

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРИ КАРОТИДНОМ СТЕНТИРОВАНИИ

Ю.В. ЧЕРЕДНИЧЕНКО

КУ «Днепропетровская областная клиническая больница имени И.И. Мечникова»

***Conflict of Interest Statement (We declare that we have no conflict of interest).**

*Заява про конфлікт інтересів (Ми заявляємо, що у нас немає ніякого конфлікту інтересів).

*Заявление о конфликте интересов (Мы заявляем, что у нас нет никакого конфликта интересов).

***No human/animal subjects policy requirements or funding disclosures.**

*Жодний із об'єктів дослідження (людина/тварина) не підпадає під вимоги політики щодо розкриття інформації фінансування.

*Ни один из объектов исследования не подпадает под политику раскрытия информации финансирования.

*Date of submission — 01.09.17

*Date of acceptance — 13.09.17

*Дата подачі рукопису — 01.09.17

*Дата ухвалення — 13.09.17

*Дата подачі рукописи — 01.09.17

*Дата одобрения к печати — 13.09.17

Цель работы — улучшить результаты каротидного стентирования за счет оптимизации выбора метода и инструментов противоэмболической защиты и дизайна каротидного стента в зависимости от характеристик атеросклеротической бляшки и морфологии сонных артерий.

Материалы и методы. В эндоваскулярном центре Днепропетровской областной клинической больницы имени И.И. Мечникова за последние 15 лет выполнено 479 каротидных стентирований экстракраниальных сегментов сонных артерий у 411 пациентов в возрасте от 41 до 82 лет. Все операции проведены с использованием разных типов противоэмболических систем защиты (дистального, проксимального или их сочетания) и дизайна каротидных стентов.

Результаты. Установлены высокая эффективность и низкий уровень осложнений каротидного стентирования. Послеоперационная смертность составила 0,73 %. Интраоперационные эмболические осложнения отмечены в 0,73 % наблюдений, реперфузионный синдром — в 1,7 %, местные осложнения в месте пункции бедренной артерии — в 1,95 %. Ипсилатеральный ишемический инсульт развился в 2 (0,49 %) случаях в течение первых 30 дней наблюдения после каротидного стентирования и в 4 (0,97 %) — в течение 5 лет.

Выводы. Эндоваскулярные методы в лечении стенозов экстракраниальных отделов внутренних сонных артерий являются эффективными и ассоциируются с небольшим риском осложнений, который можно уменьшить за счет дифференцированного выбора инструментов и методов противоэмболической защиты, дизайна каротидных стентов с учетом характеристик атеросклеротической бляшки и морфологии сонных артерий.

Ключевые слова: каротидное стентирование, противоэмболическая защита, дизайн стента.

DOI 10.26683/2304-9359-2017-3(21)-53-66

Ишемические нарушения мозгового кровообращения доминируют в структуре цереброваскулярных расстройств. Количество ишемических инсультов в 4 раза выше, чем геморрагических [1, 2]. Поэтому проблема лечения и профилактики ишемических инсультов является актуальной.

Профилактика ишемического инсульта — основная цель реваскуляризирующей операции на сонных артериях. Критерии отбора пациентов для проведения таких операций определены в ряде исследований: *NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial)*, *ECST (European Carotid Surgery Trial)*, *ACAS (Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study)* и *ACST (Asymptomatic Carotid Surgery Trial)* [3, 8, 9, 15, 17].

В последнее время каротидное стентирование зарекомендовало себя как эффективная и малотравматичная альтернатива классической каротидной эндатерэктомии. Ранее этот метод использовали лишь при повышенном риске выполнения каротидной эндатерэктомии [11, 12, 19, 21].

Несмотря на то, что сегодня каротидное стентирование является одной из наиболее продуманных, безопасных и эффективных высокотехнологичных операций, улучшить его результаты можно за счет уменьшения риска перипроцедурных ишемических инсультов. Для этого необходимо оптимизировать выбор инструментов и методов противэмболической защиты, а также дизайн стента с учетом особенностей морфологии сонных артерий и характеристик атеросклеротической бляшки.

Цель работы — улучшить результаты каротидного стентирования за счет оптимизации выбора метода и инструментов противэмболической защиты и дизайна каротидного стента в зависимости от характеристик атеросклеротической бляшки и морфологии сонных артерий.

Материалы и методы

В эндоваскулярном центре Днепропетров-

Чердиченко Юрий Витальевич
кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург
КУ «Днепропетровская областная клиническая
больница имени И.И. Мечникова»
Адрес: 49021, г. Днепр, ул. Краснопресненская, 61
Тел. моб.: (050) 363-60-91
E-mail: yuritch@ua.fm

ской областной клинической больницы имени И.И. Мечникова в последние 15 лет выполнено 479 каротидных стентирований экстракраниальных сегментов сонных артерий у 411 пациентов в возрасте от 41 до 82 лет.

Ишемические инсульты перенесли более половины пациентов (53,0 %), транзиторные ишемические атаки — 26,3 %. У остальных пациентов таких клинических проявлений стенотического поражения артерий головы не было, однако риск развития ишемического инсульта головного мозга оценивался как высокий по степени стенозирования артерии и состоянию поверхности бляшки. У большинства пациентов отмечено когнитивное снижение различной степени по Монреальской шкале оценки когнитивных функций.

Всем больным при поступлении в стационар проводили рентгенокомпьютерную томографию, ультразвуковую доплерографию экстра- и интракраниальных артерий с определением характеристик бляшки, селективную ангиографию всех церебральных бассейнов. Для изучения резервов коллатерального кровотока ангиографию выполняли с компрессионными пробами. Тактику лечения выбирали на основании клинической картины, срока ишемии, степени выраженности стеноза артерий, резервов коллатерального кровообращения, характеристики атеросклеротических бляшек, уровня и протяженности стеноза или окклюзии. Проанализированы данные о гемоперфузии разных зон мозга и ее динамики после каждого хирургического этапа. КТ-перфузиографию головного мозга проводили пациентам для определения соотношения зоны инфаркта мозга и зоны «полутени», механизмов компенсации снижения скорости объемного кровотока, при мультифокальном стенотическом поражении — для определения бассейна, в котором показатели гемоперфузии страдали наиболее сильно или механизмы ее компенсации были наиболее напряжены.

Для определения срока ишемии и в ранний послеоперационный период для определения наличия или отсутствия «субклинических» эмболических ишемических инсультов выполняли магнитно-резонансную томографию (МРТ) головного мозга с DWI-протоколом.

Во всех случаях стентирования экстра-

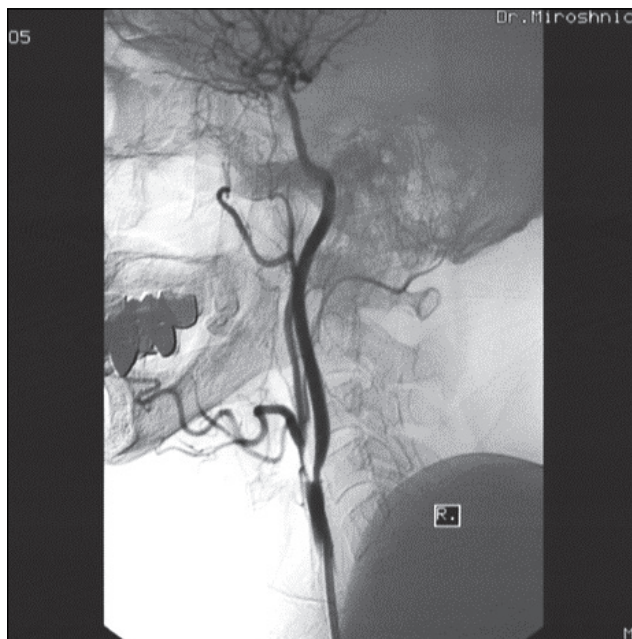


Рис. 1. Каротидная ангиограмма справа (боковая проекция): стеноз в луковиче внутренней сонной артерии

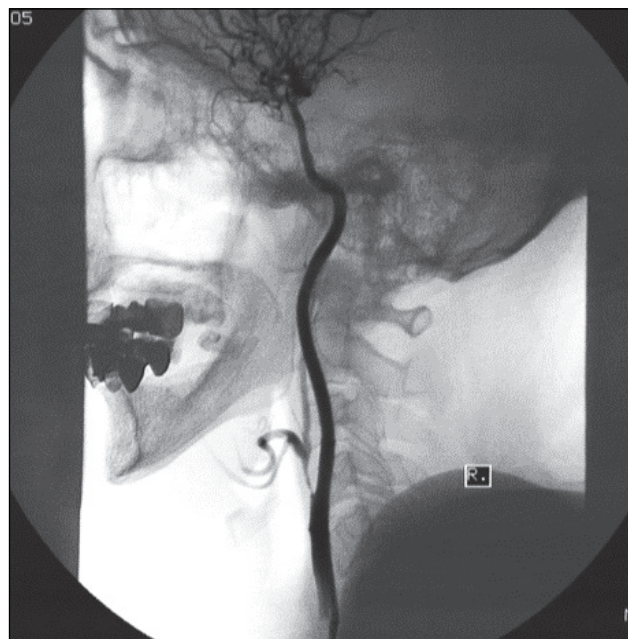


Рис. 2. Послеоперационная каротидная ангиограмма справа (боковая проекция): стеноз в луковиче внутренней сонной артерии устранен посредством стентирования с дистальной противоэмболической защиты

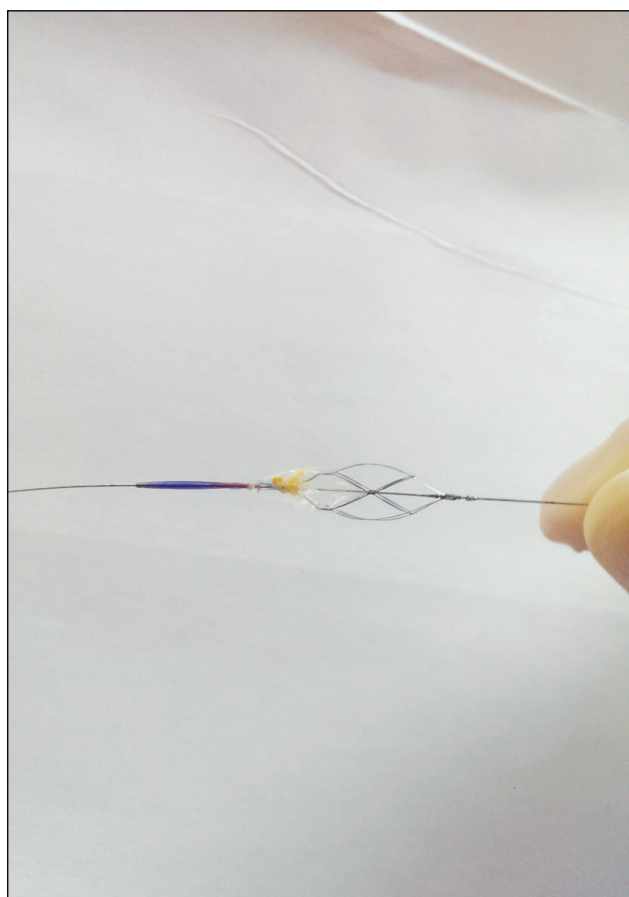


Рис. 3. Корзинка дистального противоэмболического защитного устройства AccUNET «Abbott Vascular», извлеченного из артериального русла после операции каротидного стентирования. Видна масса атерогенного дебриса на фильтре

краниальных сегментов внутренних сонных артерий (ВСА) использовали противоэмболические защитные устройства разного типа: дистальные (445 операций), проксимальные (16 операций) и их комбинацию (18 операций).

Дистальные противоэмболические устройства применяли во всех случаях, когда риск их использования не оценивали как повышенный (рис. 1 и 2). При выраженных деформациях в начальном отделе ВСА предпочтение отдавали дистальным противоэмболическим системам *Spider FX Embolic Protection Device (Covidien)*, которые проводили по предварительно заведенному в ВСА за зону поражения проводнику 0,014". Это позволяло более аккуратно провести фильтр через зону поражения.

В 41,5 % случаев использования дистальных противоэмболических устройств на фильтре устройства после извлечения из артериального русла определялся атерогенный эмболический дебрис (рис. 3). Это не коррелировало с такими признаками, как гетерогенность или «осложненность» бляшки.

К факторам риска использования противоэмболических устройств дистального типа при стенозах в С₁-сегменте ВСА относили: протяженный стеноз, «осложненный» субтотальный стеноз, грубые деформации ВСА над

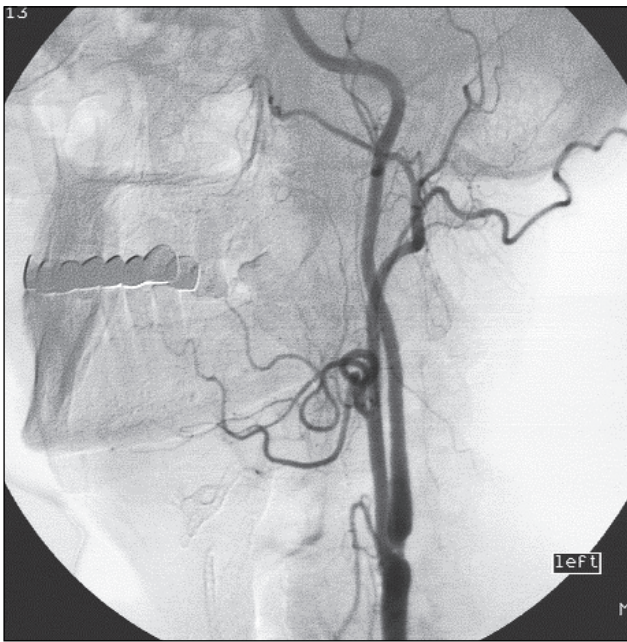


Рис. 4. Каротидная ангиограмма слева (полу-боковая проекция): субтотальный стеноз в луковнице внутренней сонной артерии

зоной стеноза. В таких ситуациях предпочтительнее отдавали использованию проксимального противэмболического устройства *Mo.Ma Ultra (Medtronic)* [20] (рис. 4–6).

Методики комбинированного использования разных типов противэмболических

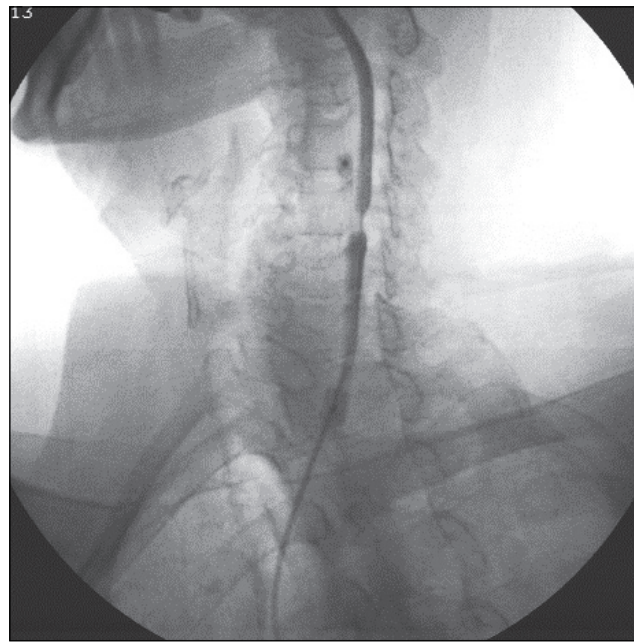


Рис. 5. Интраоперационная флюороскопия: определяется стагнация кровотока по сонной артерии на этапе стентирования вследствие раскрытия баллонов проксимальной противэмболической системы *Mo.Ma Ultra*

защитных устройств («Способ противэмболической защиты при каротидном стентировании у пациентов с протяженными и критическими стенозами, стенозами начального сегмента внутренней сонной артерии с высокой степенью эмбологенности, с нетолерантностью к временной окклюзии сонной артерии» и «Способ противэмболической защиты при каротидном стентировании у пациентов со стенозом начального сегмента внутренней сонной артерии в сочетании с окклюзией офтальмической артерии, с нетолерантностью к временной окклюзии сонной артерии») были впервые разработаны и применены в нашем центре для пациентов с повышенным риском использования дистальной противэмболической защиты как самостоятельного метода противэмболической защиты, которые не имели толерантности к окклюзии сонной артерии. С использованием таких методов было выполнено 13 операций стентирования в С₁-сегменте ВСА (рис. 7–10).

В 2 наблюдениях были реканализированы и стентированы хронические окклюзии ВСА с применением проксимальной противэмболической защиты (рис. 11–15).

С накоплением опыта стали ясны преимущества и недостатки каждого типа дизайна

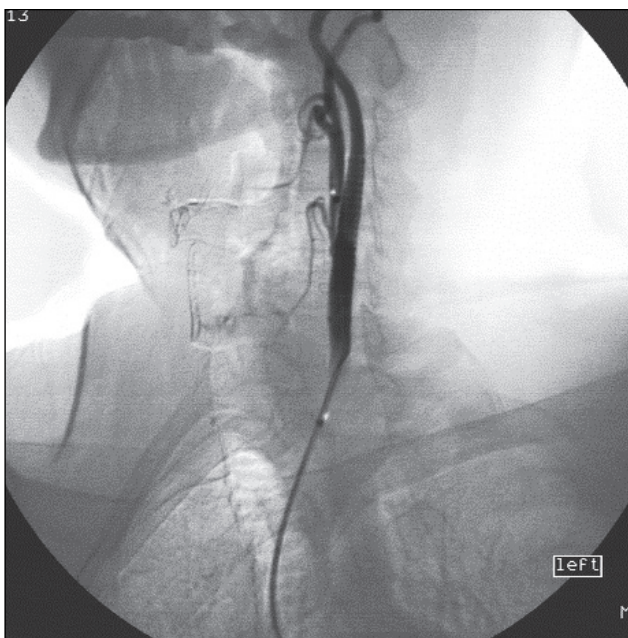


Рис. 6. Каротидная ангиограмма слева послеоперационная (полубоковая проекция): кровотоки восстановлены после удаления атерогенного дебриса из сонной артерии путем аспирации. Стеноз в луковнице внутренней сонной артерии устранен



Рис. 7. Каротидная ангиограмма справа (полуобочковая проекция): субтотальный стеноз в луковиче внутренней сонной артерии (пациент с разобщением виллизиева круга по переднему полукольцу)

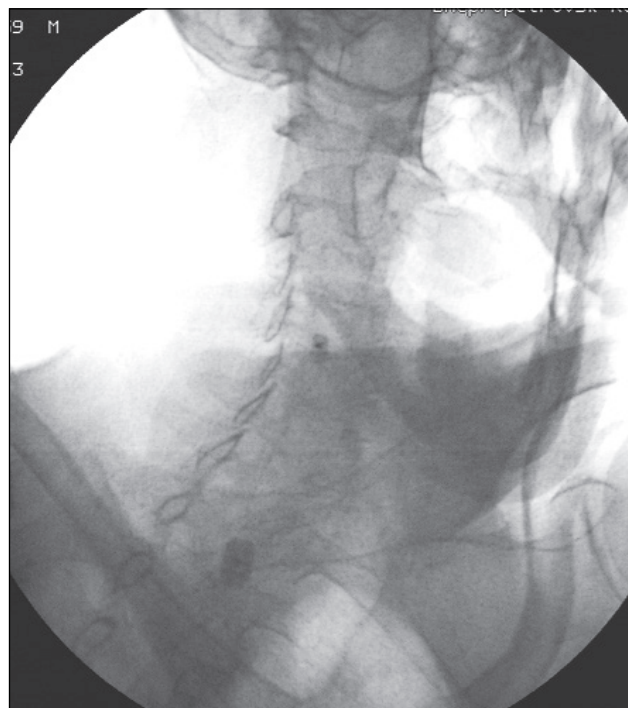


Рис. 8. Интраоперационная флюороскопия: баллоны проксимальной противоземболической системы Mo.Ma Ultra раскрыты в общей сонной и наружной сонной артериях. Кровоток по внутренней сонной артерии остановлен до проведения и раскрытия дистального противоземболического устройства во внутренней сонной артерии за зону стеноза

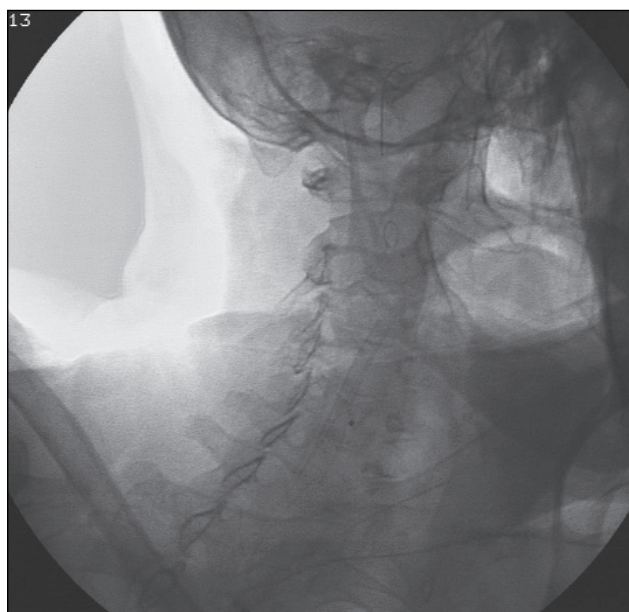


Рис. 9. Интраоперационная флюороскопия: баллоны проксимальной противоземболической системы Mo.Ma Ultra сдвигаются после установки дистального противоземболического устройства. Этап ангиопластики стеноза и имплантации стента проведен с дистальной противоземболической защитой. Контрастируется раскрытый каротидный стент, петля корзинки дистального противоземболического устройства FilterWire «Boston Scientific», метки сдвинутых баллонов проксимальной противоземболической системы Mo.Ma Ultra

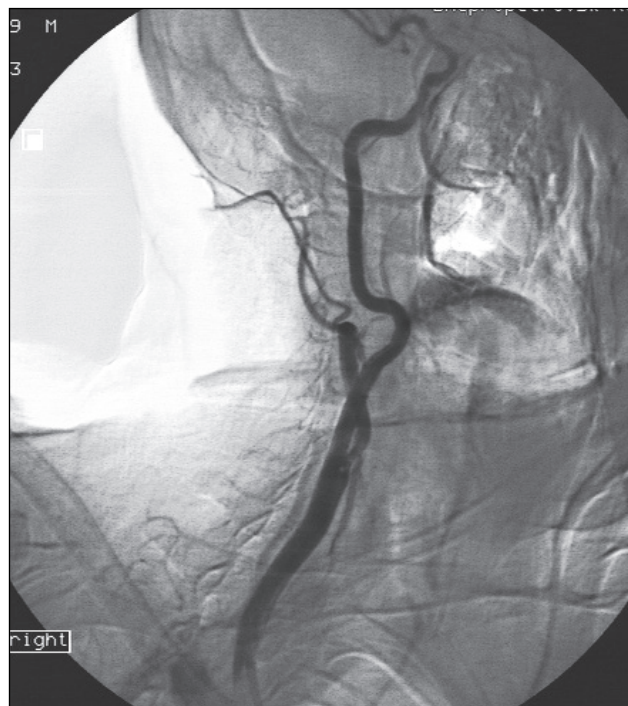


Рис. 10. Каротидная ангиограмма справа послеоперационная (полуобочковая проекция): стеноз в луковиче внутренней сонной артерии устранен

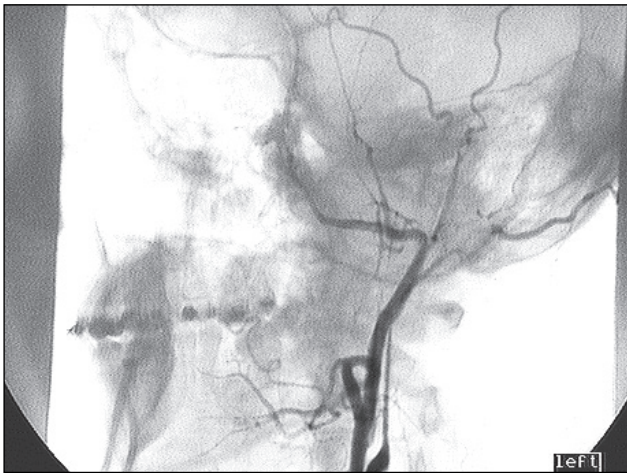


Рис. 11. Каротидная ангиограмма слева (полу-боковая проекция): окклюзия левой внутренней сонной артерии (фибромускулярная дисплазия)

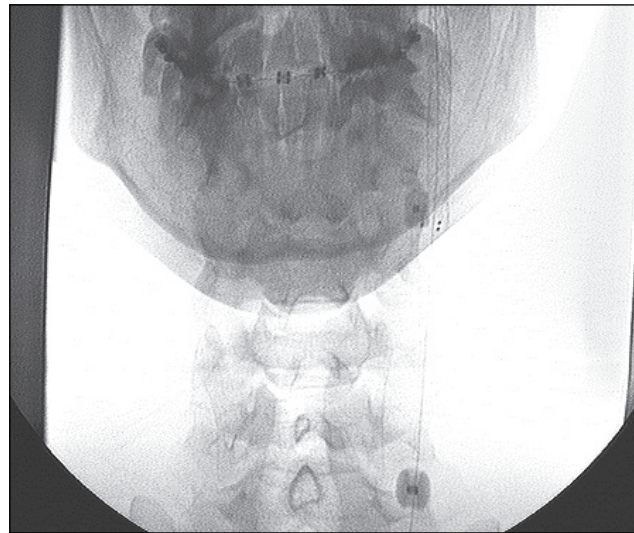


Рис. 12. Интраоперационная флюороскопия: контрастируются баллоны проксимальной противэмболической системы Mo.Ma Ultra и стент во внутренней сонной артерии



Рис. 13. Интраоперационная ангиография: субтотальный стеноз (организованный пристеночный тромб) в C₂-C₃-сегментах левой внутренней сонной артерии



Рис. 14. Интраоперационная флюороскопия после ангиопластики и стентирования дистального стеноза в C₂-C₃-сегментах левой внутренней сонной артерии (стент Wingspan «Boston Scientific»): контрастируются метки и структура обоих стентов



Рис. 15. Послеоперационная каротидная ангиограмма слева (полу-боковая проекция): проходимость окклюзированной левой внутренней сонной артерии восстановлена

каротидного стента. Стали уделять особое внимание выбору оптимального стента в соответствии с определенными морфологическими характеристиками сонных артерий и атеросклеротической бляшки.

Известно, что механические свойства саморасширяющихся стентов определяются их дизайном [14]. Существуют три типа дизайна каротидных стентов: с закрытым и открытым дизайном ячейки и двухслойные (*double-mesh*) [4, 16].

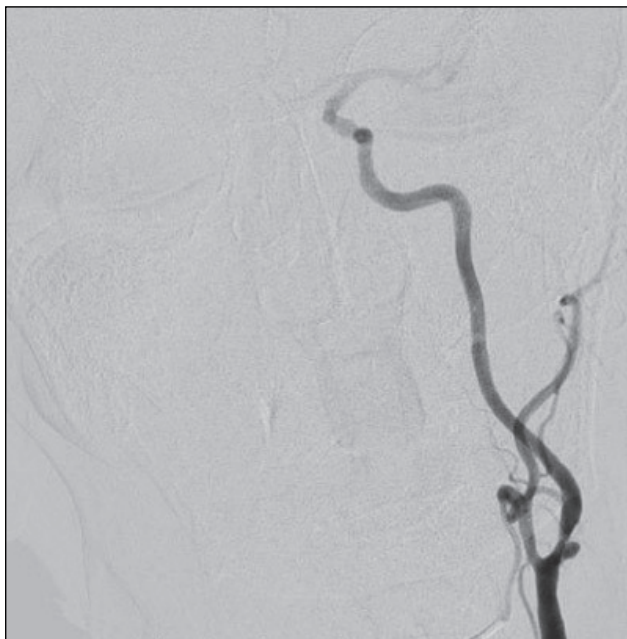


Рис. 16. Доопераційна каротидна ангиограма зліва (пряма проекція): грубий ускладнений стеноз в луковичі внутрішньої сонної артерії з великим ізязвлениєм

Для м'яких «гіпоэхогенних» і «гетерогенних» бляшок дуже важливо уникнути ризику пролабірування фрагментів атеросклеротическої бляшки в просвіт артерії через ячійки стента, що більш ймовірно при використанні стентів з відкритим дизайном ячійки [5, 7, 10, 13, 18, 22, 23]. В такій ситуації стент повинен повністю і щільно накривати атеросклеротическу бляшку. Це умовина досягається при використанні стентів з закритим дизайном ячійки і double-mesh-стентів.

Однако для стентів з закритим дизайном ячійки характерна більша ригідність і зменшена конформність стента, що в випадку извитості сонної артерії в сегменті імплантації стента може викликати посилення деформації, формування септального стеноза за краями стента і значительне порушення гемодинаміки [6].

Double-mesh-стенти мають значительну більшу конформність при тому, що вони щільно накривають атеросклеротическу бляшку за рахунок другого шару з малим діаметром ячійки. Стенти з малим діаметром ячійки другого шару мають перевагу при використанні в ситуаціях, коли поверхня бляшки має великі ізязвленія. За рахунок найбільш щільного накривання бляшки кровоток в ізязвленіях часто виключається одразу, що



Рис. 17. Післяопераційна каротидна ангиограма зліва (пряма проекція): імплантований double-mesh каротидний стент Casper (MicroVention), грубий стеноз в луковичі внутрішньої сонної артерії усунутий, ізязвленіє в бляшці не контрастується

зменшує ризик дистальної емболії з них після операції (рис. 16 і 17).

Незважаючи на переваги двохшарових стентів їх конформність все менше, ніж у стентів з відкритою ячійкою (рис. 18 і 19), тому, якщо йдеться про каротидне стентування, коли має місце значительна деформація сонної артерії в сегменті стентування, особливо при наявності септального стеноза, ми віддавали перевагу використанню каротидного стента з відкритою ячійкою, правильна імплантація якого дозволяє усунути як стеноз, викликаний атеросклеротическою бляшкою, так і септальний стеноз в деформації (рис. 20 і 21). Перед цим слід оцінити атеросклеротическу бляшку і ризики її пролабірування через структуру стента з відкритим дизайном ячійки.

Для усунування ригідних стенозів сонних артерій (к которым відносяться рестенози після каротидної ендартеректомії), а також протяжених стенозів на сегментах сонних артерій без деформацій віддавали перевагу стентам з закритим дизайном ячійки, що мають найбільш радіальну упругість (рис. 22 і 23) і доступної серед них модифікацією з найбільш довгою (*Carotid Wallstent (Boston Scientific)*) (рис. 24 і 25).



Рис. 18. Доопераційна каротидна ангиограма (побікова проекція): грубий ускладнений стеноз в луковичці внутрішньої сонної артерії з великим ізязвленим в поєднанні з S-образною деформацією в C₁-сегменті внутрішньої сонної артерії

Результати

Устранение стеноза или окклюзии сонной артерии достигнуто в 100 % случаев. В 85,15 % наблюдений (350 пациентов) отмечено улучшение в неврологическом статусе, подтвержденное по шкале *NIHSS* (*National Institutes of Health Stroke Scale*), модифицированной шкале Ренкина, Монреальской шкале оценки когнитивных функций. У 46 пациентов (11,2 %) состояние оставалось стабильным, без ухудшения в неврологическом статусе.

У 3 (0,73 %) пациентов зафиксированы «малые» эмболические ишемические инсульты, подтвержденные МРТ в DWI-режиме в ранний послеоперационный период, с полным последующим регрессом симптоматики на фоне консервативной терапии.

У 2 (0,49 %) пациентов ишемический инсульт развился в течение первых 30 дней наблюдения: в одном случае с полным регрессом симптоматики, в другом случае



Рис. 19. Послеопераційна каротидна ангиограма зліва (побікова проекція): імплантований double-mesh каротидний стент Casper (*MicroVention*), грубий стеноз в луковичці внутрішньої сонної артерії усунутий, ізязвлення в бляшці не контрастується, однак S-образна деформація в C₁-сегменті внутрішньої сонної артерії декількома переложена з формуванням незначительної септи

сформувалася стійкий неврологічний дефіцит.

Синдром гіперперфузії розвивався в 7 (1,7 %) спостереженнях з повним регресом симптоматики в наступному.

Послеопераційна летальність складала 0,73 % (3 пацієнта).

Місцеві ускладнення в місці пункції артерії спостерігали в 8 (1,95 %) випадках.

В віддалений період (5-річний період спостереження) виявлено 4 (0,97 %) ішемічних інсультів в басейні каротидної артерії, в якому було виконано каротидне стентування.

Обсуждение

Анализ послеоперационной летальности



Рис. 20. Дооперационная каротидная ангиограмма слева (полубоковая проекция): стеноз в луковнице внутренней сонной артерии с небольшим изъязвлением в сочетании с деформацией над луковницей внутренней сонной артерии с грубым септальным стенозом



Рис. 21. Послеоперационная каротидная ангиограмма слева (полубоковая проекция): имплантирован каротидный стент с открытым дизайном ячейки Mer (Balton), стеноз в луковнице внутренней сонной артерии устранен, кривизна деформации стала более полой, септальный стеноз в деформации также устранен стентом

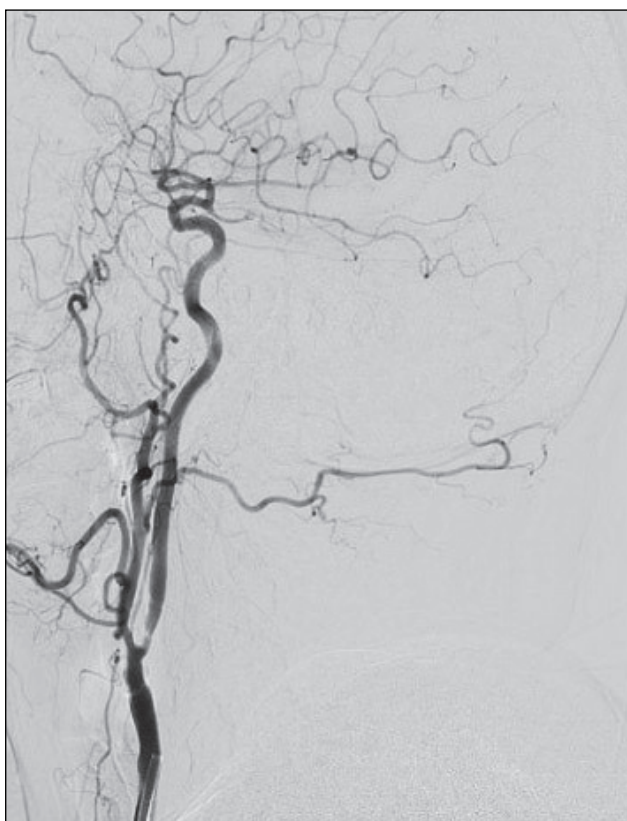


Рис. 22. Дооперационная каротидная ангиограмма справа (боковая проекция): грубый рестеноз после каротидной эндартерэктомии (через 7 мес)



Рис. 23. Послеоперационная каротидная ангиограмма справа (боковая проекция): имплантирован каротидный стент с закрытым дизайном ячейки Carotid Wallstent (Boston Scientific), рестеноз в луковнице внутренней сонной артерии устранен

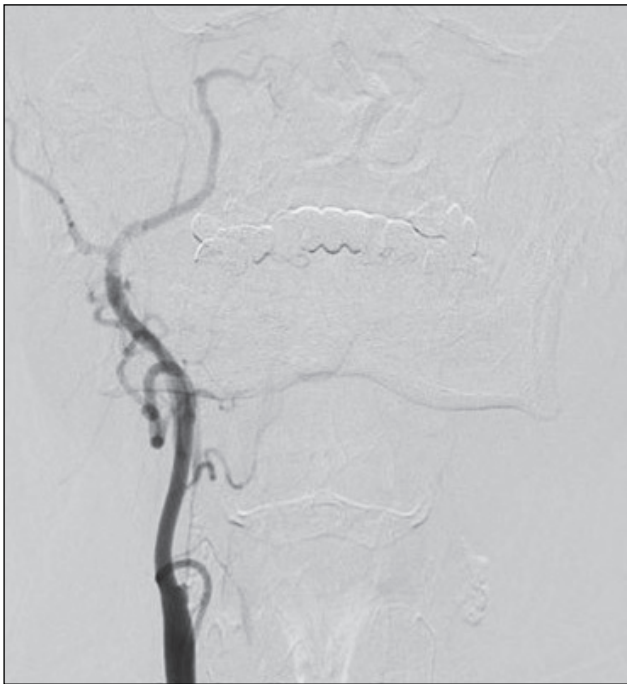


Рис. 24. Дооперационная каротидная ангиограмма справа (прямая проекция): протяженный субтотальный стеноз, вызванный плотной бляшкой с признаками кальциноза

показал, что пациенты умерли от причин, не связанных непосредственно с выполнением эндоваскулярной операции: один пациент, которого готовили ко второму этапу хирургического лечения — выполнению аортокоронарного шунтирования, умер от развившегося обширного инфаркта миокарда; второй пациент умер от септического поражения кишечника вследствие обострения хронического парапроктита; третий пациент отказался от приема антиагрегантной терапии, вследствие чего развились тромбоз стентированной ВСА и обширное ишемическое повреждение мозга. До операции у этого пациента имели место окклюзии обеих позвоночных и контралатеральной сонной артерии. У него сформировалась септа над краем стента, что могло послужить дополнительным фактором, приведшим к тромбозу артерии на фоне самостоятельной отмены пациентом двойной антиагрегантной терапии. Септа сформировалась за счет перекладывания деформации ВСА стентом с закрытым дизайном ячейки (в то время стентов с double-mesh-дизайном не существовало).

Непосредственно после каротидного стентирования эмболические осложнения возникли у 3 (0,73 %) пациентов. Это было связано с использованием неоптимального дистального



Рис. 25. Послеоперационная каротидная ангиограмма справа (прямая проекция): имплантирован каротидный стент с закрытым дизайном ячейки Carotid Wallstent (Boston Scientific), протяженный стеноз во внутренней сонной артерии устранен

противоэмболического устройства в случаях субтотального стеноза в устье ВСА и наличия «осложненной» протяженной бляшки. Во всех этих наблюдениях ишемический очаг был верифицирован благодаря DWI-режиму МРТ головного мозга (рис. 26), которую выполняли в первые двое суток после стентирования.

Выраженный синдром гиперперфузии имел место в 7 наблюдениях. В одном наблюдении он подтвержден данными КТ-перфузиографии головного мозга (рис. 27 и 28).

В 1 (0,24 %) наблюдении синдрома гиперперфузии развилась геморрагическая трансформация ишемического инсульта с нарастанием очаговой неврологической симптоматики. В дальнейшем неврологический статус восстановился до исходного.

Местные осложнения в месте пункции (ложные аневризмы) отмечены в 8 (1,95 %) наблюдениях. В 4 случаях потребовалась хирургическая операция — ушивание дефекта бедренной артерии, в остальных случаях ложные аневризмы излечены путем дозированной компрессии над местом пункции без вмешательства.

Эмболии в церебральные артерии при использовании проксимальной противоэмболи-

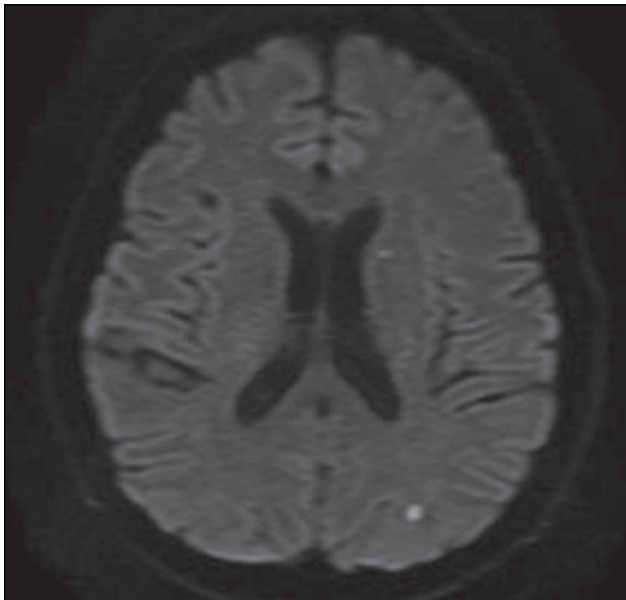


Рис. 26. Магнітно-резонансна томографія головного мозку (DWI-режим) на 2-е сутки після операції: определяются «свежие» мелкие эмболические ишемические очаги (без клинических проявлений)

ческой защиты (изолированно или в сочетании с дистальной противоэмболической защитой) в случаях субтотальных, протяженных «осложненных» стенозов и окклюзий в C₁-сегменте ВСА не возникало.

При анализе 2 (0,49 %) случаев развития ишемического инсульта в течение 30 дней после стентирования установлено, что вероятной

причиной этого было пролабирование фрагментов мягкой атеросклеротической бляшки через стент с открытым дизайном ячейки. В одном из наблюдений в последующем отмечен полный регресс развившейся неврологической симптоматики, в другом — сформировался стойкий неврологический дефицит.

У 2 из 4 (0,97 %) пациентов, у которых развились ишемические инсульты в бассейне каротидного стентирования, в отдаленный период (5 лет наблюдений) верифицирована окклюзия стентированной сонной артерии, у остальных имел место септальный стеноз над стентом, сформированный за счет неоптимального переключивания деформации артерии стентом с закрытым дизайном ячейки.

Выводы

Эндоваскулярные методы в лечении стенозов экстракраниальных отделов внутренних сонных артерий являются эффективными и сопряжены с небольшим риском осложнений, который можно уменьшить за счет дифференцированного выбора инструментов и методов противоэмболической защиты, дизайна каротидных стентов с учетом характеристик атеросклеротической бляшки и морфологии сонных артерий.

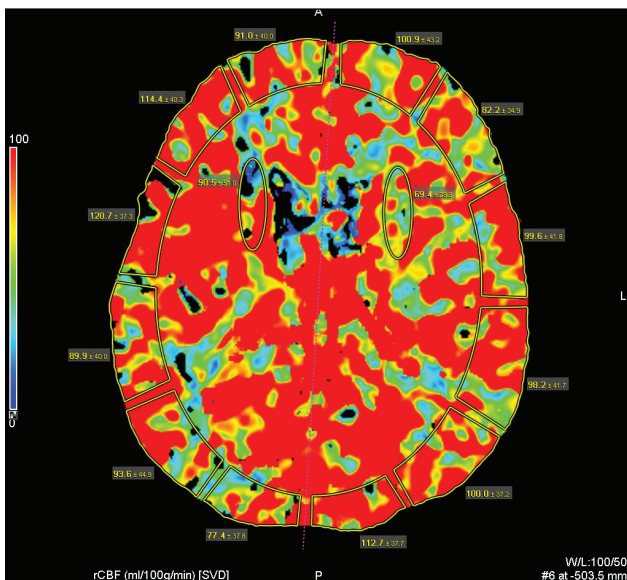


Рис. 27. Компьютерно-томографическая перфузиография головного мозга (CBF-карта): значительное повышение скорости объемного кровотока во всех ROI

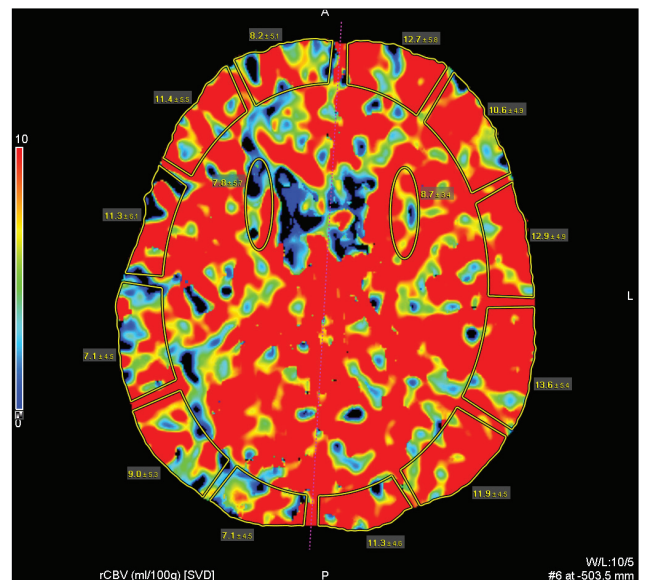


Рис. 28. Компьютерно-томографическая перфузиография головного мозга (CBV-карта): значительное повышение объема кровотока во всех ROI

Список літератури

1. Волошин П.В. Аналіз поширеності та захворюваності на нервові хвороби в Україні / П.В. Волошин, Т.С. Міщенко, Є.В. Лекомцева // *Международ. неврол. журн.* — 2006. — № 3(7). — С. 9–13.
2. Міщенко Т.С. Епідеміологія неврологічних захворювань в Україні / Т.С. Міщенко // *Neuro News.* — 2008. — № 3. — С. 76–77.
3. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators / H.J. Barnett, D.W. Taylor, M. Eliasziw [et al.] // *N. Engl. J. Med.* — 1998. — Vol. 339. — P. 1415–1425.
4. Carotid artery stenting with a new-generation double-mesh stent in three high-volume Italian centres: clinical results of a multidisciplinary approach / R. Nerla, F. Castriota, A. Micari [et al.] // *Euro Intervention.* — 2016. — N 12(5). — P. 677–683.
5. Cerebral ischemia after carotid intervention / H.Z. Flach, M. Ouhlous, J.M. Hendriks [et al.] // *J. Endovasc. Ther.* — 2004. — Vol. 11. — P. 251–257.
6. Comparison of carotid stents: an in vitro experiment focusing on stent design / S. Müller-Hülsbeck, P.J. Schäfer, N. Charalambous [et al.] // *J. Endovasc. Ther.* — 2009. — Vol. 16. — P. 168–177.
7. De Donato G. Optical coherence tomography after carotid stenting: rate of stent malapposition plaque prolapse and fibrous cap rupture according to stent design / G. De Donato // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* — 2013. — Vol. 45 (6). — P. 579–587.
8. European Carotid Surgery Trialists Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery trial: interim results for symptomatic patients with severe (70–99 %) or with mild (0–29 %) carotid stenosis // *Lancet.* — 1991. — Vol. 337. — P. 1235–1243.
9. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis // *JAMA.* — 1995. — Vol. 273. — P. 1421–1428.
10. Gronholdt M.L. Ultrasound and lipoproteins as predictors of lipid-rich, rupture-prone plaques in the carotid artery / M.L. Gronholdt // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* — 1999. — Vol. 19. — P. 2–13.
11. Long-term results of carotid stenting versus endarterectomy in high-risk patients / H.S. Gurm, J.S. Yadav, P. Fayad [et al.]; SAPHIRE Investigators // *N. Engl. J. Med.* — 2008. — Vol. 358. — P. 1572–1579.
12. Long-term results of stenting versus endarterectomy for carotid-artery stenosis / T.G. Brott, G. Howard, G.S. Roubin [et al.] for the CREST Investigators // *N. Engl. J. Med.* — 2016. — Vol. 374. — P. 1021–1031.
13. Mathiesen E.B. Echolucent plaques are associated with high risk of ischemic cerebrovascular events in carotid stenosis: the Tromso Study / E.B. Mathiesen, K.H. Bonaa, O. Joakimsen // *Circulation.* — 2001. — Vol. 103. — P. 2171–2175.
14. Mechanical properties of open-cell, self expandable shape memory alloy carotid stents / D. Carnelli, G. Pennati, T. Villa [et al.] // *Artif Organs.* — 2011. — Vol. 35. — P. 74–80.
15. MRC European Carotid Surgery Trialists. Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial (ECST) // *Lancet.* — 1998. — Vol. 351. — P. 1379–1387.
16. Nikas D.N. Carotid stents: which is the best option? / D.N. Nikas, G. Kompara, B. Reimers // *J. Cardiovasc. Surg (Torino).* — 2011. — Vol. 52. — P. 779–793.
17. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis // *N. Engl. J. Med.* — 1991. — Vol. 325. — P. 445–453.
18. Postinterventional microembolism signals detected by transcranial Doppler ultrasound after carotid artery stenting / M. Piorkowski, C. Kläffling, S. Botsios [et al.] // *Vasa.* — 2015. — Vol. 44. — P. 49–57.
19. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients / J.S. Yadav, M.H. Wholey, R.E. Kuntz [et al.] Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at High Risk for Endarterectomy Investigators // *N. Engl. J. Med.* — 2004. — Vol. 351. — P. 1493–1501.
20. Proximal endovascular occlusion for carotid artery stenting: Results from a prospective registry of 1,300 patients / E. Stabile, L. Salemme, G. Sorropago [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2010. — Vol. 55. — P. 1661–1667.
21. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis / T.G. Brott, R.W. Hobson II, G. Howard [et al.] // *N. Engl. J. Med.* — 2010. — Vol. 363(1). — P. 11–23.
22. Tanemura H. High-risk plaque for carotid artery stenting evaluated with 3-dimensional T1-weighted gradient echo sequence / H. Tanemura // *Stroke.* — 2013. — Vol. 44 (1). — P. 105–110.
23. The ICAROS registry of carotid artery stenting. Imaging in carotid angioplasties and risk of stroke / G.M. Biasi, S.A. Ferrari, A.N. Nicolaidis [et al.] // *J. Endovasc. Ther.* — 2001. — N 8(1). — P. 46–52.

References

1. Voloshyn PV, Mishhenko TS, Lekomceva JeV. Analiz poshyrenosti ta zahvorjuvanosti na nervovi hvoroby v Ukrayini (Ukr) Mezhdunar. неврол. zhurn (Rus). 2006;3(7):9-13.
2. Mischenko TS. Epidemiologija nevrologichnyh zahvorjuvan v Ukrayini (Ukr) Neuro News. 2008;3:76-7.
3. Barnett HJ, Taylor DW, Eliasziw M et al. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N. Engl. J. Med.* 1998;339:1415-25. doi:10.1056/NEJM199811123392002.
4. Nerla R, Castriota F, Micari A et al. Carotid artery stenting with a new-generation double-mesh stent in

- three high-volume Italian centres: clinical results of a multidisciplinary approach. *EuroIntervention*. 2016;12(5):677-83. doi: 10.4244/EIJV12I5A109.
5. Flach HZ, Ouhlous M, Hendriks JM et al. Cerebral ischemia after carotid intervention. *J. Endovasc. Ther.* 2004;11:251-7.
 6. Müller-Hülsbeck S, Schäfer PJ, Charalambous N et al. Comparison of carotid stents: an in vitro experiment focusing on stent design. *J. Endovasc. Ther.* 2009;16:168-77. doi:10.1583/08-2539.1.
 7. De Donato G. Optical coherence tomography after carotid stenting: rate of stent malapposition plaque prolapse and fibrous cap rupture according to stent design. *Eur. J. Vasc. Endovasc Surg.* 2013;45(6):579-87. doi: 10.1016/j.ejvs.2013.03.005.
 8. European Carotid Surgery Trialists Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery trial: interim results for symptomatic patients with severe (70–99%) or with mild (0–29%) carotid stenosis. *Lancet*. 1991;337:1243.
 9. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA*. 1995;273:1421-28. PubMed: 7723155.
 10. Gronholdt ML. Ultrasound and lipoproteins as predictors of lipid-rich, rupture-prone plaques in the carotid artery. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 1999;19:2-13.
 11. Gurm HS, Yadav JS, Fayad P et al.; SAPPHERE Investigators. Long-term results of carotid stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N. Engl. J. Med.* 2008;358:1572-9. doi: 10.1056/NEJMoa0708028.
 12. Brott TG, Howard G, Roubin GS et al. for the CREST Investigators. Long-term results of stenting versus endarterectomy for carotid-artery stenosis. *N. Engl. J. Med.* 2016;374:1021-31. doi: 10.1056/NEJMoa1505215.
 13. Mathiesen EB, Bona KH, Joakimsen O. Echolucent plaques are associated with high risk of ischemic cerebrovascular events in carotid stenosis: the Tromsø Study. *Circulation*. 2001;103:2171-75.
 14. Carnelli D, Pennati G, Villa T et al. Mechanical properties of open-cell, self expandable shape memory alloy carotid stents. *Artif. Organs*. 2011;35:74-80. doi: 10.1111/j.1525-1594.2010.01018.x.
 15. MRC European Carotid Surgery Trialists. Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial (ECST). *Lancet*. 1998;351:1379-87.
 16. Nikas DN, Kompara G, Reimers B. Carotid stents: which is the best option? *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)*. 2011;52:779-93.
 17. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N. Engl. J. Med.* 1991;325:445-53.
 18. Piorkowski M, Kläffling C, Botsios S et al. Postinterventional microembolism signals detected by transcranial Doppler ultrasound after carotid artery stenting. *Vasa*. 2015;44:49-57. PMID: 25537058.
 19. Yadav JS, Wholey MH, Kuntz RE et al. Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at High Risk for Endarterectomy Investigators. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N. Engl. J. Med.* 2004;351:1493-501. DOI: 10.1056/NEJMoa040127.
 20. Stabile E, Saleme L, Sorropago G et al. Proximal endovascular occlusion for carotid artery stenting: Results from a prospective registry of 1,300 patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010;55:1661-67.
 21. Brott TG, Hobson RW II, Howard G et al. Stenting versus endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis. *N. Engl. J. Med.* 2010;363(1):11-23. doi: 10.1056/NEJMoa0912321.
 22. Tanemura H. High-risk plaque for carotid artery stenting evaluated with 3-dimensional T1-weighted gradient echo sequence. *Stroke*. 2013;44(1):105-10. doi: 10.1161/STROKEAHA.112.663138.
 23. Biasi GM, Ferrari SA, Nicolaidis AN et al. The ICAROS registry of carotid artery stenting. Imaging in carotid angioplasties and risk of stroke. *J. Endovasc. Ther.* 2001;8(1):46-52.

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ПРИ КАРОТИДНОМ СТЕНТУВАННІ

Ю.В. ЧЕРЕДНИЧЕНКО

КЗ «Дніпропетровська обласна клінічна лікарня імені І.І. Мечникова»

Мета роботи — поліпшити результати каротидного стентування за рахунок оптимізації вибору методу та інструментів протиеMBOLічного захисту та дизайну каротидного стенту залежно від характеристик атеросклеротичної бляшки і морфології сонних артерій.

Матеріали та методи. В ендоваскулярному центрі Дніпропетровської обласної клінічної лікарні імені І.І. Мечникова протягом останніх 15 років виконано 479 каротидних стентувань екстракраніальних сегментів сонних артерій у 411 пацієнтів віком від 41 до 82 років. Усі операції проведено з використанням різних типів протиеMBOLічних систем захисту (дистального, проксимального або їх поєднання) і дизайну каротидних стентів.

Результати. Встановлено високу ефективність і низький рівень ускладнень каротидного стентування. Післяопераційна смертність становила 0,73 %. Інтраопераційні емболічні усклад-

нення відзначено в 0,73 % спостережень, реперфузійний синдром — в 1,7 %, місцеві ускладнення в місці пункції стегнової артерії — в 1,95 %. Іпсилатеральний ішемічний інсульт розвинувся в 2 (0,49 %) випадках протягом перших 30 днів спостереження після каротидного стентування та у 4 (0,97 %) — протягом 5 років.

Висновки. Ендоваскулярні методи в лікуванні стенозів екстракраніальних відділів внутрішніх сонних артерій є ефективними та асоціюються з невеликим ризиком ускладнень, який можна зменшити за рахунок диференційованого вибору інструментів і методів протиеMBOLІЧНОГО захисту та дизайну каротидних стентів з урахуванням характеристик атеросклеротичної бляшки і морфології сонних артерій.

Ключові слова: каротидне стентування, протиеMBOLІЧНИЙ захист, дизайн стенту.

THE CHOICE OF THE OPTIMAL INSTRUMENTS FOR CAROTID STENTING

YU.V. CHEREDNICHENKO

Dnipropetrovsk Regional Clinical Hospital named after I.I. Mechnikov

Objective — to evaluate the ways of improving of the results of carotid stenting by optimizing the choice of the methods and instruments of the antiembolic protection, and the design of the carotid stent, according to the characteristics of the atherosclerotic plaque and the morphology of the carotid arteries.

Materials and methods. 411 patients with stenotic lesions and occlusion of the extracranial part of internal carotid arteries were operated by endovascular methods in endovascular center of Dnipropetrovsk Regional Clinical Hospital named after I.I. Mechnikov. 479 carotid stenting was performed. All of this operations were carried out with usage of a different types antiembolic protection systems: distal, proximal or their combination and usage of a different types of design of carotid stents. Choice of the method and instruments depended on the characteristics of the atherosclerotic plaque and the morphology of the carotid arteries.

Results. Article shows high efficiency and low level of complications of carotid stenting. Postoperative mortality was 0.73 %. Intraoperative embolic complications were describes in 0.73 %. Reperfusion syndrome was developed in 1.7 % of all cases. Local complications were developed in 1.95 %. Ipsilateral ischemic stroke was developed in 2 cases (0.49 %) during first 30-days period after carotid stenting, and in 4 cases (0.97 %) during 5-years period observation.

Conclusions. Endovascular treatment of stenotic lesions and occlusion of the extracranial part of the carotid arteries are effective and carry a small risk of complications, it can be reduced further by the differential choice of methods and instruments of antiembolic protection and different types of design of carotid stents in accordance with the characteristics of the atherosclerotic plaque and the morphology of the carotid arteries.

Key words: carotid stenting, anti-embolic protection, stent design.