

<https://doi.org/10.17116/neiro20198304164>

Использование «bonnet» bypass у пациента с симптомной окклюзией ипсилатеральных сонных артерий. Клиническое наблюдение

Проф., академик РАН, В.В. КРЫЛОВ^{1,2}, д.м.н. В.А. ЛУКЪЯНЧИКОВ¹, В.А. ДАЛИБАЛДЯН^{1,2}, М.С. СТАРОВЕРОВ^{1*}, З.А. БАРБАКАДЗЕ¹, И.В. ГРИГОРЬЕВ¹, Е.С. РЫЖКОВА¹, Г.К. ГУСЕЙНОВА¹

¹ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия;

²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия

В работе представлено клиническое наблюдение пациента 63 лет с хронической окклюзией общей сонной артерии, внутренней сонной артерии (ВСА) и наружной сонной артерии справа и критическим стенозом левой ВСА, с жалобами на слабость и снижение чувствительности в левых конечностях. Пациенту провели этапную реваскуляризацию головного мозга. Первым этапом выполнили каротидную эндартерэктомию слева, вторым — шунтирование по типу «bonnet», которое заключается в анастомозировании контралатеральной поверхностной височной артерии с ипсилатеральной интракраниальной артерией посредством аутографта. В послеоперационном периоде у пациента регрессировала неврологическая симптоматика. Данное наблюдение демонстрирует возможность использования шунтирования по типу «bonnet» в качестве альтернативного метода реваскуляризации у пациентов с ишемическими нарушениями.

Ключевые слова: «bonnet» bypass, лучевая артерия, окклюзия общей сонной артерии.

Use of the «bonnet» bypass in treating a patient with symptomatic occlusion of the ipsilateral carotid arteries. Clinical observation

V.V. KRYLOV^{1,2}, V.A. LUKYANCHIKOV¹, V.A. DALIBALDYAN^{1,2}, M.S. STAROVEROV^{1*}, Z.A. BARBAKADZE¹, I.V. GRIGORIEV¹, E.S. RYZHKOVA¹, G.K. GUSEYNOVA¹

¹State Budgetary Healthcare Institution N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine Moscow City Health Department, Moscow, Russia;

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the RF Ministry of Health, Moscow, Russia

In this article we present the clinical case of 63 y.o. man with chronic occlusion of the right common, internal, and external carotid arteries, and critical stenosis of the left internal carotid artery, with complaints of muscle weakness and decreased sensitivity of the left limbs. The patient underwent a staged brain revascularization, the left carotid endarterectomy was performed at the first stage and followed by bonnet bypass, which consists in anastomosing the contralateral superficial temporal artery with the ipsilateral intracranial artery by autograft interposition. In the postoperative period, the patient's neurological symptoms regressed. This case demonstrates the possibility of using bonnet bypass as an alternative revascularization method in patients with cerebral blood circulation insufficiency.

Keywords: bonnet bypass, radial artery, common carotid artery occlusion.

Хирургическая реваскуляризация головного мозга имеет полувековую историю начиная с 1967 г., когда М. Yasargil и соавт. [1] выполнили первый микрососудистый анастомоз. За это время пересмотрены показания и подходы к выполнению данного вида вмешательства, расширен спектр нозологий, требующих применения реваскуляризирующих операций, модифицируются методики анастомозов, не прекращается поиск новых артерий-доноров, реципиентов и графтов. Общепринятыми и наиболее доступными вариантами шунтирующих операций являются использование ипсилатеральных артерий головы и шеи и выполнение прямого анастомоза между ними или

использование различных сосудистых трансплантатов. Однако в ряде случаев возможность использования ипсилатеральных артерий в качестве доноров может отсутствовать. Одним из решений в подобной ситуации является применение шунтирования по типу «bonnet» (от фр. «чепчик»), которое впервые было выполнено R. Spetzler и соавт. [2] в 1980 г. Данную методику экстра-интракраниального шунтирования используют при окклюдированных поражениях общей сонной артерии (ОСА), внутренней сонной артерии (ВСА), наружной сонной артерии (НСА) и ее ветвей. Суть методики заключается в создании анастомоза между контралатеральной поверхностной височной

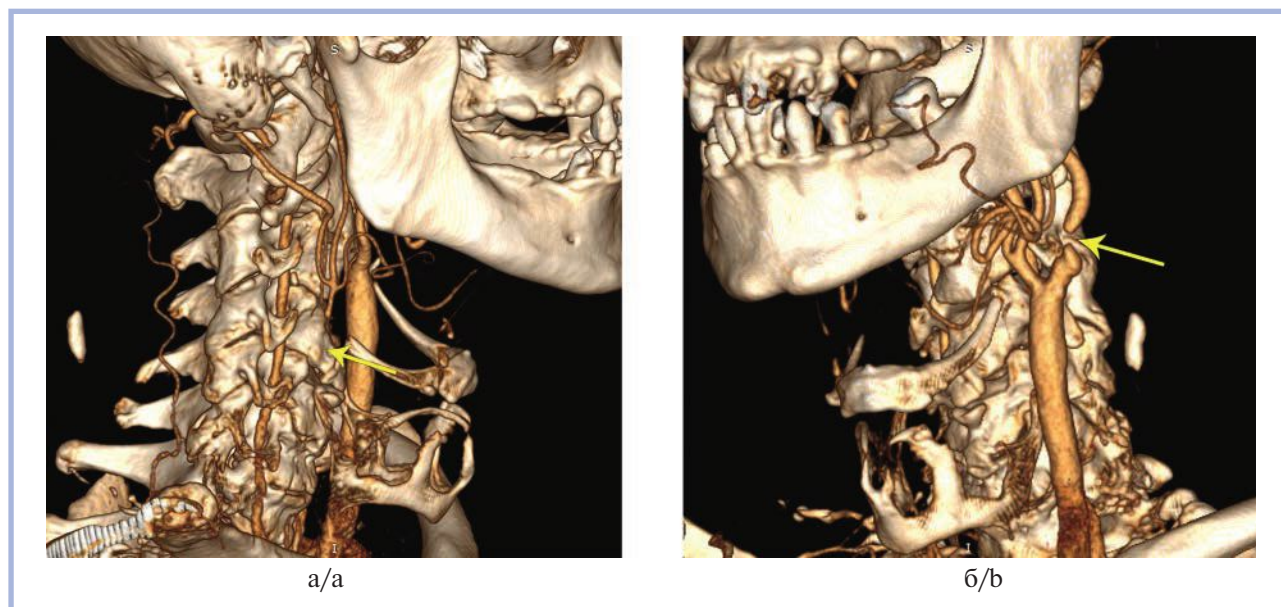


Рис. 1. КТ-ангиография до операции.

а — визуализируется окклюзия правой ОСА, ВСА, НСА (стрелка); б — критический стеноз левой ВСА (стрелка).

Fig. 1. CT angiography scans.

a — occlusion of right common, internal and external carotid arteries (arrow); б — critical left internal carotid artery stenosis.

артерией с ипсилатеральной интракраниальной артерией посредством аутографта. В отечественной литературе мы не нашли описания подобных вмешательств, поэтому представляем собственный опыт выполнения так называемого «bonnet» bypass.

Клиническое наблюдение

Пациент *И.*, 1956 года рождения, поступил в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского с жалобами на слабость и снижение чувствительности в левых конечностях. Из анамнеза известно, что в 2014 г. находился на лечении в неврологическом отделении по поводу ишемического инсульта в бассейне правой средней мозговой артерии (СМА). После выявления симптоматического стеноза правой ВСА пациенту была выполнена каротидная эндартерэктомия (КЭЭ). При контрольном УЗИ правая ОСА, ВСА, НСА были проходимы, пациент выписан с улучшением. В декабре 2018 г. у больного был отмечен эпизод транзиторной ишемической атаки, а затем и малого инсульта в бассейне правой СМА, причиной которых послужил тромбоз ОСА, ВСА и НСА справа (**рис. 1**).

При неврологическом обследовании выявлено снижение мышечной силы до 4 баллов, снижение болевой и температурной чувствительности в левых конечностях. Ходит с тростью. NIHSS — 4 балла, оценка по модифицированной шкале Рэнкина (МШР) — 2, индекс Ривермид — 12 баллов.

При обследовании больного при УЗИ и КТ-ангиографии брахицефальных артерий выявлено отсутствие кровотока по правой ОСА, ВСА, НСА, тром-

ботические массы в просвете артерий, критический стеноз левой ВСА (**см. рис. 1**).

По результатам КТ-перфузии отмечена гипоперфузия правого полушария головного мозга (**рис. 2**).

С учетом клинической картины и полученных инструментальных данных пациенту было решено провести поэтапную реваскуляризацию головного мозга. Первым этапом пациенту была проведена КЭЭ слева. Через 2 нед после выполнения первого вмешательства, в связи с невозможностью использования ипсилатеральной правой поверхностной височной артерии (ПВА) в качестве донора для осуществления классического экстра-интракраниального микрососудистого анастомоза, вторым этапом пациенту было запланировано выполнение «bonnet» bypass.

Предоперационное планирование сопровождалось использованием системы безрамной навигации для определения левой ПВА, сегментов М3 и М4 правой СМА, а также для определения предполагаемой локализации трепанационного окна и моделирования проведения графта в костном канале. После определения ключевых ориентиров хирургического доступа произведено измерение предполагаемой необходимой длины графта сантиметровой линейкой. Длина от планируемого места анастомоза графта и теменной ветви до предполагаемой артерии-реципиента (учитывая глубину расположения артерии +1,5–2,0 см) составила 22–23 см. Полученные данные были сопоставлены с результатами триплексного сканирования правой лучевой артерии, длина которой составила 26,5 см. Учитывая достаточную длину лу-

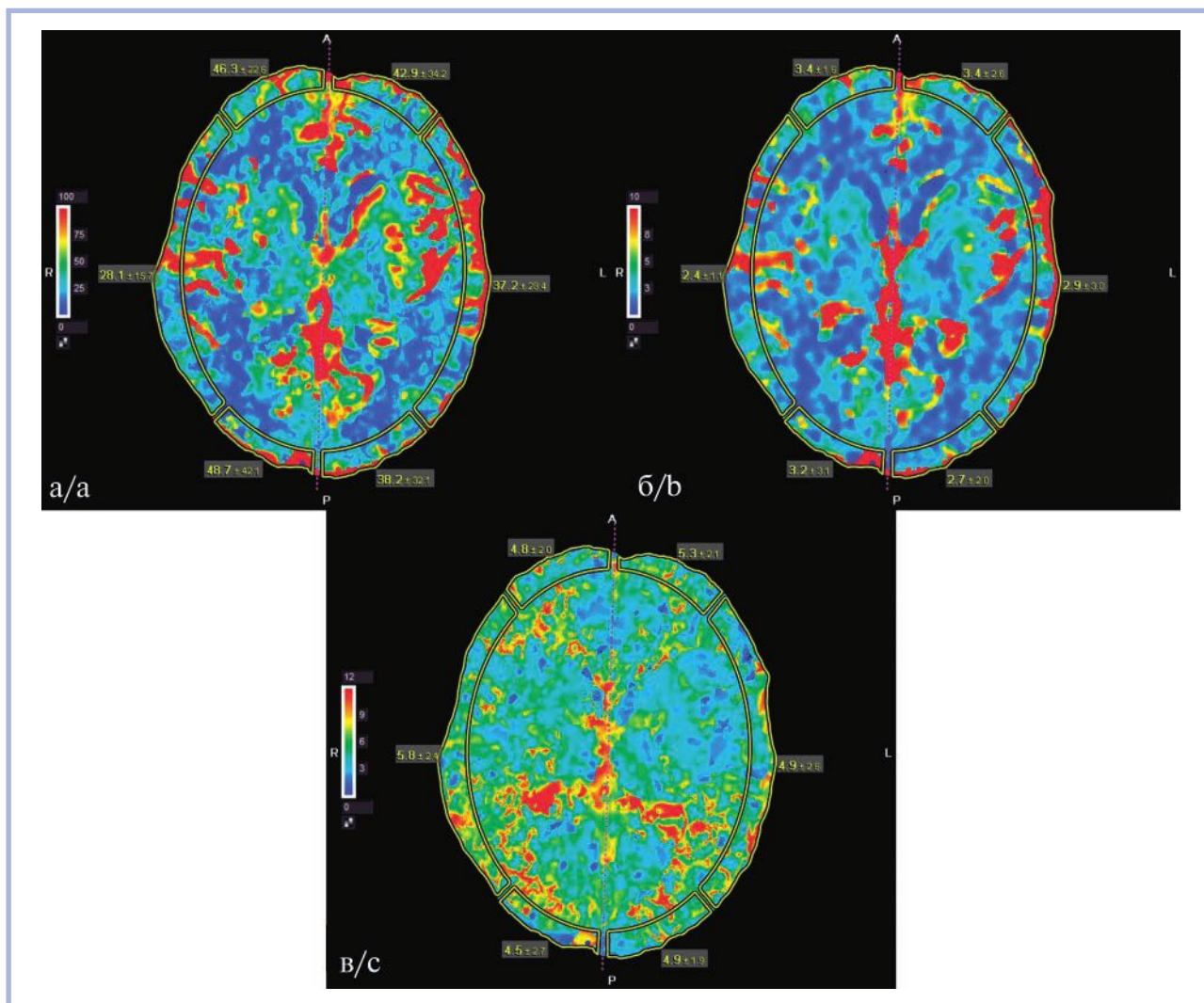


Рис. 2. КТ-перфузия.

а — CBF; б — CBV; в — MTT, отмечается обеднение регионарного кровотока в правом полушарии головного мозга.

Fig. 2. CT-perfusion scan.

а — CBF; б — CBV; в — MTT, hypoperfusion regions are indicated in the right hemisphere.

чевой артерии, было окончательно решено использовать ее в качестве графта (**рис. 3**).

Операцию выполняли две бригады хирургов (основной этап и забор лучевой артерии). Пациенту, в положении лежа на спине, с зафиксированной головой в трехвинтовой скобе Mayfield, выполнен биаурикулярный разрез. В кортикальном слое свода черепа механическим бором произведено формирование костного канала, предназначенного для укладки графта (**рис. 4**). После этого операционный стол был повернут в сторону окклюзированной артерии (вправо), и с левой стороны была выделена теменная ветвь ПВА. Далее после поворота стола влево осуществлена височно-теменная краниотомия справа размером $4,0 \times 6,0$ см², трансильвиевым доступом выделена артерия М3 сегмента правой СМА.

Второй бригадой хирургов одновременно был выполнен забор правой лучевой артерии, осуществлена ее подготовка и гидростатическая дилатация. Далее осуществлено анастомозирование дистального конца выделенного графта с артерией сегмента М3 СМА по типу конец-в-бок, время пережатия реципиента составило 38 мин. Графт был уложен в подготовленный костный канал свода черепа, после чего вновь стол повернули в сторону заинтересованной сонной артерии (вправо). Осуществлено анастомозирование проксимального конца графта с теменной ветвью ПВА по типу конец-в-конец, время пережатия артерий — 17 мин. С целью нивелирования разницы диаметров между графтом и теменной ветвью ПВА анастомоз выполнен с использованием методики «double fish-mouth» (**рис. 5**).



Рис. 3. Предоперационное планирование и разметка хирургического доступа.

а — поиск артерий-доноров и реципиентов; б — трехмерная реконструкция артерий-доноров, реципиентов, графта и трепанационного окна (1 — левая ПВА и ее ветви, 2 — предполагаемый графт, 3 — ветви правой СМА, 4 — предполагаемое трепанационное окно); в — регистрация пациента в навигационной системе, разметка ориентиров на коже.

Fig. 3. Planning and surgical approach marking before operation.

a — searching for donor and recipient arteries; б — 3D reconstruction of the donor and recipient arteries, interpositional graft, trepanation site (1 — left superficial temporal artery (STA) and its branches, 2 — supposed graft, 3 — right middle cerebral artery branches, 4 — supposed trepanation site); в — patient registration in the navigation system, marking of the skin landmarks.

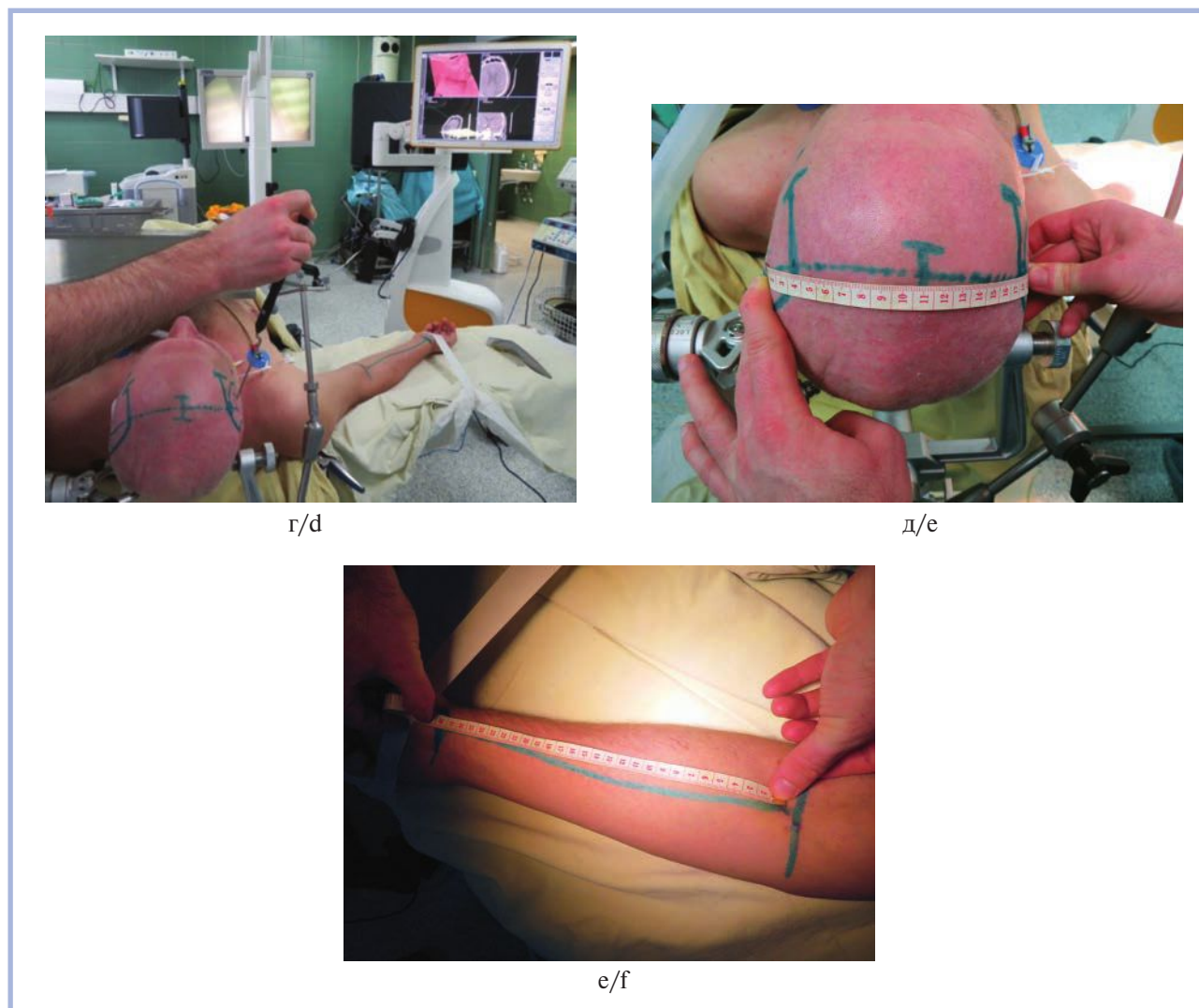


Рис. 3. Предоперационное планирование и разметка хирургического доступа.

г — регистрация пациента в навигационной системе, разметка ориентиров на коже; д — измерение необходимой длины графта; е — измерение длины лучевой артерии на правом предплечье.

Fig. 3. Planning and surgical approach marking before operation.

d — patient registration in the navigation system, marking of the skin landmarks; e — measuring of the required graft length; f — measuring of the radial artery length.

Осуществлен пуск кровотока, отмечена отчетливая пульсация графта, лучевая артерия зафиксирована в сформированном костном канале адгезивной гемостатической губкой. Пройдимость графта подтверждена тестом Акланда, а также данными флоуметрии (объемный кровоток по графту составил 43 мл/мин) (рис. 6). Произведено послойное ушивание раны.

Послеоперационный период протекал без особенностей, пациент проснулся без нарастания очагового неврологического дефицита, активизирован на 2-е сутки, рана зажила первичным натяжением.

По данным контрольной КТ-ангиографии отмечено заполнение графта на всем его протяжении, объемный кровоток по шунту в послеоперационном периоде составил 64 мл/мин (7-е сутки после операции) (рис. 7).

По результатам контрольной КТ-перфузии отмечен прирост показателей перфузии в правом полушарии головного мозга (рис. 8).

Пациент выписан на 10-е сутки после операции. Отмечен значительный регресс неврологического дефицита: ходит без поддержки и трости по коридору, NIHSS — 1 балл, модифицированная шкала Рэнкин — 1, индекс Ривермид — 14 баллов. Даны рекомендации по поводу образа жизни и предохранения графта от компрессии и травм (рис. 9).

Обсуждение

В настоящее время в литературе насчитывается не более 20 наблюдений использования шунтирования по типу «bonnet». В этих наблюдениях основ-

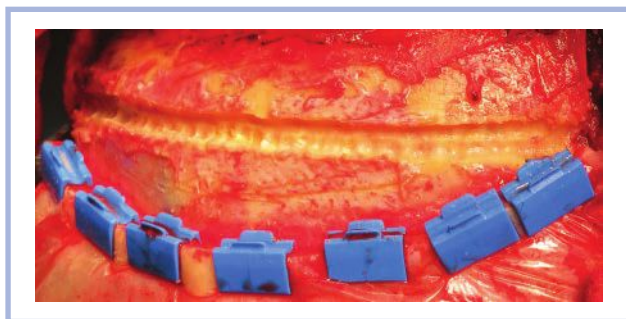


Рис. 4. Интраоперационное фото. Формирование поперечного костного канала в лобной кости для артериального графта.

Fig. 4. Intraoperative photo. Making of the transverse groove for arterial graft in the frontal bone.

ными показаниями к такому типу шунтирования являлись:

- 1) нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу, связанные с хронической окклюзией ОСА, НСА и ВСА [3—7];
- 2) операции ревазуляризации при выключении сложных аневризм из кровотока [8, 9];
- 3) удаление опухолей, требующее выключения магистральных артерий головного мозга [10, 11];
- 4) невозможность формирования подкожного тоннеля для высокопоточного экстра-интракраниального анастомоза, вызванное лучевой терапией или инфекционным процессом на ипсилатеральной стороне [2].

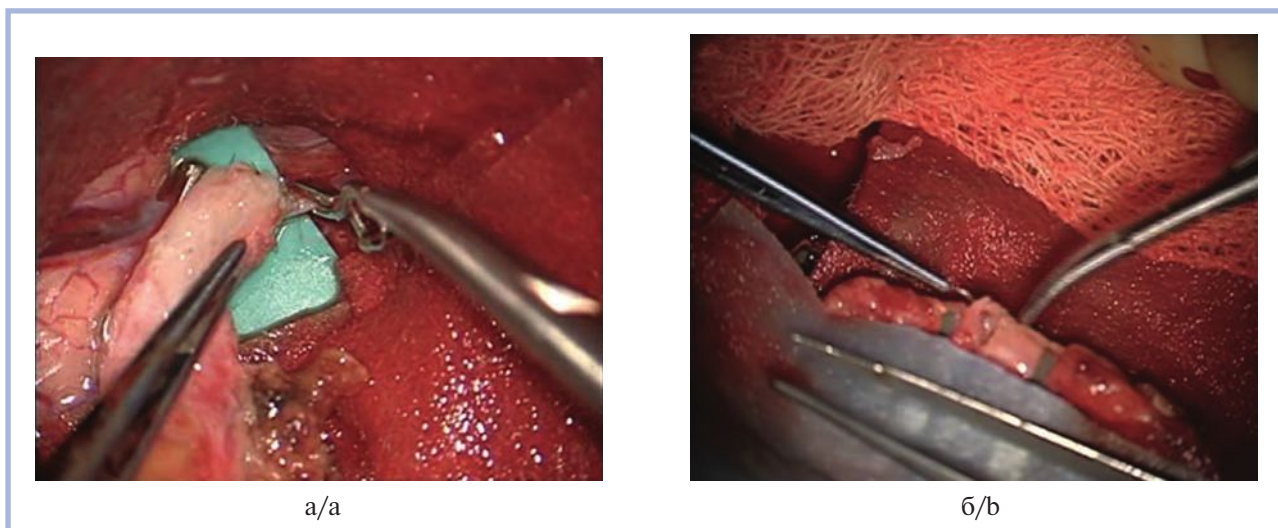


Рис. 5. Интраоперационное фото.

а — наложение дистального анастомоза между сегментом М3 правой СМА и лучевой артерией по типу конец-в-бок; б — выполнение проксимального анастомоза между ПВА и лучевой артерией по типу конец-в-конец.

Fig. 5. Intraoperative photo.

а — end-to-side anastomosing of the M3-segment of MCA with distal end of the radial artery; б — end-to-end anastomosing of the STA with proximal end of the radial artery.

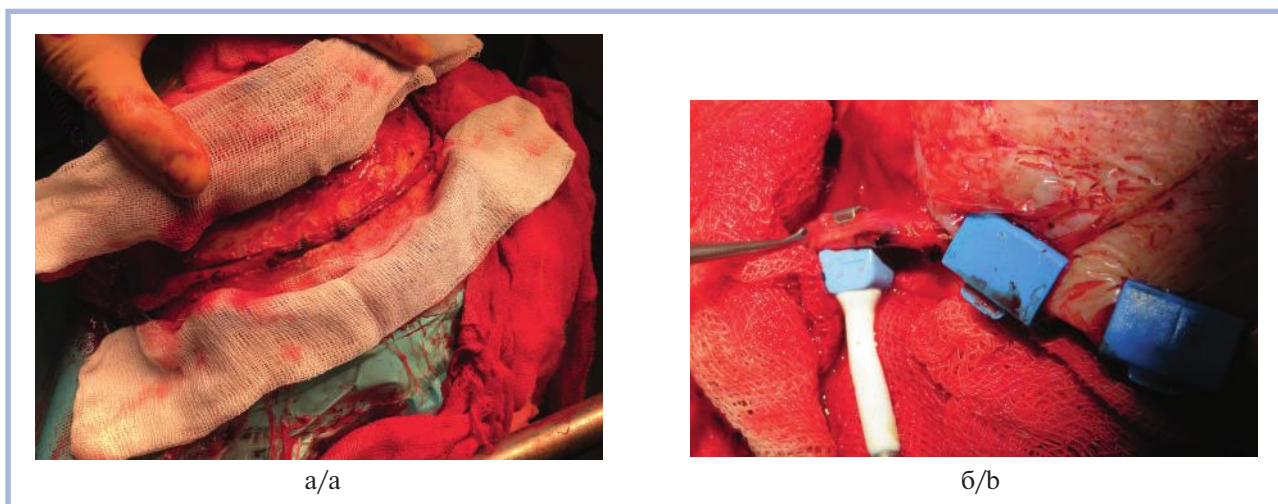


Рис. 6. Интраоперационное фото.

а — визуализируется сформированный шунт (лучевая артерия) в костном канале; б — контрольное измерение объемного кровотока по шунту.

Fig. 6. Intraoperative photo.

а — bypass (radial artery(RA)) in the bone groove; б — flow volume measuring in the graft.

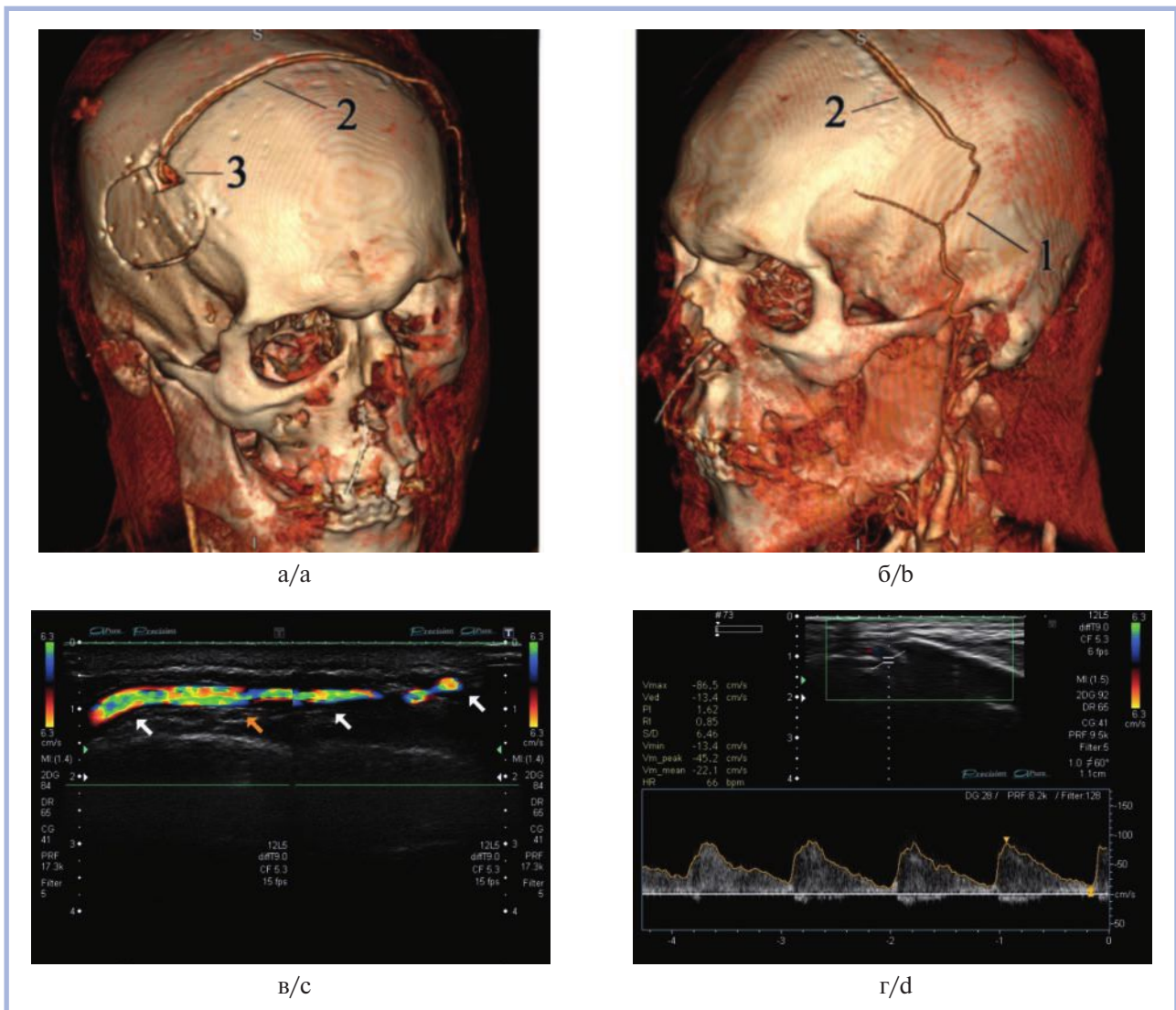


Рис. 7. Контрольные исследования функционирования «bonnet» bypass.

а, б — КТ-ангиография (1 — левая ПВА, 2 — шунт из лучевой артерии, 3 — область трепанации); в, г — УЗИ шунта, визуализируется лучевая артерия в лобной области, отмечается магистральный кровоток по шунту, объемный кровоток 64 мл/мин.

Fig. 7. a, b — CT-angiography (1 — left STA, 2 — RA graft, 3 — trepanation graft); c, d — bypass ultrasound, the RA in the frontal area with flow volume 64 ml/min.

Помимо классического «bonnet»-шунтирования, в литературе описаны разновидности данной методики. При одной из разновидностей (Naturally (Spontaneously) formed «bonnet» STA) используется ипсилатеральная ПВА, в которой определяется ретроградный кровоток, позволяющий использовать ПВА в качестве донора [7, 10, 12]. Другая разновидность методики подразумевает соединение ПВА с одной из перикаллезных артерий посредством аутографта и называется «Nemi-bonnet» [8, 9].

В качестве альтернативных методов реваскуляризации головного мозга в отношении «bonnet» bypass известны также следующие вмешательства.

1. Этапное шунтирование: поперечная артерия шеи — НСА, далее — шунтирование сегмента М4 СМА ветвью ПВА [13].

2. Подключично-сонное протезирование и шунтирование [14, 15].

3. Подключично-сонное шунтирование в качестве первого этапа перед классическим ЭИКМА [16].

4. Высокопоточное шунтирование сегмента М2 СМА из сегмента V3 позвоночной артерии с использованием графта из лучевой артерии [17].

5. Шунтирование сегмента М2 СМА из подключичной артерии с использованием графта из большой подкожной вены ноги [17].

Выбор того или иного метода операции зависит от анатомической целостности бифуркации ОСА и ее ветвей, возможности использования позвоночной артерии в качестве донора, тяжести состояния пациента, его реабилитационного потенциала, хи-

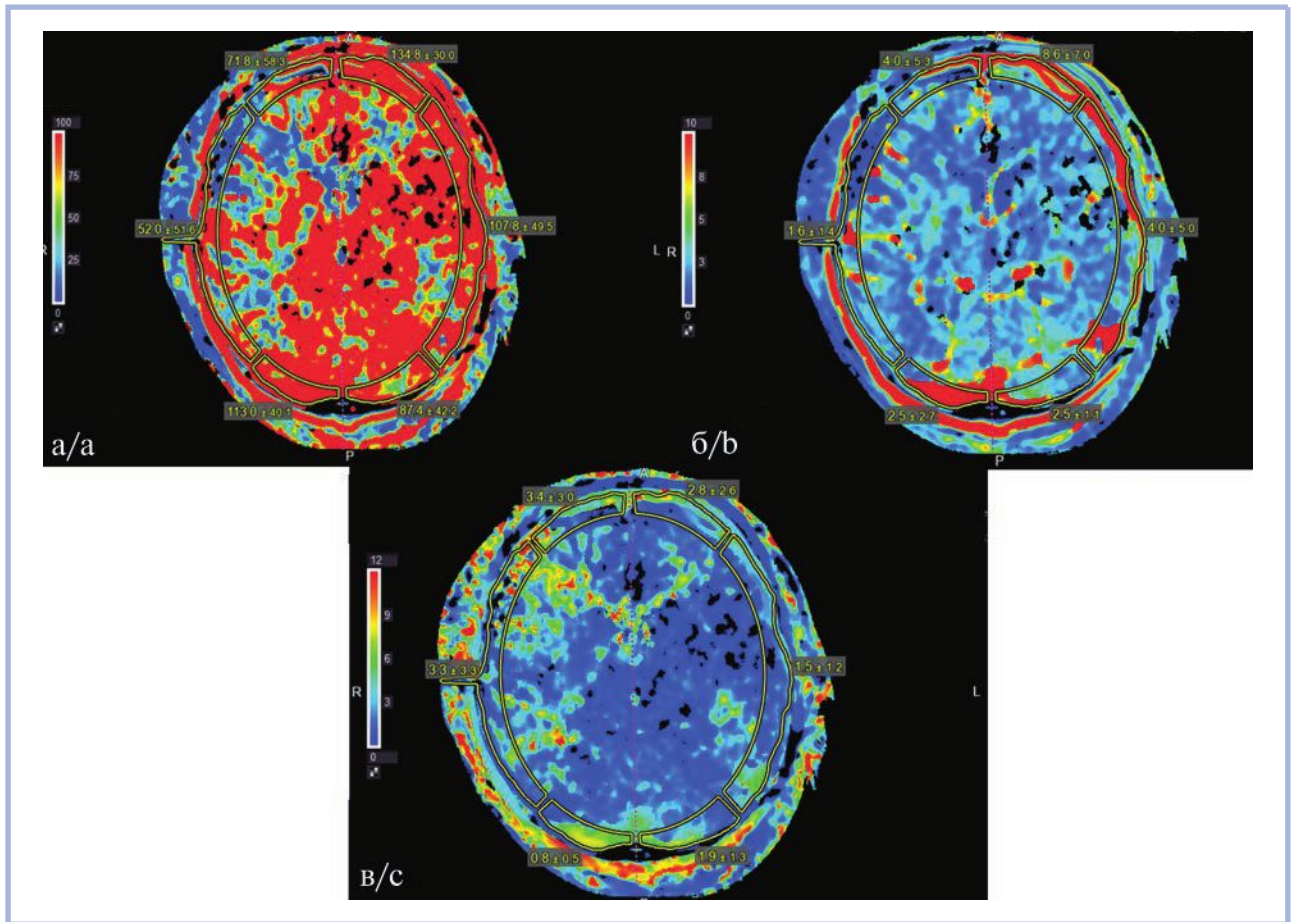


Рис. 8. КТ-перфузия.

а — CBF; б — CBV; в — MTT, 3-и сутки после операции, отмечается прирост показателей перфузии.

Fig. 8. CT-perfusion.

а — CBF; б — CBV; в — MTT, 3 days after surgery, perfusion improvements are indicated.



Рис. 9. Больной И. при выписке. Отмечен регресс очаговой неврологической симптоматики.

Fig. 9. Patient I., 63 y.o. before the discharge with regress of the neurological deficit.

рургических предпочтений и опыта выполнения микрохирургических вмешательств операционной бригадой. В описанном клиническом наблюдении использование техники «bonnet» и трансплантация лучевой артерии позволили получить хорошо функционирующий среднепоточковый анастомоз (middle flow bypass) с высокой клинической эффективностью.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Yasargil M.G. *Anastomosis between superficial temporal artery and a branch of the middle cerebral artery. Microsurgery applied to neurosurgery.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1969;105-115.
2. Spetzler RF, Roski RA, Rhodes RS, Modic MT. The «bonnet bypass»: case report. *Journal of Neurosurgery.* 1980 Nov;53(5):707-709. <https://doi.org/10.3171/jns.1980.53.5.0707>
3. Garrido E, Freed MH. Fatal complication of the «bonnet bypass»: case report. *Neurosurgery.* 1983 Sep;13(3):320-321. PMID: 6621846 <https://doi.org/10.1097/00006123-198309000-00020>
4. Ausman JI, Tiel RL, Mehta BA, Fuentes JD, Pearce JE, Diaz FG. «Reverse» superficial temporal artery-middle cerebral artery bypass. *Surgical Neurology.* 1985 Jun;23(6):614-616. [https://doi.org/10.1016/0090-3019\(85\)90013-8](https://doi.org/10.1016/0090-3019(85)90013-8)
5. Sanada Y, Kamiyama H, Iwaisako K, Yoshimine T, Kato A. «Bonnet» Bypass to Proximal Trunk of Middle Cerebral Artery with a Radial Artery Interposition Graft: Technical Note. *Minimally Invasive Neurosurgery.* 2010 Aug;53(04):203-206. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1263109>
6. Zumofen D, Khan N, Roth P, Samma A, Yonekawa Y. Bonnet bypass in multiple cerebrovascular occlusive disease. In: Yonekawa Y, Tsukahara T, Valavanis A, Khan N, editors. *Changing Aspects in Stroke Surgery: Aneurysms, Dissections, Moyamoya Angiopathy and EC-IC Bypass* [Internet]. Vienna: Springer Vienna, 2008 [cited 2018 Sep 2];103-107. http://link.springer.com/10.1007/978-3-211-76589-0_18
7. 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 Sep;67:onsE316-onsE317. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000383877.00075.b4>
8. Kim K, Mizunari T, Mizutani N, Kobayashi S, Takizawa K, Kamiyama H, Murai Y, Teramoto A. 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 Neurochirurgica.* 2006 Mar;148(3):353-357. <https://doi.org/10.1007/s00701-005-0685-1>
9. Wada K, Otani N, Toyooka T, Takeuchi S, Tomiyama A, Mori K. 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. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases.* 2018 Dec;27(12):3505-3510. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.08.020>
10. Otani N, Wada K, Sakakibara F, Nagatani K, Takeuchi S, Tomura S, Osada H, Mizokami D, Yamashita T, Shiotani A, Mori K. «Reverse» Bypass Using a Naturally Formed «Bonnet» Superficial Temporal Artery in Symptomatic Common Carotid Artery Occlusion: A Case Report. *Neurologia medico-chirurgica.* 2014;54(10):851-853. <https://doi.org/10.2176/nmc.cr.2013-0214>
11. Deshmukh VR, Porter RW, Spetzler RF. 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. *Operative Neurosurgery.* 2005 Jan;56:ONS-202. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000144492.42325.34>
12. Nagm A, Horiuchi T, Hasegawa T, Hongo K. Intraoperative Evaluation of Reverse Bypass Using a Naturally Formed «Bonnet» Superficial Temporal Artery: Technical Note. *World Neurosurgery.* 2016 Apr;88:603-608. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.10.087>
13. Kobayashi T, Houkin K, Ito F, Kohama Y. Transverse Cervical Artery Bypass Pedicle for Treatment of Common Carotid Artery Occlusion: New Adjunct for Revascularization of the Internal Carotid Artery Domain. *Neurosurgery.* 1999 Aug;45(2):299-302. <https://doi.org/10.1097/00006123-199908000-00020>
14. Usachev DY, Lukshin VA, Pronin IN, Shmigelskiy AV, Belyaev AY, Sosnin AD, Akhmedov AD. Surgical Treatment of Patients with Chronic Cerebral Ischemia Caused by Occlusion of the Common Carotid Arteries. *Burdenko's Journal of Neurosurgery.* 2013;77(3):26-33.
15. Klonaris C, Kouvelos GN, Kafaza M, Koutsoumpelis A, Katsargyris A, Tsigris C. Common Carotid Artery Occlusion Treatment: Revealing a Gap in the Current Guidelines. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery.* 2013 Sep;46(3):291-298. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2013.07.020>
16. Ausman JI, Lindsay W, Ramsay RC, Chou SN. Ipsilateral subclavian to external carotid and STA-MCA bypasses for retinal ischemia. *Surg Neurol.* 1978 Jan;9(1):5-8. PMID: 622682
17. Lawton MT, Probst KX. *Seven bypasses: tenets and techniques for revascularization.* New York—Stuttgart—Delhi— Rio de Janeiro: Thieme, 2018.

Поступила 28.04.19

Received 28.04.19

Комментарий

Статья посвящена редкому клиническому наблюдению — хирургической реваскуляризации бассейна средней мозговой артерии у больного с экстракраниальными окклюзиями всего каротидного бассейна путем перекрестного шунтирования из контралатеральной поверхностной височной артерии. В качестве шунта использовалась лучевая артерия. Применение описанного вида шунтирования у больных с ишемической болезнью головного мозга является новым подходом к хирургическому лечению окклюзий артерий каротидного бассейна и расширяет арсенал со-

временной сосудистой нейрохирургии, используемый в лечении данной патологии. Альтернативным подходом в лечении распространенных окклюзий общих сонных артерий является этапная экстраанатомическая реконструкция бассейна наружной сонной артерии путем подключично-сонного шунтирования с последующим наложением классического ЭИКМА. Данный подход продемонстрировал свою эффективность в лечении больных с сочетанными окклюзиями общих и внутренних сонных артерий, однако он имеет свои ограничения — высокую частоту послеопе-

рационных тромбозов области реконструкции при распространенном поражении бассейна наружной сонной артерии и необходимость разбивать операцию на два этапа. Это замедляет клинический эффект от хирургического лечения у больных с подострой или острой клинической симптоматикой.

В описанном наблюдении использование перекрестного шунтирования по типу «bonnet» позволило сразу добиться хорошего клинического эффекта за счет компенсации имеющегося выраженного перфузионного дефицита.

Тем не менее описанный вариант реваскуляризации головного мозга является технически сложным, инвазивным методом, требующим уточнения показаний и про-

тивопоказаний к его применению. Кроме того, асимметрия диаметров анастомозируемых артерий и возможность сдавления шунта тканями скальпа указывают на вероятные риски послеоперационного тромбирования анастомоза. В связи с этим для корректной оценки предлагаемого метода реваскуляризации головного мозга целесообразно привести данные катamnестического наблюдения за проходимостью созданного шунта в отдаленном послеоперационном периоде.

Статья прекрасно иллюстрирована, содержит детальное описание технических аспектов выполненного хирургического вмешательства, и, несомненно, представляет интерес для специалистов в области сосудистой нейрохирургии.

Д.Ю. Усачев (Москва)