

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-2-83-89>

Эндоваскулярная реканализация хронической окклюзии внутренней сонной артерии (клиническое наблюдение и обзор литературы)

Контакты:

Константин Николаевич
Бабичев
k_babichev@mail.ru

К. Н. Бабичев^{1, 2}, К. Ш. Исаев², Д. В. Кандыба^{2, 1}

¹ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Минобороны России; Россия,
194044 Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6;

²ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе»;
Россия, 192242 Санкт-Петербург, Будапештская ул., 3

Цель работы – представить клиническое наблюдение с отдаленным результатом, оценку возможностей и описание эндоваскулярной реканализации хронической окклюзии внутренней сонной артерии.

Клинический случай. Пациенту (55 лет) с выявленной при обследовании в 2021 г. окклюзией правой внутренней сонной артерии (от бифуркации общей сонной артерии до устья глазной артерии) проведена медикаментозная терапия. Выписан из Санкт-Петербургского научно-исследовательского института скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия) с полным регрессом симптоматики. В 2022 г. при ухудшении состояния выявлена (по данным компьютерной томографической ангиографии) окклюзия внутренних сонных артерий с обеих сторон. Нами рекомендовано выполнение реваскуляризирующей операции, от которой пациент воздержался. Назначен курс двойной дезагрегантной терапии. В 2023 г. при очередном нарушении мозгового кровообращения пациент вновь поступил в институт: подтверждена (по данным церебральной ангиографии) двусторонняя окклюзия левой внутренней сонной артерии до отхождения глазных артерий (тип C/D по классификации D. Hasan и соавт.). На базе института пациенту выполнена (29.09.2023) внутрисосудистая реканализация хронической окклюзии левой внутренней сонной артерии. При контрольном обследовании через 12 мес отмечено по данным церебральной ангиографии сохранение проходимости левой внутренней сонной артерии без признаков рестеноза. Поскольку повторных эпизодов нарушения мозгового кровообращения не наблюдалось, необходимости в реваскуляризации правого каротидного бассейна не было.

Обзор. Представлен тематический обзор литературы, посвященный возможностям внутрисосудистой реканализации хронических окклюзий внутренней сонной артерии. Обсуждены показания, техника и результаты внутрисосудистых вмешательств, описаны предикторы и осложнения реканализации.

Заключение. Представленный случай с отдаленным результатом и проведенный обзор подтверждают, что развитие методов эндоваскулярной хирургии позволяет достаточно успешно провести реканализацию хронических и подострых окклюзий внутренней сонной артерии в большинстве случаев. Показания к операции основываются на клинической картине заболевания, эффективности медикаментозной терапии и ангиографической характеристике окклюзии.

Ключевые слова: хроническая окклюзия внутренней сонной артерии, эндоваскулярная реканализация, ишемический инсульт (ИИ), эндоваскулярная хирургия, микрокатетер, тематический обзор литературы, клиническое наблюдение, риск осложнений, КТ головного мозга, КТ-перфузия головного мозга, ангиография

Для цитирования: Бабичев К. Н., Исаев К. Ш., Кандыба Д. В. Эндоваскулярная реканализация хронической окклюзии внутренней сонной артерии (клиническое наблюдение и обзор литературы). Нейрохирургия 2025;27(2):83–9.

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-2-83-89>

Endovascular recanalization of chronic internal carotid artery occlusion: Clinical case and literature review

K. N. Babichev^{1, 2}, K. Sh. Isaev², D. V. Kandyba²

¹Kirov Military Medical Academy, Ministry of Defense of Russia; 6 Akademika Lebedeva St., Saint Petersburg 194044, Russia;

²Saint-Petersburg institute of emergency care n. a. I. I. Dzhaneldidze; 3, Budapeshtskaya St., Saint Petersburg 192242, Russia

Contacts: Konstantin Nikolaevich Babichev vla_smirnov@mail.ru

Aim. To present a clinical case of successful recanalization of chronic total internal carotid artery occlusion and results of literature review on the topic.

Clinical case. The patient (55 years) with diagnosed in 2021 occlusion of the right carotid artery (from bifurcation of the common carotid artery to the ostium of the ophthalmic artery) underwent drug therapy. He was discharged from the Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze research institute of emergency medicine (Saint Petersburg, Russia) with complete regression of the symptoms. In 2022, after his condition worsened, computed tomography angiography showed occlusion of the internal carotid arteries on both sides. We recommended revascularization surgery which the patient declined. A course of dual antiplatelet therapy was prescribed. In 2023, after another cerebrovascular event the patient was admitted into the Institute: cerebral angiography confirmed bilateral occlusion of the left internal carotid artery up to ophthalmic arteries' origins (type C/D per the classification by D. Hasan et al.). At the Institute, the patient underwent intravascular recanalization of chronic left internal carotid artery occlusion (29.09.2023). Control examination (cerebral angiography) 12 months later showed preserved permeability of the left carotid artery without signs of restenosis. In the absence of repeat cerebrovascular events, revascularization of the right carotid system is considered unnecessary.

Literature review. A review of scientific publications on the capabilities of intravascular recanalization of chronic occlusions of the internal carotid artery is presented. Indications, techniques and results of intravascular interventions are discussed, predictors of recanalization and its complications are described.

Conclusion. The development of endovascular methods allows successful recanalization of chronic and subacute occlusions of the internal carotid artery in most cases. Indications for surgery are based on the clinical features of the disease, effectiveness of drug therapy, and angiographic characteristics of the occlusion.

Keywords: chronic internal carotid artery occlusion, endovascular recanalization, stroke, endovascular surgery, microcatheter, literature review, clinical case, complication risk, brain CT scan, computed tomography perfusion, angiography

For citation: Babichev K.N., Isaev K.Sh., Kandyba D.V. Endovascular recanalization of chronic internal carotid artery occlusion: Clinical case and literature review. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2025;27(2):83–9. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-2-83-89>

ВВЕДЕНИЕ

Хроническая окклюзия внутренней сонной артерии (ВСА) — одна из причин (в среднем 5–7 % в год) ипсилатерального инсульта [1, 2]. При недостаточном коллатеральном кровоснабжении частота ишемических событий может достигать 30 % в год [3]. Данные факторы обуславливают необходимость реваскуляризирующих операций. Наиболее распространенная операция — обходное шунтирование — выполнение экстра-интракраниального микрососудистого анастомоза (ЭИКМА). Однако в последнее десятилетие возрастает интерес к альтернативному методу реваскуляризации — внутрисосудистой реканализации окклюзии ВСА.

Цель исследования состояла в оценке возможностей внутрисосудистой реканализации хронической окклюзии ВСА, обзоре публикаций и проведении эндоваскулярной реканализации.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пациент П., 55 лет, обратился (24.03.2021) за медицинской помощью в связи с появлением онемения в левых конечностях. Был госпитализирован в ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» (далее — НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе). При осмотре невролога отмечено наличие левосторонней гемипареза.

В ходе обследования выполнена компьютерная томография (КТ) головного мозга, КТ-ангиография сосудов шеи и головного мозга. По результатам проведенного исследования выявлено: участок пониженной плотности в правой лобной доле размерами 3,0 × 1,4 × 2,6 см; окклюзия правой ВСА от бифуркации общей сонной артерии до устья глазной артерии (рис. 1).

По данным КТ-перфузии головного мозга межполушарной асимметрии кровотока не выявлено. Принято решение о медикаментозной терапии. После проведенного курса терапии пациент был выписан с полным регрессом симптоматики.

Повторное ухудшение состояния произошло 01.08.2022, появились слабость в правой руке и нарушение речи. Доставлен в НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе. При неврологическом осмотре отмечены парез в правой руке до 4 баллов и наличие акустико-мнестической афазии (затруднение при повторении серии слов). Данные КТ головного мозга: явные признаки ишемии отсутствуют. Данные КТ-ангиографии головного мозга: окклюзия ВСА с обеих сторон (рис. 2).

По данным перфузионного исследования выявлены зоны гипоперфузии в обоих каротидных бассейнах со снижением CBF (от англ. cerebral blood flow — скорость мозгового кровотока) до 20 %, удлинением МТТ (от англ. mean transit time — среднее время прохождения) до 9 с, увеличением CBV (от англ. cerebral blood

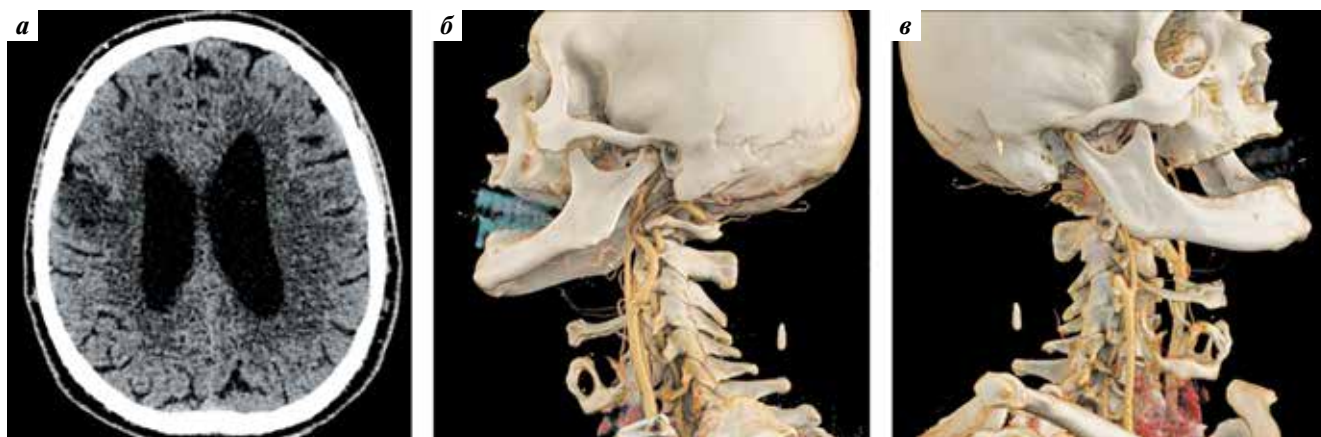


Рис. 1. Данные компьютерной томографии (2021 г.): а – очаг ишемии в проекции правой лобной доли (нативная КТ головного мозга); б – значимые стенозы левой внутренней сонной артерии (ВСА) не выявлены (ангиографическое изображение); в – окклюзия правой ВСА

Fig. 1. Computed tomography data (2021): а – ischemic lesion in the projection of the right frontal lobe (native CT of the brain); б – significant stenoses of the left internal carotid artery (ICA) are not observed (angiography image); в – occlusion of the right ICA

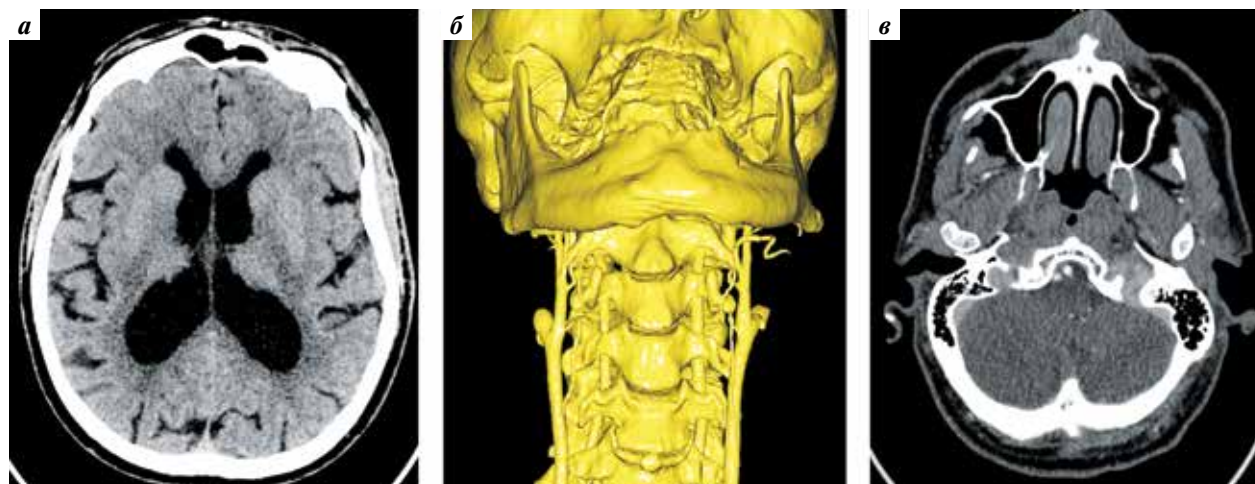


Рис. 2. Данные КТ головного мозга после ухудшения состояния пациента (01.08.2022): а – значимых очагов ишемии нет (нативная КТ); б – окклюзия внутренней сонной артерии (ВСА) с обеих сторон (3D-реконструкция данных КТ-ангиографии); в – контрастирование обеих ВСА отсутствует (аксиальный срез, КТ-ангиография на уровне основания черепа)

Fig. 2. CT of the brain after the patient's condition worsened (01.08.2022): а – no significant ischemic lesions (native CT); б – occlusion of the internal carotid artery (ICA) on both sides (3D reconstruction of CT angiography data); в – no contrast in both ICAs (axial section, CT angiography at the base of the skull level)

volume – церебральный объем крови). Рекомендовано выполнение реваскуляризирующей операции, от которой пациент воздержался. Назначена двойная дезагрегантная терапия.

Очередное ухудшение состояния произошло 27.09.2023, когда появились онемение и слабость в левой руке, самостоятельно прошедшие через 1–1,5 часа. Пациент был госпитализирован в стационар.

По данным предварительной цереброваскулярной ангиографии подтверждена двусторонняя окклюзия ВСА до отхождения глазных артерий. Слева отмечается окклюзия ВСА на расстоянии 2 см от устья с наличием затека конической формы. Согласно классификации D. Hasan и соавт. обнаруженную окклюзию левой ВСА можно причислить к промежуточному типу C/D –

окклюзия выше кавернозного сегмента, но не достигает бифуркации [4]; по модифицированной классификации M. Liutеi и соавт. – к типу А с вероятностью успешной реканализации около 90 % [5].

Оперативное вмешательство. Внутрисосудистую реканализацию хронической окклюзии левой ВСА выполнили (под общей анестезией) 29.09.2023. В просвет ВСА завели окклюзионный баллонный катетер Merci 9F (Concentric Medical, США). На фоне раздутого окклюзионного баллонного катетера провели через окклюзию микрокатетер Exselsior SL-10 (Stryker, США) с проводником Transend 0,014 дюймов (0,38 мм) (Stryker, США). После прохождения зоны окклюзии, что было подтверждено суперселективной ангиографией, заменили микрокатетер на баллонный катетер 2 × 15 мм. Выполнили

ангиопластику ВСА в проекции переднего колена сифона ВСА, после чего в просвет артерии последовательно установили 3 коронарных стента с лекарственным покрытием (DES) размерами 3×18 , $3,5 \times 22,0$ и 4×35 мм. В субкраниальный сегмент ВСА установили самораскрывающийся стент S.M.A.R. T Flex 7×120 мм (Cordis, Швейцария). Контрольная ангиография показала восстановление антероградного кровотока по левой ВСА с заполнением правого каротидного бассейна по передней соединительной артерии (рис. 3). Пациент был экстубирован в операционной, нарастания неврологического дефицита не было.

По результатам контрольной КТ головного мозга признаков геморрагического пропитывания или ишемических изменений не выявлено. Оценка состояния: mRS¹ 1 балл. Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии на 5-е сутки после операции.

Контрольное обследование. Через 12 мес пациент был обследован: по данным ЦАГ отмечено сохранение проходимости левой ВСА без признаков рестеноза (рис. 4).

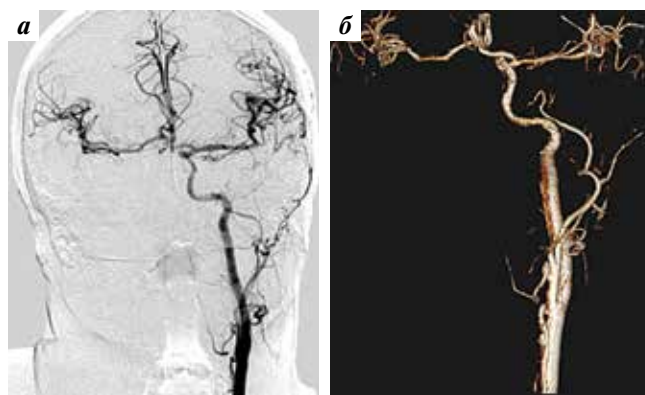


Рис. 4. Данные контрольного обследования через 12 мес после реканализации левой внутренней сонной артерии (ВСА) подтверждают проходимость левой ВСА и заполнение правого каротидного бассейна перетоком по передней соединительной артерии: а – церебральная ангиография; б – 3D-реконструкция ротационной ангиографии

Fig. 4. Control examination 12 months after recanalization of the left internal carotid artery (ICA) confirms permeability of the left ICA and filling of the carotid artery system through outflow from the anterior communicating artery: а – cerebral angiography; б – 3D reconstruction of rotational angiography

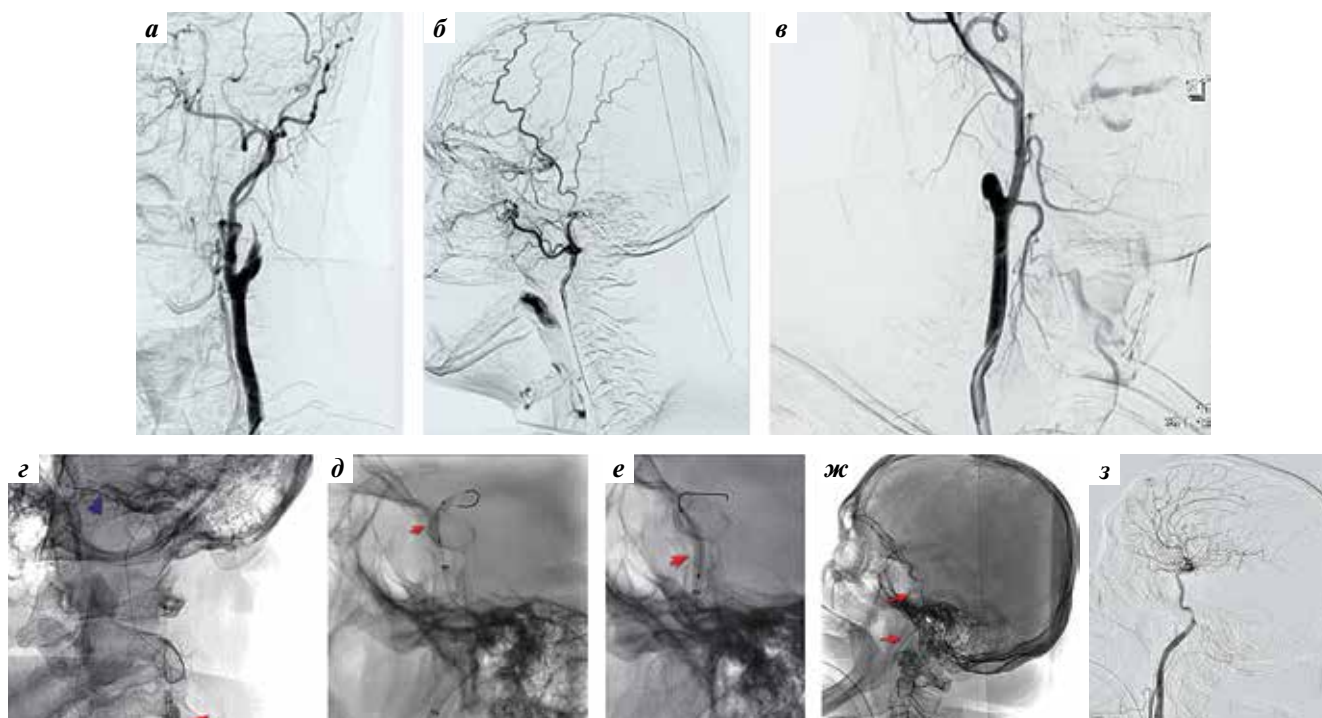


Рис. 3. Этапы реканализации левой внутренней сонной артерии (ВСА), проведенной 29.09.2023: а – окклюзия левой ВСА с наличием окклюзии конической формы; б – функционирование назоорбитального анастомоза с заполнением супраклиноидного отдела левой ВСА; в – «плоская» окклюзия правой ВСА; г – установка окклюзионного баллонного катетера (красная стрелка) и проведение микрокатетера (синяя стрелка); д – имплантация первого стента в офтальмический сегмент левой ВСА; е – имплантация второго стента; ж – контроль положения стентов (красные стрелки); з – восстановленный антероградный кровоток (результат проведенной реканализации)

Fig. 3. Stages of recanalization of the left internal carotid artery (ICA) performed on 29.09.2023: а – occlusion of the left ICA with a conical occlusion; б – functioning of a nasal-orbital anastomosis with filling of the supraclinoid part of the left ICA; в – “flat” occlusion of the right ICA; г – installation of occlusion balloon catheter (red arrow) and microcatheter (blue arrow); д – implantation of the first stent into the ophthalmic segment of the left ICA; е – implantation of the second stent; ж – control of stent position (red arrows); з – restored anteroposterior blood flow (results of recanalization)

¹mRS (от англ. modified Rankin Scale) — модифицированная шкала Рэнкина, оценивающая (в баллах) степень инвалидизации и независимость пациента, а также исходы реабилитации.

Повторных эпизодов нарушения мозгового кровообращения не было. Заключение: необходимости в реваскуляризации правого каротидного бассейна нет.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведен анализ собранных данных из публикаций, посвященных возможностям внутрисосудистой реканализации хронических окклюзий ВСА, показаниям к вмешательству, технике, предикторам, осложнениям реканализации и результатам внутрисосудистых вмешательств.

Окклюзия ВСА встречается примерно в 6 случаях на 100 000 населения [1]. У пациента с окклюзией ВСА вероятность ишемического инсульта на стороне окклюзии составляет примерно 5–7 % в год [6]. Однако это неоднородная группа больных: частота ишемических событий варьируется от 2 до 30 % в год [3].

На характер естественного течения влияют два взаимосвязанных фактора: характер коллатерального кровоснабжения и цереброваскулярный резерв (ЦВР) [7]. Возможности коллатерального кровоснабжения зависят от анатомических факторов: наличия или отсутствия передней и задней соединительных артерий, развитости лептоменингеальных анастомозов, функционирования назоорбитального анастомоза. Интегральным показателем функционального состояния мозгового кровотока служит ЦВР, который отражает способность церебральных артерий изменить диаметр, а значит, и величину кровотока. Данный механизм реализуется за счет ауторегуляции. В зависимости от состояния ЦВР изменяется и вероятность ишемического инсульта [8, 9].

Показанием к реваскуляризации служит сочетание недостаточного коллатерального кровотока и снижение ЦВР, соответствующее 2-й стадии. При данном варианте риск инсульта может превышать 30 % в год [3]. С целью компенсации кровотока выполняются ЭИКМА, однако отношение к ним не однозначное. В ряде проведенных исследований большая эффективность ЭИКМА в случае хронической окклюзии ВСА, по сравнению с медикаментозной терапией, не доказана [10, 11]. Однако отрицательные результаты, по мнению многих авторов, связаны с ошибками отбора пациентов для реваскуляризации [12]. Несмотря на эти данные, число реваскуляризирующих операций неуклонно растет [13].

В последнее десятилетие отмечается интерес к внутрисосудистым вмешательствам при хронических окклюзиях ВСА. К настоящему времени накоплен значительный опыт таких операций. Опубликовано свыше 40 публикаций, в которых описано более 1300 операций [14].

Технический успех реканализации варьируется от 25 до 100 % в зависимости от протяженности и длительности окклюзии и вида оперативного вмешательства. В среднем для внутрисосудистой реканализации

он составляет 68 %, в то время как при гибридном подходе — 83,3 % от всех случаев [14].

На основании полученных данных ряд авторов разработали классификации окклюзии ВСА, шкалы и предикторы успешности реканализации. Так, D. Hasan и соавт. [4] выделили влияющие на успех процедуры 4 типа окклюзии:

- 1) А — окклюзия от шейного до каменистого или кавернозного отдела с наличием проксимальной окклюзии конической формы (tapered stump) на расстоянии 1,5–2 см от устья ВСА. Технический успех — 100 % случаев;
- 2) В — окклюзия от шейного до каменистого или кавернозного отдела, но с плоской проксимальной «покрышкой» на расстоянии 1,5–2 см от устья ВСА. Технический успех — 100 % случаев;
- 3) С — «плоская» (no-tapered stump) окклюзия от устья ВСА до каменистого или кавернозного сегмента. Технический успех — 50 % случаев;
- 4) D — окклюзия от устья до бифуркации супраклиноидного сегмента ВСА. Вероятность реканализации — 25 % случаев.

По данным Y.H. Chen и соавт., наибольшая частота технического успеха отмечена при окклюзиях менее 5 см. Так, в зависимости от протяженности окклюзии менее или более 5 см успешная реканализация отмечена в 73,7 и 59,7 % наблюдений соответственно [6].

M. Liemei и соавт., помимо протяженности окклюзии, показали влияние проксимальной культы на успех операции [5]. Наиболее благоприятные результаты отмечены в тех случаях, когда культя ВСА имела коническую форму.

Применение гибридных вмешательств позволяет нивелировать особенности проксимальной окклюзии [2, 15–17]. По данным W.J. Jiang и соавт., гибридная хирургия позволила добиться успешной реканализации в 83,3 % наблюдений, стандартный эндоваскулярный подход — только в 35,7 % случаев [18]. В случае окклюзии типа D (по D. Hassan и соавт.) гибридный подход повысил вероятность реканализации до 69 % vs 25 % при эндоваскулярной технике.

Однако на вероятность успешной реканализации, помимо протяженности окклюзии, влияет и давность образования окклюзии. При подострых и острых тромбозах ВСА оба метода реваскуляризации равноценны в тех случаях, когда тромботические массы мягкие и не организованные [19]. Однако со временем эти массы замещаются фиброзной тканью, что значительно затрудняет реканализацию, повышая риск интраоперационных осложнений [1].

Предикторами успешного вмешательства служат следующие факторы:

- срок окклюзии до 3 мес;
- отсутствие тромбоза супраклиноидного сегмента;
- коническая форма проксимального участка окклюзии.

Гибридные технологии обеспечивают более стабильное положение инструмента, устраняют влияние формы культи ВСА и протяженности поражения на исход операции, снижают риск дистальной эмболии [2].

Стойкие осложнения наблюдаются в 5 % случаев, а летальность составляет 2 % [20]. Хорошие функциональные исходы (mRs 0–2 балла) достигаются в 87 % случаев. Осложнения внутрисосудистой реканализации представлены преимущественно эмболией (9 %), гиперперфузионным синдромом (5 %) и длительной брадикардией с гипотонией (1 % случаев).

Технические принципы реканализации аналогичны таковым для коронарных вмешательств по поводу хронических окклюзий коронарных артерий, последовательность этапов одинакова: пенетрация покрышки, проведение микрокатетера и проводника за зону окклюзии, баллонная ангиопластика и стентирование тромбированного сегмента.

Во многом успешность операции зависит от возможности выхода микрокатетера в просвет артерии за зоной окклюзии. После того как подтверждено

нахождение микрокатетера в просвете артерии, дальнейшие этапы операции подчинены строгой последовательности действий ангиопластики и стентирования. Учитывая высокий риск осложнений, связанных с перфорацией артерии при проведении микрокатетера, следует обязательно использовать окклюзионный баллонный катетер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлен клинический случай эндоваскулярной реканализации хронической окклюзии ВСА с отдаленным результатом, а также тематический обзор литературы. На основании анализа данных можно с уверенностью говорить, что внутрисосудистая реканализация хронических окклюзий ВСА возможна (!). Однако следует тщательно отбирать больных на операцию, осваивать технические приемы реканализаций из смежных областей, внедрять гибридные методы лечения. Нерешенные вопросы эндоваскулярной реканализации хронической окклюзии ВСА нуждаются в проведении проспективных исследований и создании регистров для контроля результатов операций.

Литература | References

- Xu B., Li C., Guo Y. et al. Current understanding of chronic total occlusion of the internal carotid artery (Review). *Biomed Rep* 2018;8(2):117–25. DOI: 10.3892/br.2017.1033
- Cao G., Hu J., Tian Q. et al. Surgical therapy for chronic internal carotid artery occlusion: a systematic review and meta-analysis. *Updates Surg* 2021;73(6):2065–78. DOI: 10.1007/s13304-021-01055-x
- Grubb J.R.L. Importance of hemodynamic factors in the prognosis of symptomatic carotid occlusion. *JAMA* 1998;280(12):1055–60. DOI: 10.1001/jama.280.12.1055
- Hasan D., Zanaty M., Starke R.M. et al. Feasibility, safety, and changes in systolic blood pressure associated with endovascular revascularization of symptomatic and chronically occluded cervical internal carotid artery using a newly suggested radiographic classification of chronically occluded cervical internal carotid artery: Pilot study. *J Neurosurg* 2018;130(5):1468–77. DOI: 10.3171/2018.1.JNS172858
- Liumei M., Guixian M., Chengbo D. et al. Endovascular recanalization for symptomatic subacute and chronically occluded internal carotid artery: Feasibility, safety, a modified radiographic classification system, and clinical outcomes. *Neuroradiology* 2020;62(10):1323–34. DOI: 10.1007/s00234-020-02458-0
- Chen Y.H., Leong W.S., Lin M.S. et al. Predictors for successful endovascular intervention in chronic carotid artery total occlusion. *JACC Cardiovasc Interv* 2016;9(17):1825–32. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.06.015
- Sundaram S., Kannoth S., Thomas B. et al. Collateral assessment by CT angiography as a predictor of outcome in symptomatic cervical internal carotid artery occlusion. *AJNR Am J Neuroradiol* 2017;38(1):52–7. DOI: 10.3174/ajnr.A4957
- Gupta A., Chazen J.L., Hartman M. et al. Cerebrovascular reserve and stroke risk in patients with carotid stenosis or occlusion. *Stroke* 2012;43(11):2884–91. DOI: 10.1161/STROKEAHA.112.663716
- Seiler A., Deichmann R., Pfeilschifter W. et al. T2-imaging to assess cerebral oxygen extraction fraction in carotid occlusive disease: Influence of cerebral autoregulation and cerebral blood volume. *PLoS One* 2016;11(8):e0161408. DOI: 10.1371/journal.pone.0161408
- Powers W.J., Clarke W.R., Grubb R.L. et al. Extracranial-intracranial bypass surgery for stroke prevention in hemodynamic cerebral ischemia. *JAMA* 2011;306(18):1983–92. DOI: 10.1001/jama.2011.1610
- EC/IC Bypass Study Group. Failure of extracranial-intracranial arterial bypass to reduce the risk of ischemic stroke. Results of an international randomized trial. *N Engl J Med* 1985;313(19):1191–200. DOI: 10.1056/NEJM198511073131904
- Лукьянчиков В.А., Орлов Е.А., Оганесян М.В. и др. Анатомические основы хирургической реваскуляризации головного мозга: обоснование выбора шунтирующей операции. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2021;85(6):120–6. DOI: 10.17116/neiro202185061120
- Лукьянчиков В.А., Орлов Е.А., Оганесян М.В. et al. Anatomical bases of brain revascularization: Choosing an extra-intracranial bypass option. *Zhurnal voprosy neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2021;85(6):120–6. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro202185061120
- Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Далибалдыан В.А. и др. Использование “bonnet” bypass у пациента с симптомной окклюзией ипсилатеральных сонных артерий. Клиническое наблюдение. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2019;83(4):64–73. DOI: 10.17116/neiro20198304164
- 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. *Zhurnal voprosy neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2019;83(4): 64–73. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro20198304164
- Stanishevskiy A.V., Babichev K.N., Gizatullin Sh.H. et al. Sixteen years progress in recanalization of chronic carotid artery occlusion:

- A comprehensive review. J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg 2023;25(1):1–12. DOI: 10.7461/jcen.2022.E2022.03.008
15. Sun T., He Y., Wang F. et al. Hybrid surgery versus endovascular intervention for patients with chronic internal carotid artery occlusion: A single-center retrospective study. Front Surg 2022;9:976318. DOI: 10.3389/fsurg.2022.976318
16. Liu B., Wei W., Wang Y. et al. Estimation and recanalization of chronic occluded internal carotid artery: Hybrid operation by carotid endarterectomy and endovascular angioplasty. World Neurosurg 2018;120:e457–65. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.08.104
17. Zanaty M., Samaniego E.A., Teferi N. et al. Hybrid surgery for internal carotid artery revascularization. World Neurosurg 2019;121:137–44. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.09.230
18. Jiang W.J., Liu A.F., Yu.W. et al. Outcomes of multimodality *in situ* recanalization in hybrid operating room (MIRHOR) for symptomatic chronic internal carotid artery occlusions. J Neurointerv Surg 2019;11(8):825–32. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014384
19. Namba K., Shojima M., Nemoto S. Wire-probing technique to revascularize subacute or chronic internal carotid artery occlusion. Interventional Neuroradiology 2012;18(3):288–96. DOI: 10.1177/159101991201800307
20. Cagnazzo F., Lefevre P.H., Derraz I. et al. Endovascular recanalization of chronically occluded internal carotid artery. J Neurointerv Surg 2020;12(10):946–51. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015701

Вклад авторов

К.Н. Бабичев: концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста;

К.Ш. Исаев: сбор и обработка материала;

Д.В. Кандыба: концепция и дизайн исследования.

Authors' contributions

K.N. Babichev: concept and design of the study, collection and processing of material, article writing;

K.Sh. Isaev: collection and processing of material;

D.V. Kandyba: concept and design of the study.

ORCID авторов / ORCID of authors

К.Н. Бабичев / K.N. Babichev: <https://orcid.org/0000-0002-4797-2937>

К.Ш. Исаев / K.Sh. Isaev: <https://orcid.org/0000-0003-4418-0333>

Д.В. Кандыба / D.V. Kandyba: <https://orcid.org/0000-0002-9715-5505>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Авторы соблюдали права пациентов и правила биоэтики.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. The authors complied with patient rights and principles of bioethics.