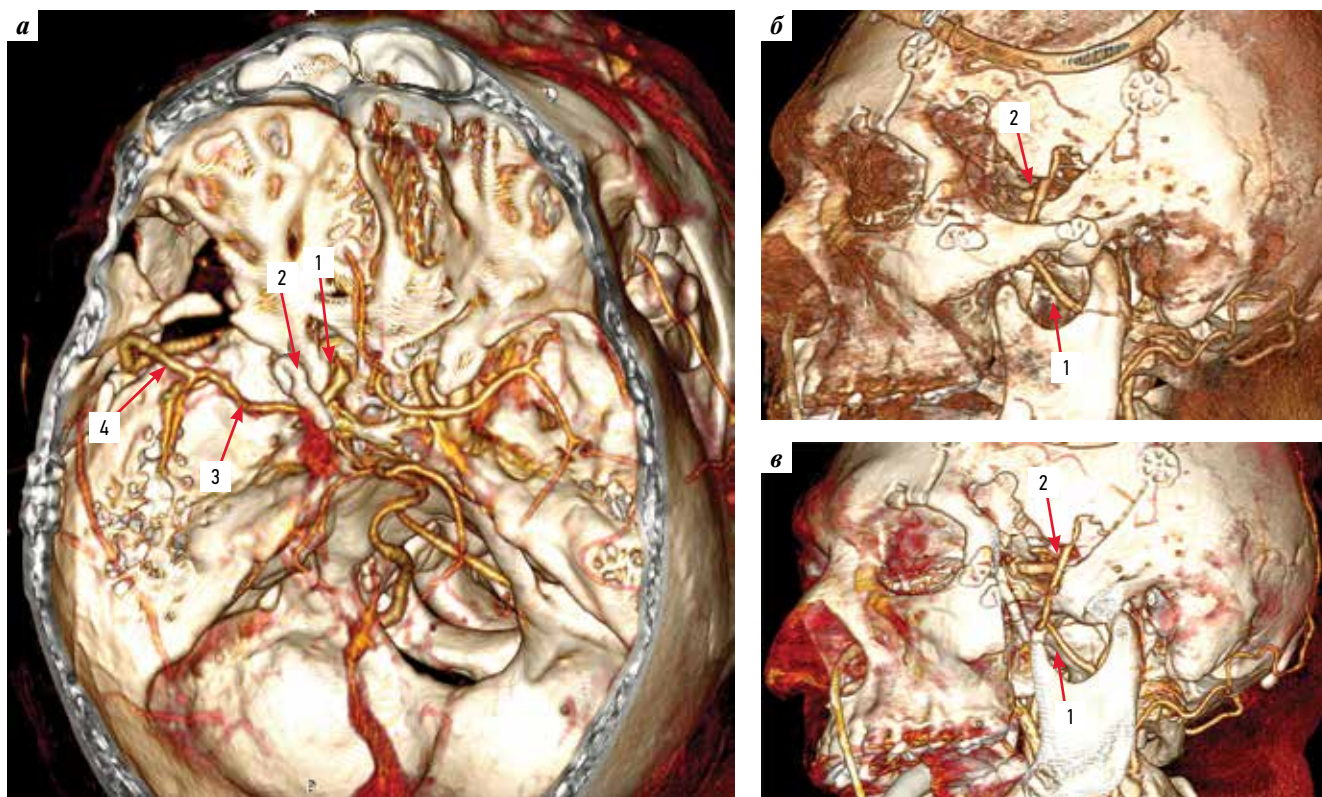


Рис. 12. Интраоперационные фотографии: а – выполнен треппинг внутренней сонной артерии (ВСА) до отхождения передней ворсинчатой артерии: 1 – ВСА, 2 – задняя соединительная артерия, 3 – аневризма; б – интраоперационная ICG-ангиография: 1 – ВСА; 2 – задняя соединительная артерия; 3 – передняя ворсинчатая артерия; в – интраоперационная ICG-ангиография: 1 – шунт из лучевой артерии; 2 – ВСА; 3 – средняя мозговая артерия

Fig. 12. Intraoperative images: а – trapping of the internal carotid artery (ICA) was performed before to the origin of the anterior choroid artery: 1 – ICA, 2 – posterior communicating artery, 3 – aneurysm; б – intraoperative ICG angiography: 1 – ICA; 2 – posterior communicating artery; 3 – anterior choroid artery; в – intraoperative ICG angiography: 1 – graft from the radial artery; 2 – ICA; 3 – middle cerebral artery



**Рис. 13.** КТ-ангиография (1-е сутки после операции), 3D-реформация: а – аневризма выключена из кровотока, визуализируется заполнение бассейна левой средней мозговой артерии (СМА) из шунта лучевой артерии (ЛА): 1 – левая внутренняя сонная артерия (ВСА), 2 – треппинг левой ВСА, 3 – левая СМА, 4 – шунт из ЛА; б – экстракраниальные артерии: 1 – верхнечелюстная артерия (ВЧА), 2 – шунт из ЛА; в – скуловая кость виртуально удалена: 1 – ВЧА, 2 – шунт из ЛА

**Fig. 13.** CT angiography (1st postoperative day), 3D reconstruction: а – the aneurysm was excluded from the blood flow, the left middle cerebral artery (MCA) territory was filled via the radial artery (RA) bypass: 1 – left internal carotid artery (ICA), 2 – trapping of the left ICA, 3 – left MCA, 4 – RA graft; б – extracranial arteries: 1 – maxillary artery (MA), 2 – RA graft; в – the zygomatic bone is virtually removed: 1 – MA, 2 – RA graft



**Рис. 14.** Пациент активизирован, полностью себя обслуживает (7 мес после хирургического лечения)

**Fig. 14.** The patient was activated and nowadays he fully takes care of himself (7 months after surgical treatment)

Тщательное предоперационное планирование и использование нейронавигации служат залогом успешной верификации ВЧА.

Анатомическое сравнение двух вариантов доступа к ВЧА – экстракраниального (через подвисочную ямку) и интракраниального (через среднюю височную ямку) – показало, что преимущества первого связаны с более простой диссекцией артерии и отсутствием необходимости выпиливать дно средней черепной ямки [30].

В 2020 г. I. Peto et al. описали альтернативную методику экстракраниального выделения ВЧА в области крыловидно-верхнечелюстной щели, в проекции которой проходит ВЧА. Выполняется диссекция височной мышцы с последующей скуловой остеотомией. Далее, после пальпаторной идентификации задней стенки верхней челюсти, необходимо провести диссекцию каудально до обнаружения крыловидно-верхнечелюстной щели, а затем – идентификацию ВЧА [31].

Указанные способы имеют некоторые недостатки, связанные со сложностью поиска, выделения ВЧА, технической сложностью анастомозирования артерий и неполным использованием ресурса объемного кровотока ВЧА (вследствие разделения кровотока при формировании анастомоза по типу «конец в бок»).

В работе [32] нами предложен способ выделения устья ВЧА из предушного доступа, который обеспечивает следующие преимущества (в отличие от перечисленных выше других способов): полное перенаправление кровотока из НСА посредством анастомозирования артерий по типу «конец в конец»; средняя длина графта (12–14 см); формирование проксимального анастомоза на небольшой глубине, сопоставимой с глубиной операционного поля при анастомозировании артерий в области бифуркации общей сонной артерии.

### 3. Интраоперационный нейрофизиологический нейромониторинг

Один из основных факторов, влияющих на исходы лечения, — церебральная ишемия, вызванная временным клипированием во время хирургии аневризм головного мозга. Одним из методов интраоперационного контроля перфузии ткани головного мозга служит ИОНМ. В 2021 г. F. Zhang et al. показали, что проведение электрофизиологического мониторинга во время операции клипирования церебральной аневризмы способствует благоприятному прогнозу при развитии

послеоперационной ишемии головного мозга. Установлено, что быстрая реакция хирурга на изменение электрофизиологических показателей может предотвратить развитие неврологических нарушений, обусловленных церебральной ишемией [33].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование конечных ветвей наружной сонной артерии (верхнечелюстной артерии и проксимальной части поверхностной височной артерии) расширяет возможности нейрохирургов при выполнении ревазуляризирующих вмешательств на головном мозге в случаях, когда требуется выполнение низко- и среднепоточного экстра-интракраниального шунтирования. Несмотря на практическую ценность, относительно редкая частота использования верхнечелюстной артерии и ствола поверхностной височной артерии в практике и ограниченная представленность указанных видов шунтирования в литературе требуют тщательного отбора пациентов с предоперационной оценкой брахиоцефальных артерий и гемодинамических параметров.

## Литература | References

1. Mooney M.A., Simon E.D., Brigeman S. et al. Long-term results of middle cerebral artery aneurysm clipping in the Barrow Ruptured Aneurysm Trial. *J Neurosurg* 2019;130(3):895–901. DOI: 10.3171/2017.10.JNS172183
2. Шатохин Т.А., Белоконов О.С., Елисеев В.В. и др. Сравнительная оценка результатов лечения пациентов с разрывом церебральных аневризм в остром периоде субарахноидального кровоизлияния эндovasкулярным и микрохирургическим методами (продолжение российского исследования хирургии аневризм). *Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова* 2023;15(3):134–44. DOI: 10.56618/2071-2693\_2023\_15\_3\_134  
Shatohin T.A., Belokon O.S., Eliseev V.V. et al. A comparative assessment of the results of the treatment of patients with a rupture of cerebral aneurysm in the acute period of subarachnoid hemorrhage with endovascular and microsurgical methods (continued Russian study of aneurysm surgery). *Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A.L. Polenova = Russian neurosurgical journal named after professor A.L. Polenov* 2023;15(3):134–44. (In Russ.). DOI: 10.56618/2071-2693\_2023\_15\_3\_134
3. Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Полунина Н.А. Хирургическая ревазуляризация головного мозга. М.: Приз, 2023. 380 с. Krylov V.V., Lukiyanchikov V.A., Polunina N.A. Surgical revascularization of brain. Moscow: Priz, 2023. 380 p. (In Russ.).
4. Lawton M.T., Lang M.J. The future of open vascular neurosurgery: perspectives on cavernous malformations, AVMs, and bypasses for complex aneurysms. *J Neurosurg* 2019;130(5):1409–25. DOI: 10.3171/2019.1.JNS182156
5. Wessels L., Hecht N., Vajkoczy P. Bypass in neurosurgery—indications and techniques. *Neurosurg Rev* 2019;42(2):389–93. DOI: 10.1007/s10143-018-0966-9
6. Крылов В.В., Полунина Н.А. Хирургия сложных аневризм головного мозга. Под ред. В.В. Крылова. М.: АБВ-пресс, 2019. Krylov V.V., Polunina N.A. Surgery of complex cerebral aneurysms. Ed. by V.V. Krylov. Moscow: ABV-press, 2019. (In Russ.).
7. Ablat A.A., Lawton M.T. The superficial temporal artery trunk-to-M2 middle cerebral artery bypass with short radial artery interposition graft: The forgotten bypass. *World Neurosurg* 2015;83(2):145–6. DOI: 10.1016/j.wneu.2014.08.027
8. Alaraj A., Ashley W.W., Charbel F.T., Amin-Hanjani S. The superficial temporal artery trunk as a donor vessel in cerebral revascularization: Benefits and pitfalls. *Neurosurg Focus* 2008;24(2):E7. DOI: 10.3171/FOC/2008/24/2/E7
9. Kaku Y., Funatsu N., Tsujimoto M. et al. STA-MCA/STA-PCA bypass using short interposition vein graft. *Acta Neurochir Suppl* 2014;119:79–82. DOI: 10.1007/978-3-319-02411-0\_14
10. Kaku Y., Takei H., Miyai M. et al. Surgical treatment of complex cerebral aneurysms using interposition short vein graft. *Acta Neurochir Suppl* 2016;123:65–71. DOI: 10.1007/978-3-319-29887-0\_9
11. Little J.R., Furlan A.J., Bryerton B. Short vein grafts for cerebral revascularization. *J Neurosurg* 1983;59(3):384–8. DOI: 10.3171/jns.1983.59.3.0384
12. Yang K., Ahn J.S., Park J.C. et al. The efficacy of bypass surgery using a short interposition graft for the treatment of intracranial complex aneurysm. *World Neurosurg* 2015;83(2):197–202. DOI: 10.1016/j.wneu.2014.06.008
13. Aso K., Ogasawara K., Kobayashi M., Yoshida K. Arterial bypass surgery using a spontaneously formed “bonnet” superficial temporal artery in a patient with symptomatic common carotid artery occlusion: Case report. *Operative Neurosurgery* 2010;67(3):onsE316–7. DOI: 10.1227/01.NEU.0000383877.00075.B4
14. Deshmukh V.R., Porter R.W., Spetzler R.F. Use of “bonnet” bypass with radial artery interposition graft in a patient with recurrent cranial base carcinoma: Technical report of two cases and review of the literature. *Neurosurgery* 2005;56(suppl\_1):E202. DOI: 10.1227/01.NEU.0000144492.42325.34

15. Garrido E., Freed M.H. Fatal complication of the “bonnet bypass”: Case report. *Neurosurgery* 1983;13(3):320–1. DOI: 10.1097/00006123-198309000-00020
16. Krylov V.V., Lukyanchikov V.A., Dalibaldyan V.A. et al. Use of the “bonnet” bypass in treating a patient with symptomatic occlusion of the ipsilateral carotid arteries. Clinical observation. *Zh Vopr Neurokhir* 2019;83(4):64–73. DOI: 10.17116/neiro20198304164
17. Лукьянчиков В.А., Староверов М.С. Реваскуляризация головного мозга по методике bonnet. *Нейрохирургия* 2019;21(2):85–93. DOI: 10.17650/1683-3295-2019-21-2-85-93  
Lukyanchikov V.A., Staroverov M.S. “Bonnet” bypass in brain revascularisation. *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2019;21(2):85–93. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2019-21-2-85-93
18. Nagm A., Horiuchi T., Hasegawa T., Hongo K. Intraoperative evaluation of reverse bypass using a naturally formed “bonnet” superficial temporal artery: Technical note. *World Neurosurg* 2016;88:603–8. DOI: 10.1016/j.wneu.2015.10.087
19. Otani N., Wada K., Sakakibara F. et al. “Reverse” bypass using a naturally formed “bonnet” superficial temporal artery in symptomatic common carotid artery occlusion: A case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2014;54(10):851–3. DOI: 10.2176/nmc.cr.2013-0214
20. Sanada Y., Kamiyama H., Iwaisako K. et al. “Bonnet” bypass to proximal trunk of middle cerebral artery with a radial artery interposition graft: Technical note. *Minim Invasive Neurosurg* 2010;53(04):203–6. DOI: 10.1055/s-0030-1263109
21. Spetzler R.F., Roski R.A., Rhodes R.S., Modic M.T. The “bonnet bypass”: Case report. *J Neurosurg* 1980;53(5):707–9. DOI: 10.3171/jns.1980.53.5.707
22. Zumofen D., Khan N., Roth P. et al. Bonnet bypass in multiple cerebrovascular occlusive disease. *Acta Neurochir Suppl* 2008;103:103–7. DOI: 10.1007/978-3-211-76589-0\_18
23. Kim K., Mizunari T., Mizutani N. et al. Giant intracranial aneurysm of the anterior communicating artery treated by direct surgery using A3–A3 side-to-side anastomosis and A3–RA graft–STA anastomosis. *Acta Neurochir (Wien)* 2006;148(3):353–7. DOI: 10.1007/s00701-005-0685-1
24. Lukyanchikov V.A., Senko I.V., Polunina N.A. et al. Resection of a giant fusiform aneurysm of the pericallosal artery with “hemi-bonnet” bypass procedure (case report and literature review). *Zh Vopr Neurokhir* 2020;84(3):88–95. DOI: 10.17116/neiro20208403188
25. Wada K., Otani N., Toyooka T. et al. Superficial temporal artery to anterior cerebral artery hemi-bonnet bypass using radial artery graft for prevention of complications after surgical treatment of partially thrombosed large/giant anterior cerebral artery aneurysm. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2018;27(12):3505–10. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.08.020
26. Abdulrauf S.I., Sweeney J.M., Mohan Y.S., Palejwala S.K. Short segment internal maxillary artery to middle cerebral artery bypass: A novel technique for extracranial-to-intracranial bypass. *Neurosurgery* 2011;68(3):804–9. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3182093355
27. Akiyama O., Gungör A., Middlebrooks E.H. et al. Microsurgical anatomy of the maxillary artery for extracranial-intracranial bypass in the pterygopalatine segment of the maxillary artery: MA for the EC-IC bypass. *Clin Anat* 2018;31(5):724–33. DOI: 10.1002/ca.22926
28. Shi X., Qian H., K.I. Singh K.C., et al. Bypass of the maxillary to proximal middle cerebral artery or proximal posterior cerebral artery with radial artery graft. *Acta Neurochir* 2011;153(8):1649–55. DOI: 10.1007/s00701-011-1070-x
29. Meybodi T.A., Lawton M.T., Rubio R.R. et al. Internal maxillary artery to upper posterior circulation bypass using a superficial temporal artery graft: Surgical anatomy and feasibility assessment. *World Neurosurg* 2017;107:314–21. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.07.158
30. Li X., Orscelik A., Vigo V. et al. Microsurgical techniques for exposing the internal maxillary artery in cerebral revascularization surgery: A Comparative Cadaver Study. *World Neurosurg* 2020;143:e232–42. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.07.112
31. Peto I., Nouri M., Agazzi S. et al. Pterygo-maxillary fissure as a landmark for localization of internal maxillary artery for use in extracranial-intracranial bypass. *Operative Neurosurg* 2020;19(5):E480–6. DOI: 10.1093/ons/opa177
32. Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Шатохин Т.А. и др. Способ выполнения обходного шунтирования головного мозга с использованием устья верхнечелюстной артерии (анастомоз по типу конец-в-конец). Патент № RU 2781443 C1 от 12.10.2022. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/zjnqxc>  
Krylov V.V., Lukyanchikov V.A., Shatokhin T.A. et al. A method for performing the cerebral extra-intracranial bypass using the maxillary artery orifice (“end-to-end” anastomosis). Patent No. RU 2781443 C1 from 12.10.2022. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/zjnqxc>
33. Zhang F., Tang F., Wang C., Feng Y. ROC curve analysis of electrophysiological monitoring and early warning during intracranial aneurysm clipping. *World Neurosurg* 2021;155:e49–54. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.07.131

**Вклад авторов**

В.А. Лукьянчиков: разработка концепции и дизайна исследования, общее руководство, выполнение операции;  
 Т.А. Шатохин: разработка концепции и дизайна исследования, выполнение операции;  
 Е.Д. Григорьевский: сбор и обработка материала, получение данных для анализа, подготовка иллюстраций, написание статьи, ассистенция на операции;  
 М.С. Староверов: поиск и анализ литературы, написание статьи;  
 И.М. Шетова, Н.А. Супонева, М.Ю. Максимова: научное руководство;  
 З.А. Кулов: анализ и интерпретация данных;  
 Ю.В. Рябинкина, Р.В. Полищук: анестезиологическое обеспечение операции;  
 Е.А. Головнева: нейрофизиологическое обеспечение операции;  
 А.А. Косолапов, Н.А. Стариков: проведение нейрохирургического лечения;  
 В.В. Крылов: разработка концепции, плана и дизайна исследования, научное руководство.

**Authors' contributions**

V.A. Lukyanchikov: research idea and design of the study, overall leadership, surgical operation;  
 T.A. Shatokhin: research idea and design of the study, surgical operation;  
 E.D. Grigorevskii: collection and processing of material, obtaining data for analysis, preparation of illustrations, article writing, surgery assistance;  
 M.S. Staroverov: search and analysis for literary sources, article writing;  
 I.M. Shetova, N.A. Suponeva, M.Yu. Maksimova: scientific leadership;  
 Z.A. Kulov: data analysis and interpretation;  
 Yu.V. Ryabinkina, R.V. Polishchuk: anesthesiological assessment during surgery;  
 E.A. Golovneva: neurophysiological assessment during surgery operation;  
 A.A. Kosolapov, N.A. Starikov: neurosurgical treatment;  
 V.V. Krylov: research idea, plan and design of the study, scientific leadership.

**ORCID авторов / ORCID of authors**

В.А. Лукьянчиков / V.A. Lukyanchikov: <https://orcid.org/0000-0003-4518-9874>  
Т.А. Шатохин / T.A. Shatokhin: <https://orcid.org/0000-0002-2864-9675>  
Е.Д. Григорьевский / E.D. Grigorevskii: <https://orcid.org/0000-0002-1473-9901>  
М.С. Староверов / M.S. Staroverov: <https://orcid.org/0000-0002-7341-797X>  
И.М. Шетова / I.M. Shetova: <https://orcid.org/0000-0001-8975-7875>  
З.А. Кулов / Z.A. Kulov: <https://orcid.org/0009-0009-4955-0234>  
Н.А. Супонева / N.A. Suponeva: <https://orcid.org/0000-0003-3956-6362>  
М.Ю. Максимова / M.Yu. Maksimova: <https://orcid.org/0000-0002-7682-6672>  
Ю.В. Рябинкина / Yu.V. Ryabinkina: <https://orcid.org/0000-0001-8576-9983>  
Р.В. Полищук / R.V. Polishchuk: <https://orcid.org/0000-0003-2850-3999>  
Е.А. Головнева / E.A. Golovneva: <https://orcid.org/0000-0003-3307-8472>  
А.А. Косолапов / A.A. Kosolapov: <https://orcid.org/0000-0001-7593-2353>  
В.В. Крылов / V.V. Krylov: <https://orcid.org/0000-0001-7206-8926>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.  
**Funding.** The work was performed without external funding.

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Пациенты подписали информированное согласие на публикацию своих данных.  
**Compliance with patient rights and principles of bioethics.** The patients signed an informed consent to the publication of their data.

**Статья поступила:** 12.03.2024. **Принята к публикации:** 19.11.2024. **Опубликована онлайн:** 11.06.2025.  
**Article submitted:** 12.03.2024. **Accepted for publication:** 19.11.2024. **Published online:** 11.06.2025.

**Surgicel®** – стерильный местный рассасывающийся гемостатический монокомпонентный материал на основе окисленной регенерированной целлюлозы, выполненный из древесного сырья, что позволяет сохранять достаточную прочность и структуру материала после соприкосновения с кровью для возможного репозиционирования продукта.

**Surgicel® Fibrillar** представлен в виде многослойной волокнистой структуры, позволяющей моделировать размер и форму фрагмента, а также расщипывать материал не менее, чем на 6 слоев для достижения гемостаза на больших поверхностях.

Содержание карбоксильных групп в гемостатических материалах **Surgicel®** составляет 18–21 % от массы, что гарантирует биоабсорбируемые и бактерицидные свойства материала.

При контакте материала с кровью создается кислая среда, при которой подавляется рост и развитие основных возбудителей раневой инфекции (являющимися нейтрофилами, согласно классификации микроорганизмов, основанной на кислотности среды). Исчерпывающий список штаммов патогенов подтвержден доказанным бактерицидным эффектом и приведен в инструкции к медицинскому изделию. Среда с pH < 4 является недопустимой для существования большинства бактерий, материал с таким уровнем pH эффективен против большого количества видов бактерий, включая устойчивые к антибиотикам штаммы.

После насыщения гемостатического материала **Surgicel®** кровью он разбухает, превращаясь в коричневатую или черную желатинообразную массу, способствующую образованию тромба. Материал **Surgicel®** рассасывается в течение 7–14 дней с минимальной тканевой реакцией.

**Surgicel®** предназначен для остановки капиллярных, венозных и слабых артериальных кровотечений во многих областях хирургии, в частности, в нейрохирургии, особенно при оперативных вмешательствах на головном мозге.

\*Фибриллар.

Информация для медицинских специалистов.

Изделия, упомянутые в данных материалах, зарегистрированы на территории РФ согласно действующему законодательству.  
РУ № ФСЗ 2011/10822.

TV-ART-08087 ver.1.0