https://doi.org/10.24060/2076-3093-2021-11-1-33-40

Применение stent-in-stent методики для эндоваскулярной коррекции рестеноза правой внутренней сонной артерии (клинический случай)

Т.Н. Хафизов[1,2], Р.Р. Хафизов[1,2,], И.Е. Николаева[1,2], И.А. Идрисов[1], Е.Е. Абхаликова[1], С.М. Карасев[3], Д.Р. Хафизова[4]*

[1] Республиканский кардиологический центр, Россия, Республика Башкортостан, Уфа
[2] Башкирский государственный медицинский университет, Россия, Республика Башкортостан, Уфа
[3] Федеральный центр нейрохирургии, Россия, Тюмень
[4] Республиканская клиническая психиатрическая больница, Россия, Республика Башкортостан, Уфа
*** Контакты:** Хафизов Радик Рашитович, e-mail: Radikos_H84@mail.ru

Хафизов Тимур Назирович — *к.м.н., отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2, кафедра рентгенэндоваскулярных диагностики и лечения ИДПО, кафедра госпитальной хирургии, orcid.org/0000-0002-3293-4452*

Хафизов Радик Рашитович — *отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2, кафедра рентгенэндоваскулярных диагностики и лечения ИДПО, orcid.org/0000-0003-4345-1234*

Николаева Ирина Евгеньевна — *кафедра рентгенэндоваскулярных диагностики и лечения ИДПО*

Идрисов Ильяс Альбертович — *отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2, orcid.org/0000-0003-4787-3581*

Абхаликова Елена Евгеньевна — *к.м.н., отделение рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2, orcid.org/0000-0003-2163-6326*

Карасев Сергей Михайлович — *операционное отделение, orcid.org/0000-0002-1501-8356*

Хафизова Дина Рашитовна — *психиатрическое отделение № 3*

Аннотация

Введение. **Рестеноз в сонных артериях является достаточно редким осложнением каротидного стентирования. По данным исследования CREST (The Carotid Revascularization Endarterectomy versus Stenting Trial), рестеноз в стенте составил 0–6 %, что является достаточно маленьким показателем, учитывая большое количество пациентов, взятых для исследования. В эндоваскулярной хирургии сонных артерий проблема рестеноза до сих пор до конца не изучена. Относительно недавно начали активно применять методы внутрисосудистой визуализации и коррекции рестенозов с помощью баллонов с лекарственным покрытием, повторной имплантации стента или хирургической реконструкции. В некоторых случаях не удается добиться желаемого результата при использовании баллонов с лекарственным покрытием, так как рестенозированный участок не всегда поддается адекватной ангиопластике ввиду выраженной ригидности гиперплазированной неоинтимы. Хирургическая реконструкция также имеет ряд недостатков, в первую очередь сложность удаления самой конструкции стента и невозможность проведения данной процедуры у пациентов высокого хирургического риска.**

Материалы и методы. **В нашей статье представлен клинический случай применения stent-in-stent методики коррекции рестеноза баллонорасширяемым стентом с лекарственным покрытием правой внутренней сонной артерии с оценкой отдаленного результата лечения с помощью оптической когерентной томографии.**

Результаты и обсуждение. **Данная тактика лечения нами была принята в связи с наличием гемодинамически и клинически значимого рестеноза ВСА, отказа пациента от КЭАЭ и отсутствием должного эффекта от баллонной ангиопластики. Мы подошли осознанно к выполнению коррекции рестеноза таким способом, исходя из проведенных проб на потенциальную деформацию стента, которые показали отсутствие деформирующих факторов воздействия на рестенозированный участок ВСА. Применение внутрисосудистых методов визуализации значительно расширяет наши возможности в понимании и оценке эндоваскулярных событий.**

Заключение. **На наш взгляд, клинически значимые рестенозы в ранее стентированных каротидных артериях требует дальнейшего изучения и представленный клинический случай является единичным решением данной проблемы.**

Ключевые слова: **стеноз сонной артерии, эндартерэктомия сонной артерии, внутренняя сонная артерия, стентирование, рестеноз, стенты с лекарственным покрытием, stent-in-stent метод, оптическая когерентная томография**

Для цитирования: **Хафизов Т.Н., Хафизов Р.Р., Николаева И.Е., Идрисов И.А., Абхаликова Е.Е., Карасев С.М., Хафизова Д.Р. Применение stent-in-stent методики для эндоваскулярной коррекции рестеноза правой внутренней сонной артерии (клинический случай). Креативная хирургия и онкология. 2021;11(1):33–40. https://doi.org/10.24060/2076-3093-2021-11-1-33-40**

Stent-in-Stent Endovascular Correction in Right Internal Carotid Artery Restenosis: a Clinical Case

Timur N. Khafizov[1,2], Radik R. Khafizov[1,2,], Irina E. Nikolaeva[1,2], Ilyas A. Idrisov[1], Elena E. Abkhalikova[1], Sergey M. Karasev[3], Dina R. Khafizova[4]*

[1] Republican Cardiology Center, Ufa, Russian Federation
[2] Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation
[3] Federal Centre of Neurosurgery, Tyumen, Russian Federation
[4] Republican Clinical Psychiatric Hospital, Ufa, Russian Federation
*** Correspondence to:** Radik R. Khafizov, e-mail: Radikos_H84@mail.ru

Abstract

Background. Carotid artery restenosis is a rare complication of carotid stenting. The Carotid Revascularization Endarterectomy versus Stenting Trial (CREST) reveals an in-stent restenosis rate of 0–6 %, a fairly low value given an extensive study sampling of patients. Restenosis still lacks an adequate explanation in endovascular carotid surgery. Intravascular ultrasound visualisation, drug-coated balloons, stent reimplantation or reconstructive surgery have actively been used since relatively recently to tackle restenosis. Drug-coated balloons may fail in certain cases due to hampered restenosis angioplasty in a markedly rigid neointimal hyperplasia. Surgical reconstruction also possessed drawbacks, mostly due to obstacles in the stent removal and the procedure infeasibility in high-risk surgical patients.

Materials and methods. The article describes a clinical case of stent-in-stent restenosis correction with drug-coated balloon-expandable re-stenting of right internal carotid artery and a long-term prognosis estimation with optical coherence tomography.

Results and discussions. This tactic was adopted due to haemodynamically and clinically significant internal carotid artery restenosis, the patient's denial of carotid endarterectomy and insufficiently effective balloon angioplasty. The choice of the correction technique was conclusive basing on a negative stent deformation testing that showed the lack of deforming stress factors at internal carotid artery restenosis. Intravascular imaging greatly enhances our ability to understand and assess endovascular processes.

Conclusion. We consider clinically significant restenoses in previously stented carotid arteries as requiring further research effort, with the clinical case presented describing an individual solution.

Keywords: carotid stenosis, carotid endarterectomy, internal carotid artery, stenting, restenosis, drug-coated stents, stent-in-stent technique, optical coherence tomography

For citation: Khafizov T.N., Khafizov R.R., Nikolaeva I.E., Idrisov I.A., Abkhalikova E.E., Karasev S.M., Khafizova D.R. Stent-in-Stent Endovascular Correction in Right Internal Carotid Artery Restenosis: a Clinical Case. Creative Surgery and Oncology. 2021;11(1):33–40. https://doi.org/10.24060/2076-3093-2021-11-1-33-40

Timur N. Khafizov — *Cand. Sci. (Med.), Department of Interventional Radiology No. 2, Department of Roentgen-Endovascular Diagnostics and Treatment (Interventional Cardiology) for Advanced Professional Education, Department of Hospital Surgery, orcid.org/0000-0002-3293-4452*

Radik R. Khafizov — *Department of Interventional Radiology No. 2, Department of Roentgen-Endovascular Diagnostics and Treatment (Interventional Cardiology) for Advanced Professional Education, orcid.org/0000-0003-4345-1234*

Irina E. Nikolaeva — *Department of Roentgen-Endovascular Diagnostics and Treatment (Interventional Cardiology) for Advanced Professional Education*

Ilyas A. Idrisov — *Department of Interventional Radiology No. 2, orcid.org/0000-0003-4787-3581*

Elena E. Abkhalikova — *Cand. Sci. (Med.), Department of Interventional Radiology No. 2, orcid.org/0000-0003-2163-6326*

Sergey M. Karasev — *Surgical Unit*

Dina R. Khafizova — *Department of Psychiatry No. 3*

Введение

Инсульт является основной причиной смерти и инвалидизации [1]. Атероэмболизация стенозированных сонных артерий является одной из наиболее важных сосудистых причин инсульта. На сегодняшний день имеется два метода лечения стенозов каротидных артерий: каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ) и каротидное стентирование (КАС), имеющие свои преимущества и недостатки.

В последние годы для профилактики инсульта КАС рассматривается во многих исследованиях [2] как менее инвазивный метод с высоким техническим успехом и низким уровнем осложнений. Эти преимущества делают КАС альтернативой при лечении стеноза сонной артерии. Тем не менее накопленные данные свидетельствуют о том, что долгосрочное соотношение пользы и риска КАС может быть уменьшено или даже нейтрализовано осложнениями, связанными с рестенозом в стенте. Следовательно, изучение механизмов и выявление факторов рестеноза в стенте имеют жизненно важное значение для улучшения долгосрочных результатов КАС. В качестве ответов на внутренние и внешние повреждения гиперплазия интимы и пролиферация клеток гладких мышц сосудов рассматриваются в качестве основных механизмов развития рестеноза. Чтобы устранить рестеноз после КАС, были предприняты как хирургические, так и эндоваскулярные процедуры с многообещающими результатами. Для предотвращения рестеноза были предложены стенты и баллоны с лекарственным покрытием и антитромбоцитарная терапия в качестве потенциальных решений [3].

В последнее время в качестве профилактики развития рестеноза и для оценки внутриартериального русла в эндоваскулярной хирургии сонных артерий начали широко применять методы внутрисосудистой визуализации: оптическую когерентную томографию (ОКТ), которая позволяет достаточно точно определить характер атеросклеротического поражения, повреждение сосудистой стенки, позицию стента, наличие пролабирования элементов бляшки в просвет сосуда и неоэндотелизацию после ранее проведенного стентирования [4]. В ряде исследований данный метод показал свою безопасность и целесообразность [5–10].

В нашей статье представлен клинический случай применения stent-in-stent методики коррекции рестеноза баллонорасширяемым стентом с лекарственным покрытием правой внутренней сонной артерии с оценкой отдаленного результата лечения с помощью оптической когерентной томографии [11, 12].

Описание клинического случая

Пациент Ю., мужчина, 78 лет, поступил на плановое оперативное лечение с жалобами на головные боли, периодические головокружения, колебания артериального давления, общую слабость. В анамнезе заболевания: в 2000 году перенес острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) по ишемическому типу. Инфаркт миокарда (ИМ) в 2003 и 2012 годах. В начале 2015 года по данным компьютерной томографии с контрастированием артерий шеи и головы выявлен стеноз правой внутренней сонной артерии (ВСА) 75 %. В сентябре 2015 года проведено стентирование правой ВСА. Через год отмечает ухудшение состояния: возврат головных болей, головокружения, шум в ушах. Обследовался амбулаторно, по данным ультразвукового дуплексного сканирования магистральных артерий головы (УЗДС МАГ): выявлен рестеноз стента правой ВСА 90 %. Проведена компьютерная томография с ангиографией артерий головы и шеи. Рестеноз в правой ВСА подтвержден: 95 %. Госпитализирован для проведения ангиографии и решения дальнейшей тактики лечения.

По данным ангиографии правой ВСА (рис. 1) выявлен гемодинамически значимый рестеноз 95 % в ранее имплантированном стенте.

На основании данных обследования выставлен клинический диагноз.

Основной: Атеросклероз. Синдром Такаясу — Лериша. Рестеноз правой ВСА 95 %. Состояние после стентирования правой ВСА.

Осложнения: Хроническое нарушение мозгового кровообращения (ХНМК). Цереброваскулярное заболевание. Последствие перенесенного ОНМК в каротидном бассейне справа.

Сопутствующий: ИБС. Постинфарктный (2003, 2012 гг.) кардиосклероз. ХСН 2А. ФК 3 тест с 6-минутной ходьбой 320 м. Сахарный диабет 2-го типа, тяжелое течение, вторично инсулинопотребный. Диабетическая нефропатия, ангиопатия сосудов нижних конечностей. ХИНК 2А.

Рисунок 1. Ангиография правой ВСА, правая боковая проекция: рестеноз правой ВСА
Figure 1. Right ICA angiography, right lateral projection: right ICA restenosis

Пациенту было предложено хирургическое лечение: каротидная эндартерэктомия, учитывая наличие рестеноза в стенте, от которого он категорически отказался.

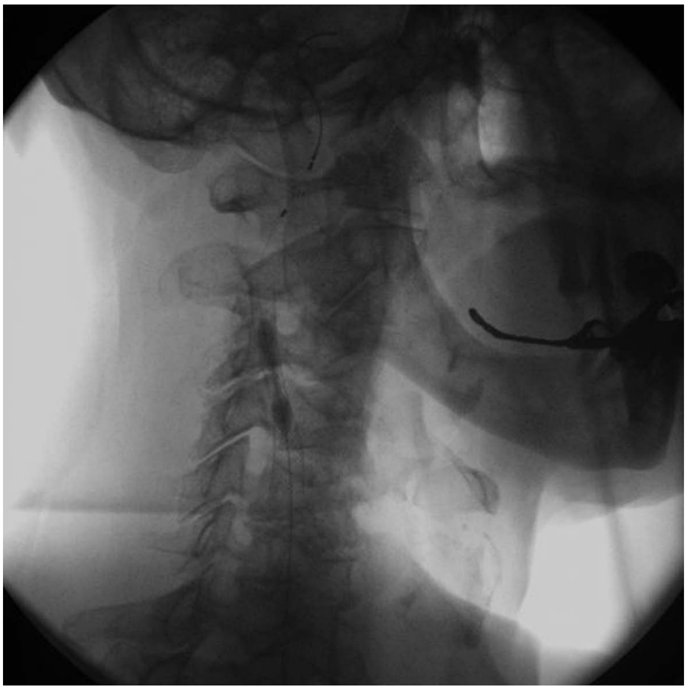


Рисунок 2. Ангиография правой ВСА, правая боковая проекция: предилатация правой ВСА не комплаенсным баллоном
Figure 2. Right ICA angiography, right lateral projection: right ICA predilation with non-compliant balloon

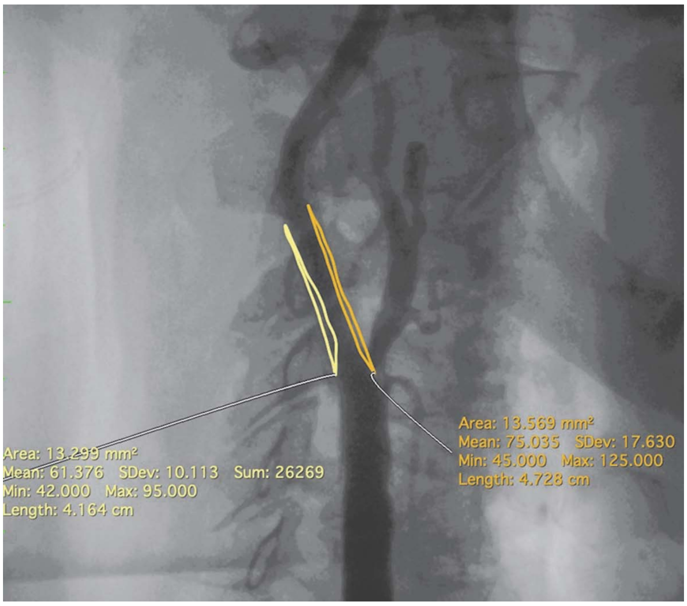


Рисунок 3. Ангиография правой ВСА, правая боковая проекция: гемодинамически значимый остаточный стеноз после баллонной ангиопластики
Figure 3. Right ICA angiography, right lateral projection: haemodynamically significant residual stenosis after balloon angioplasty

Ввиду ранее перенесенного ОНМК по ишемическому типу, наличия выраженной коморбидной патологии было принято решение о проведении баллонной ангиопластики правой ВСА правым трансрадиальным доступом с использованием дистальной системы защиты головного мозга.

Ход операции

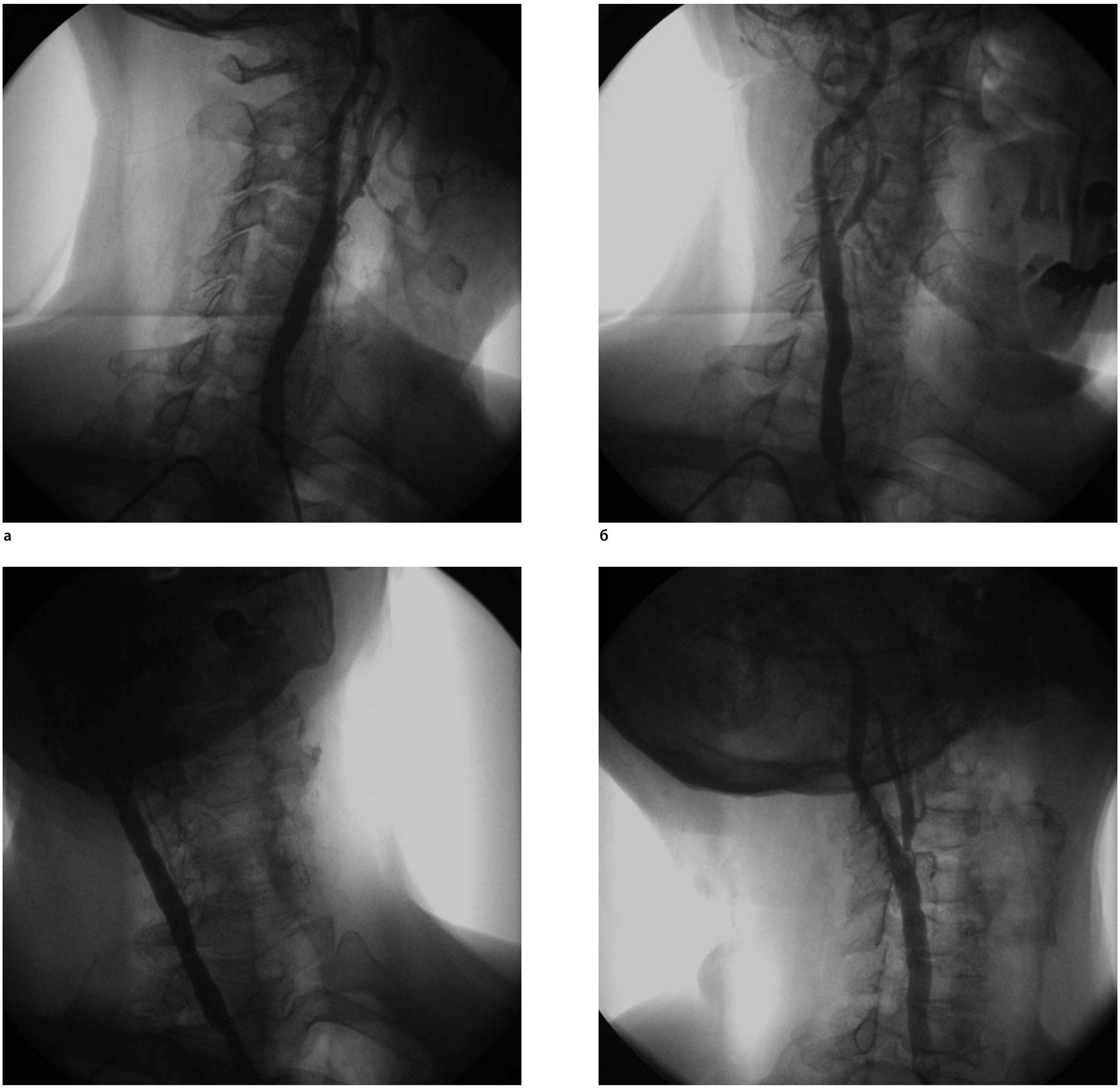
Выполнена проба Аллена правой кисти. Признаки замкнутого кровотока в правой кисти. Под местной анестезией раствором новокаина 0,25 % после обработки операционного поля раствором антисептика пунктирована по Сельдингеру правая лучевая артерия, в которую установлен интродьюсер 6 French (F). Катетером Simmons (SIM) (Cordis) 2 последовательно произведено контрастирование левой и правой общей сонной артерии (ОСА), наружной сонной артерии (НСА), ВСА — экстракраниальный отдел. В области средней трети ВСА справа определяется рестеноз в теле ранее имплантированного стента с ровными контурами 95 %. Слева стеноз ВСА — 55 %. Интракраниальные сосуды без особенностей с обеих сторон.

С помощью «якорной» [11] методики в правую ОСА установлен проводниковый катетер Judkins right (JR) 6F (Medtronic). Система дистальной защиты FilterWireâ (Boston Scientific) проведена за рестеноз, раскрыта. По проводнику выполнена ступенчатая предилатация стеноза баллонами высокого давления Empiraâ NC (Cordis) 3,5×20, 4,0×20, 4,5×20 мм, давлением до 18–20 атмосфер. Баллон удален (рис. 2).

При проведении баллонной ангиопластики восстановить просвет не удалось ввиду выраженной ригидности рестеноза. Многократные попытки не привели к должному результату. На контрольной ангиографии отмечался остаточный стеноз до 60 % (рис. 3).

Нами было решено применить stent-in-stent — методику коррекции рестеноза баллонорасширяемым стентом с лекарственным покрытием. Как известно, такого рода стенты не рекомендуются при их использовании в бифуркации и начальных отделах ВСА [12]. Принятию такого решения послужило отсутствие эффекта восстановления просвета в рестенозированном участке после проведенной многократной баллонной ангиопластики баллонами высокого давления. Поэтому было принято решение о проведении проб на пространственную ориентацию рестенозированного участка ВСА при повороте головы в разных плоскостях и выполнена мануальная компрессия данного участка с целью исключения деформации стента при различных условиях воздействия на рестенозированный участок (рис. 4, 5).

После проведенных проб мы убедились в том, что при различных пространственных изменениях и внешнем воздействии рестенозированный участок ВСА не подвергается деформации. После чего по проводнику имплантирован баллонорасширяемый стент с лекарственным покрытием Calipsoâ (AngioLine) 5,0×23 мм давлением 8 атмосфер по методике stent-in-stent (рис. 6).



а б в г

Рисунок 4. Ангиография правой ВСА, прямая проекция: а) поворот головы влево; б) поворот головы влево с наклоном к груди; в) поворот головы вправо; г) запрокидывание головы назад

Figure 4. Right ICA angiography, frontal projection: а) head leftwards; б) head leftwards, chest-tilted; в) head rightwards; г) head tilted backwards

После раскрытия стента отмечается полное восстановление просвета ВСА. Выполнена постдилатация баллоном Maverickâ (Boston Scientific) 6,0×20 мм давлением до 6 атм. На контрольной ангиографии: стент раскрыт полностью, остаточного стеноза, диссекции интимы не выявлено, интракраниальный бассейн ВСА без особенностей (рис. 7). Кровоток TICI. Катетер и интродьюсер удалены. Наложена давящая повязка.

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Повязка удалена через сутки. Пульс на правой лучевой артерии сохранен. Неврологический статус пациента удовлетворительный. Активация пациента через 2 часа после процедуры. Выписан в удовлетворительном состоянии на 3-и сутки после вмешательства.

Через 12 месяцев пациент повторно приглашен на контрольный осмотр. При физикальном осмотре

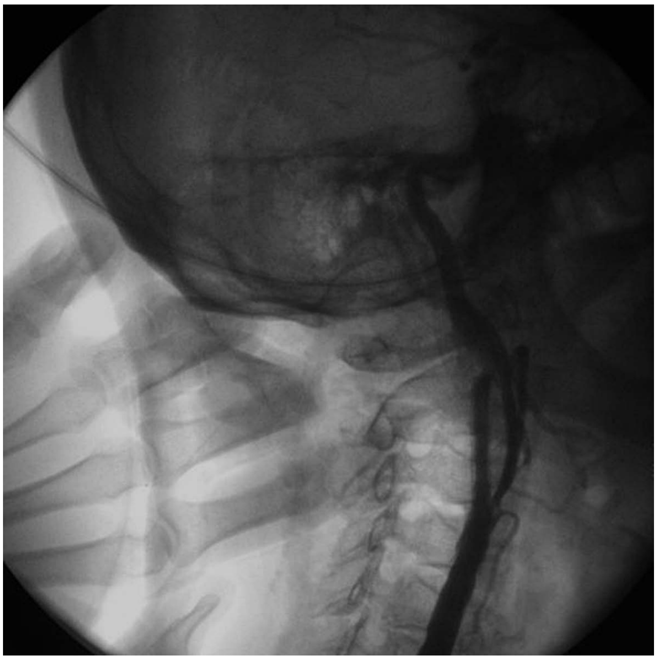


Рисунок 5. Ангиография правой ВСА, прямая проекция: поворот головы влево с мануальной компрессией рестенозированного участка
Figure 5. Right ICA angiography, frontal projection: head leftwards with manual restenosis compression

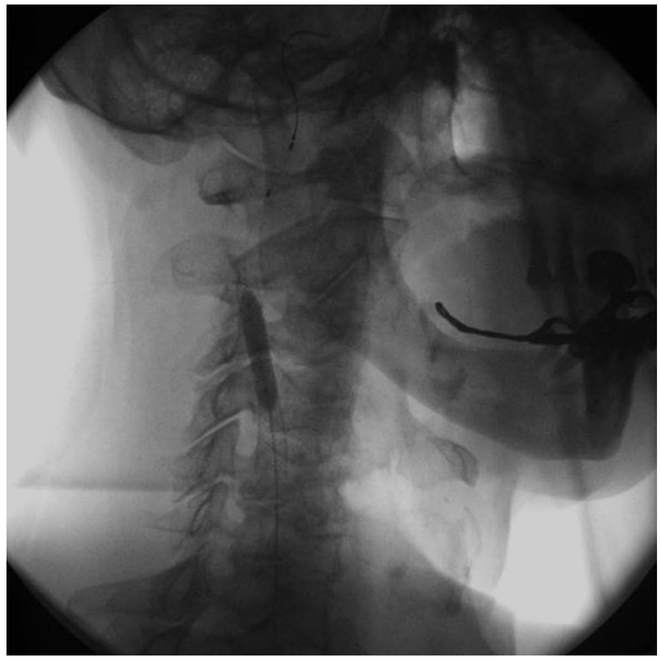
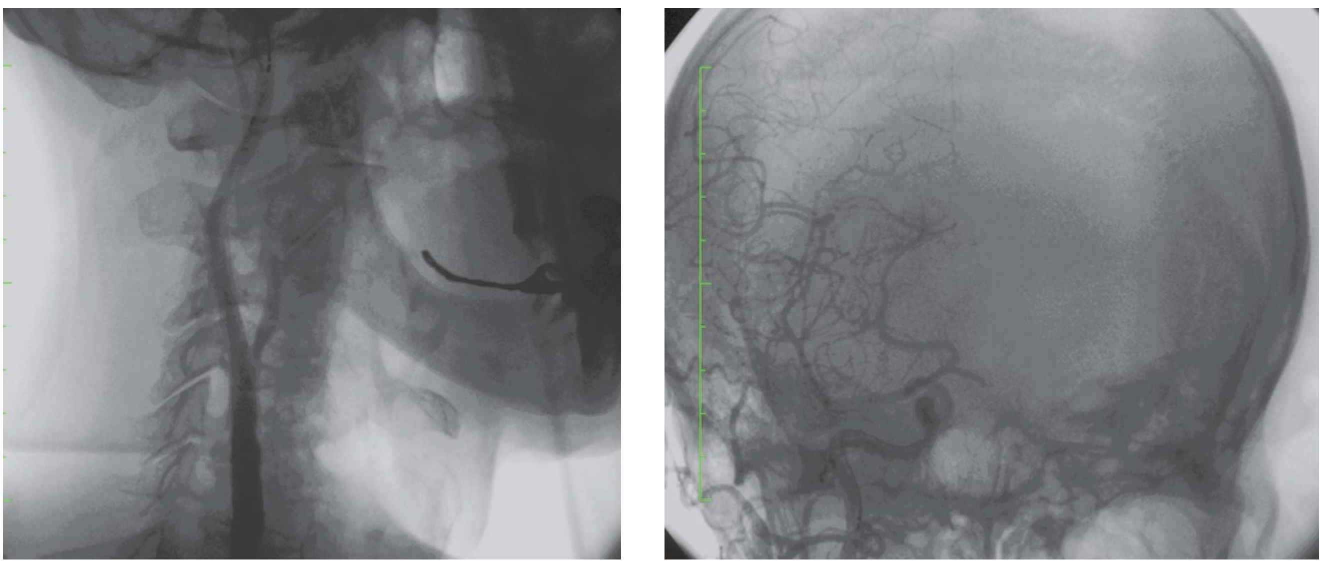


Рисунок 6. Ангиография ВСА. Правая боковая проекция. Имплантация stent-in-stent баллонорасширяемого стента с лекарственным покрытием
Figure 6. ICA angiography, right lateral projection. Stent-in-stent drug-coated balloon-expandable stenting



а б

Рисунок 7. а) ангиография ВСА. Правая боковая проекция. Результат после стентирования; б) церебральная ангиография. Прямая проекция. Церебральные сосуды без особенностей
Figure 7. a) ICA angiography, right lateral projection, after stenting; б) cerebral angiography, frontal projection, cerebral vessels without abnormalities

неврологического дефицита не выявлено. Проведено УЗДС МАГ: данных за рестеноз не выявлено. Выполнена ангиография ветвей дуги аорты: справа в ВСА рестеноза не выявлено, ранее имплантированный стент проходим (рис. 8).

Для оценки отдаленного результата лечения выполнена оптическая когерентная томография. По данным ОКТ отмечается равномерная неоэндотелизация в области стентов с сохранением адекватного просвета ВСА (рис. 9). Клинически пациент отмечает улучшение состояния.

Результаты и обсуждение

По сравнению с каротидной эндартерэктомией каротидное стентирование практически одинаково эффективно и менее инвазивно. Развитие рестеноза после КАС является редким и, что наиболее важно, бессимптомным [13]. По данным исследования CREST рестеноз составил всего 0–6 %, что является достаточно маленьким показателем с учетом большого количества исследуемых. Тем не менее небольшой процент клинически и гемодинамически значимых рестенозов требует коррекции. На сегодня нет однозначного решения данной проблемы [14, 15].

Поэтому в данном клиническом случае нами была использована методика stent-in-stent коррекции рестеноза с применением баллонорасширяемого стента с лекарственным покрытием. Данная тактика лечения нами была принята в связи с наличием гемодинамически и клинически значимого рестеноза ВСА, отказа пациента от КЭАЭ и отсутствием должного эффекта от баллонной ангиопластики. Мы подошли осознанно к выполнению коррекции рестеноза таким способом, исходя из проведенных проб на потенциальную деформацию стента, которые показали отсутствие деформирующих факторов воздействия на рестенозированный участок ВСА.

Применение внутрисосудистых методов визуализации значительно расширяет наши возможности в понимании и оценке эндоваскулярных событий. В данном случае оптическая когерентная томография дала нам возможность адекватно оценить позицию стентов и неоэндотелизацию сосудистой стенки в отдаленном периоде и доказать эффективность примененной нами методики.

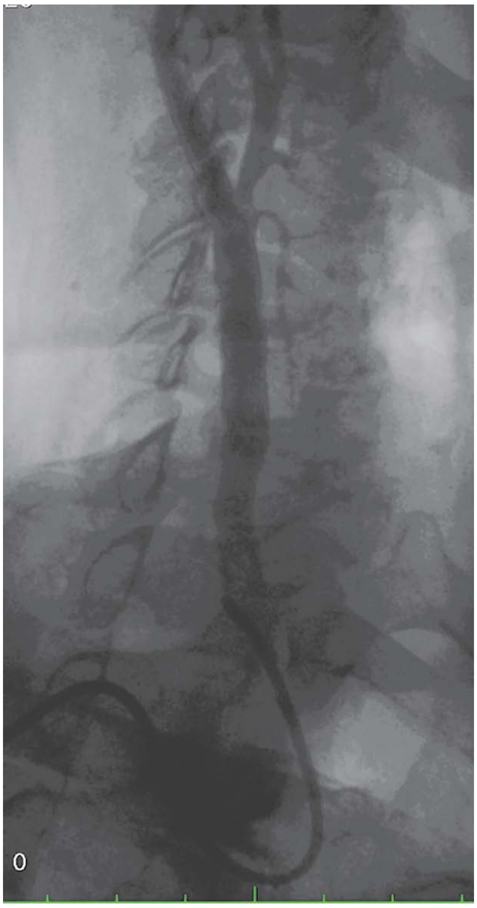


Рисунок 8. Ангиография ВСА. Правая боковая проекция. Результат через 12 месяцев. Отсутствие рестеноза
Figure 8. ICA angiography, right lateral projection, after 12 months, absent restenosis

Заключение

Таким образом, данный клинический случай показал возможность применения баллонорасширяемых

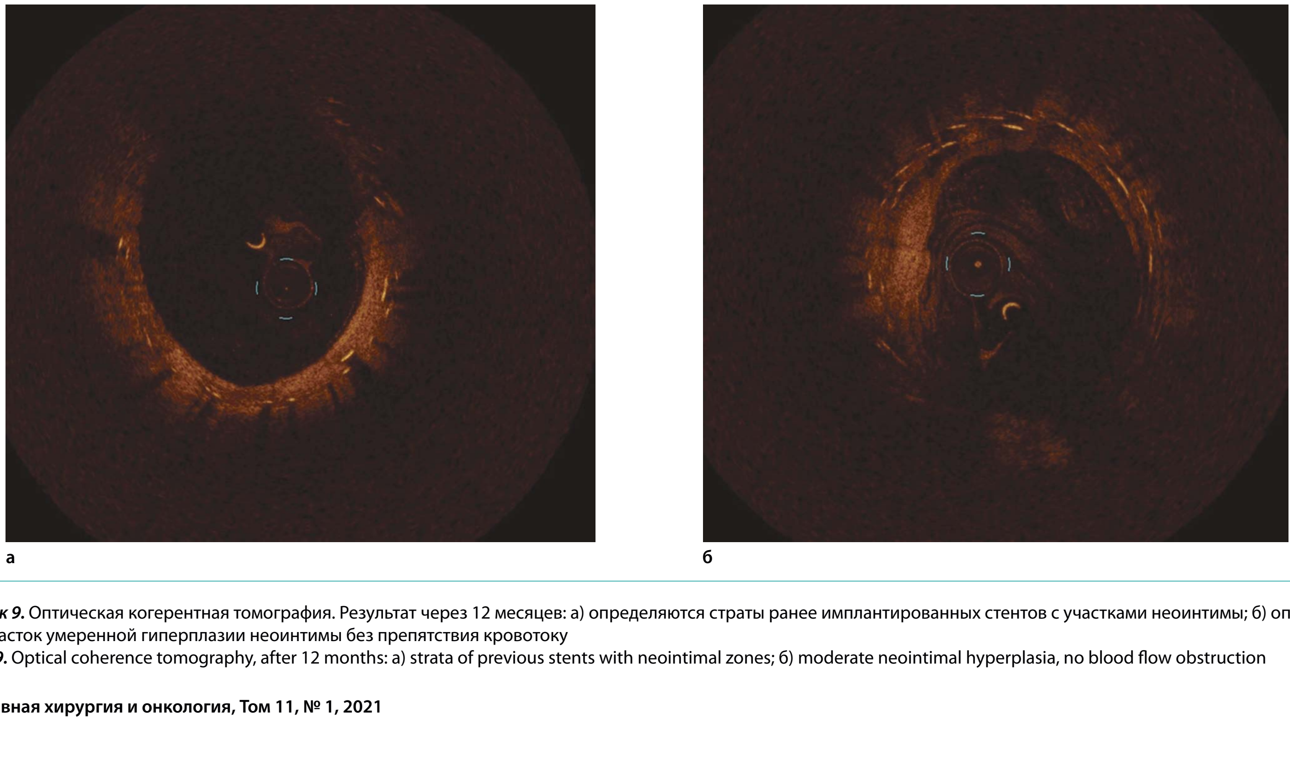


Рисунок 9. Оптическая когерентная томография. Результат через 12 месяцев: а) определяются страты ранее имплантированных стентов с участками неоинтимы; б) определяется участок умеренной гиперплазии неоинтимы без препятствия кровотоку
Figure 9. Optical coherence tomography, after 12 months: а) strata of previous stents with neointimal zones; б) moderate neointimal hyperplasia, no blood flow obstruction

стентов с лекарственным покрытием при лечении рестеноза в стенте во внутренней сонной артерии, но только лишь в тех случаях, когда проводится адекватная оценка пери- и постпроцедуральных осложнений и нет возможности применения альтернативных методов лечения.

В данном клиническом случае stent-in-stent методика стентирования оказалась наиболее приемлема и безопасна для пациента, что подтверждено результатами оптической когерентной томографии.

На наш взгляд, клинически значимые рестенозы в ранее стентированных каротидных артериях требуют дальнейшего изучения и представленный клинический случай является единичным решением данной проблемы.

Информированное согласие.
Информированное согласие пациента на публикацию своих данных получено.

Информация о конфликте интересов.
Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве.
Данная работа не финансировалась.

Список литературы / References

1 Merchán-Baeza J.A., Gonzalez-Sanchez M., Cuesta-Vargas A. Clinical effect size of an educational intervention in the home and compliance with mobile phone-based reminders for people who suffer from stroke: protocol of a randomized controlled trial. J MIR Res Protoc. 2015;4(1):e33. DOI: 10.2196/resprot.4034

2 Rosenfield K., Matsumura J.S., Chaturvedi S., Riles T., Ansel G.M., Metzger D.C., et al. Randomized trial of stent versus surgery for asymptomatic carotid stenosis. N Engl J Med. 2016;374(11):1011–20. DOI: 10.1056/NEJMoa1515706

3 Dai Z., Xu G. Restenosis after carotid artery stenting. Vascular. 2017;25(6):576–86. DOI: 10.1177/1708538117706273

4 Toutouzas K., Karanasos A., Tousoulis D. Optical coherence tomography for the detection of the vulnerable plaque. Eur Cardiol. 2016;11(2):90–5. DOI: 10.15420/ecr.2016:29:2

5 Yoshimura S., Kawasaki M., Yamada K., Hattori A., Nishigaki K., Minatoguchi S., et al. OCT of human carotid plaques. JACC Cardiovasc Imaging. 2011;4(4):432–6. DOI: 10.1016/j.jcmg.2011.01.013

6 Yoshimura S., Kawasaki M., Yamada K., Enomoto Y., Egashira Y., Hattori A., et al. Visualization of internal carotid artery atherosclerotic plaques in symptomatic and asymptomatic patients: a comparison of optical coherence tomography and intravascular ultrasound. Am J Neuroradiol. 2012;33(2):308–13. DOI: 10.3174/ajnr.A2740

7 Dohad S., Zhu A., Krishnan S., Wang F., Wang S., Cox J., et al. Optical coherence tomography guided carotid artery stent procedure: technique and potential applications. Catheter Cardiovasc Interv. 2018;91(3):521–30. DOI: 10.1002/ccd.27344

8 de Donato G., Pasqui E., Alba G., Giannace G., Panzano C., Cappelli A., et al. Clinical considerations and recommendations for OCT-guided carotid artery stenting. Expert Rev Cardiovasc Ther. 2020;18(4):219–29. DOI: 10.1080/14779072.2020.1756777

9 Harada K., Kajihara M., Sankoda Y., Taniguchi S. Efficacy of post-dilatation during carotid artery stenting for unstable plaque using closed-cell design stent evaluated by optical coherence tomography. J Neuroradiol. 2019;46(6):384–9. DOI: 10.1016/j.neurad.2019.03.006

10 Wang X., Lu W., Wang X., Pan L., Fu W., Liu Q., et al. Drug-coated balloon angioplasty: predicting outcomes based on different patterns of drug-eluting stent restenosis. Int J Cardiovasc Imaging. 2020;36(2):171–8. DOI: 10.1007/s10554-019-01681-y

11 Kedev S. Transradial carotid artery stenting: examining the alternatives when femoral access is unavailable. Interv Cardiol. 2014;6(5):463–75.

12 Park J.H., Lee J.H. Carotid artery stenting. Korean Circ J. 2018;48(2):97–113. DOI: 10.4070/kcj.2017.0208

13 Müller M.D., Lyrer P., Brown M.M., Bonati L.H. Carotid artery stenting versus endarterectomy for treatment of carotid artery stenosis. Cochrane Database Syst Rev. 2020;2(2):CD000515. DOI: 10.1002/14651858.CD000515.pub5

14 Lal B.K., Meschia J.F., Howard G., Brott T.G. Carotid stenting versus carotid endarterectomy: what did the carotid revascularization endarterectomy versus stenting trial show and where do we go from here? Angiology. 2017;68(8):675–82. DOI: 10.1177/0003319716661661

15 Rizwan M., Aridi H.D., Dang T., Alshwaily W., Nejim B., Malas M.B. Long-term outcomes of carotid endarterectomy and carotid artery stenting when performed by a single vascular surgeon. Vasc Endovascular Surg. 2019;53(3):216–23. DOI: 10.1177/1538574418823379