

DOI: 10.56871/MTP.2023.51.87.038

УДК 616.13-002.2-004.6-091-07

ПАТОЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ АРТЕРИЙ И ЕЕ КОРРЕКЦИЯ

© Вячеслав Викторович Зеленин^{1, 2}, Олег Игоревич Кудрявцев¹,
Дмитрий Сергеевич Щеглов¹, Ульяна Шафидиновна Эрзиханова¹,
Иван Петрович Дуданов^{1, 2, 3}

¹ Городская Мариинская больница. 191014, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56

² Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.

194100, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2

³ Петрозаводский государственный университет. 185910, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33

Контактная информация: Иван Петрович Дуданов — д.м.н., чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой общей и факультетской хирургии ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», профессор кафедры факультетской хирургии им. проф. А.А. Русанова СПбГПМУ. E-mail: ipdudanov@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-0629-6581 SPIN: 7617-9535 Author ID: 107304

Для цитирования: Зеленин В.В., Кудрявцев О.И., Щеглов Д.С., Эрзиханова У.Ш., Дуданов И.П. Патология позвоночных артерий и ее коррекция // Медицина: теория и практика. 2023. Т. 8. Спецвыпуск. С. 88–96.

DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.51.87.038>

Поступила: 12.09.2023

Одобрена: 16.10.2023

Принята к печати: 09.11.2023

РЕЗЮМЕ: На основании данных наблюдения пациентов с признаками и симптомами ишемии в вертебробазиллярном бассейне (ВББ) были определены причины недостаточности в этой зоне. Основным механизмом является эмболия, на долю которой приходится около 40% случаев, при этом источником эмболии является сердце (обычно пристеночные тромбы), аорта (атерома) или тромбы и элементы бляшки основного сосуда (подключичной или позвоночной артерий). В данной статье основное внимание будет уделено интервенционным вмешательствам у пациентов с проксимальным поражением ПА в экстракраниальном сегменте. Лечение патологии внутричерепных сегментов артерий относится к сфере нейрососудистой хирургии. В данной публикации сделан акцент на основные виды патологии позвоночной артерии, приводящие к формированию вертебробазиллярной недостаточности, а также методы их диагностики, показания к лечению, методы технического восстановления проходимости позвоночных артерий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: позвоночная артерия, виды патологии, методы диагностики вертебробазиллярной недостаточности; методы восстановления проходимости.

PATHOLOGY OF VERTEBRAL ARTERIES AND ITS CORRECTION

© Vyacheslav V. Zelenin^{1, 2}, Oleg I. Kudryavtsev¹, Dmitrii S. Shcheglov¹,
Ulyana Sh. Erzikhanova¹, Ivan P. Dudanov^{1, 2, 3}

¹ City Mariinsky Hospital. 191014, Russian Federation, Saint Petersburg, Liteiny pr., 56

² Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Russian Federation, Saint Petersburg, Lithuania, 2

³ Petrozavodsk State University. 185910, Russian Federation, Republic of Karelia, Petrozavodsk, Lenin Ave., 33

Contact information: Ivan P. Dudanov — Ph.D., Doctor of Medical Sciences, corresponding member of RAS, Head of the Department of General and Faculty Surgery, Petrozavodsk State University, Professor of the Department of Faculty Surgery after Prof. A.A. Rusanov SPbSPMU. E-mail: ipdudanov@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-0629-6581 SPIN: 7617-9535 Author ID: 107304

For citation: Zelenin VV, Kudryavtsev OI, Shcheglov DS, Erzikhanova USh, Dudanov IP. Pathology of vertebral arteries and its correction. Medicine: theory and practice (St. Petersburg). 2023;8(Supplement):88-96. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.51.87.038>

Received: 12.09.2023

Revised: 16.10.2023

Accepted: 09.11.2023

ABSTRACT: Based on the observation data of patients with signs and symptoms of ischemia in the vertebrobasilar basin (VBB), the causes of insufficiency in this area were determined. The main mechanism is embolism, which accounts for about 40% of cases, while the source of embolism is the heart (usually parietal thrombi), aorta (atheroma) or blood clots and plaque elements of the main vessel (subclavian or vertebral artery). In this article, the main attention will be paid to interventional interventions in patients with proximal PA lesion in the extracranial segment. Treatment of pathology of intracranial segments of arteries belongs to the field of neurovascular surgery. This publication focuses on the main types of pathology of the vertebral artery, leading to the formation of vertebrobasilar insufficiency, as well as methods of their diagnosis, indications for treatment, methods of technical restoration of patency of vertebral arteries.

KEY WORDS: vertebral artery, types of pathology, methods of diagnostics of vertebrobasilary insufficiency; methods of patency restoration.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

По сравнению с нарушением мозгового кровообращения в каротидном бассейне наши знания об ишемии в вертебробазилярном бассейне (ВББ) головного мозга более ограничены. С усовершенствованием технологии визуализации состояния сосудов и выявления патологии, вызывающей ишемию мозговой ткани, этот пробел сокращается. На основании данных наблюдения пациентов с признаками и симптомами ишемии в ВББ были определены причины недостаточности в этой зоне [1].

Основным механизмом является эмболия, на долю которой приходится около 40% случаев, при этом источником эмболии является сердце (обычно пристеночные тромбы), аорта (атерома) или тромбы и элементы бляшки основного сосуда (подключичной или позвоночной артерии). Поражение основной артерии, преимущественно позвоночной артерии (ПА), является вторым наиболее распространенным механизмом, на который приходится около 32% наблюдений, при этом ишемия возникает в результате стеноза или окклюзии важных коллатералей, выходящих из пораженного атеросклерозом сосуда. Остальные случаи вызваны другими поражениями и заболеваниями, такими как диссекция, фибромускулярная дисплазия, редкие артериопатии, которые часто вовлекают позвоночную артерию (деформации и извитости). Эти данные подчеркивают важность состояния ПА в возникновении ишемии в ВББ — явления, которое ранее недооценивалось в клинической практике.

Атеросклероз является наиболее распространенной патологией позвоночной артерии и локализуется в экстракраниальном сегменте (т.е. в V_1 сегменте) и внутричерепной части со-

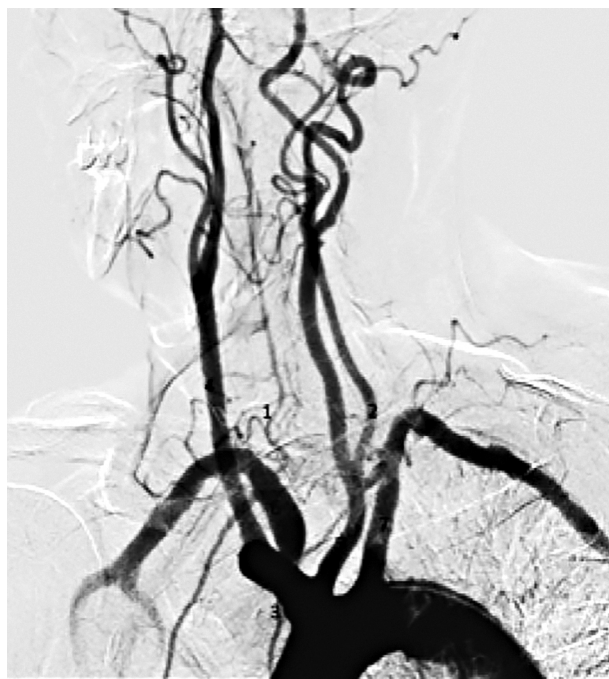
суда. В данной статье основное внимание будет уделено интервенционным вмешательствам у пациентов с проксимальным поражением ПА в экстракраниальном сегменте. Лечение патологии внутричерепных сегментов артерий относится к сфере нейрососудистой хирургии.

АНАТОМИЯ

Позвоночная артерия — первая ветвь подключичной артерии и анатомически достижима для сосудистой реконструкции в открытой хирургии медиальным надключичным доступом либо рентген-хирургически из плечевого доступа. Примерно у 5% пациентов левая позвоночная артерия берет начало непосредственно из дуги аорты, между началом левой общей сонной (ЛОСА) и левой подключичной артерий (ЛПКА) (рис. 1, а, б). Описаны и другие редкие аномалии, включая происхождение непосредственно из дуги аорты дистальнее ЛПКА, происхождение дистальнее тиреоидного ствола, происхождение ППКА из ПОСА на любом уровне артерии [3].

Позвоночная артерия произвольно делится на четыре анатомические части (рис. 2):

- V_1 — часть, простирающаяся от истока до места вхождения в поперечный канал пятого или шестого шейного позвонка;
- V_2 — ход в пределах межпозвоночной борозды до выхода на уровне атланта (т.е. C_2);
- V_3 — экстракраниальный сегмент между поперечным отростком C_2 и основанием черепа, когда он входит в *foramen magnum*;
- V_4 — конечная внутричерепная часть, которая начинается, когда она пронзает твердую и арахноидальную мозговые оболочки у основания черепа и заканчивается,



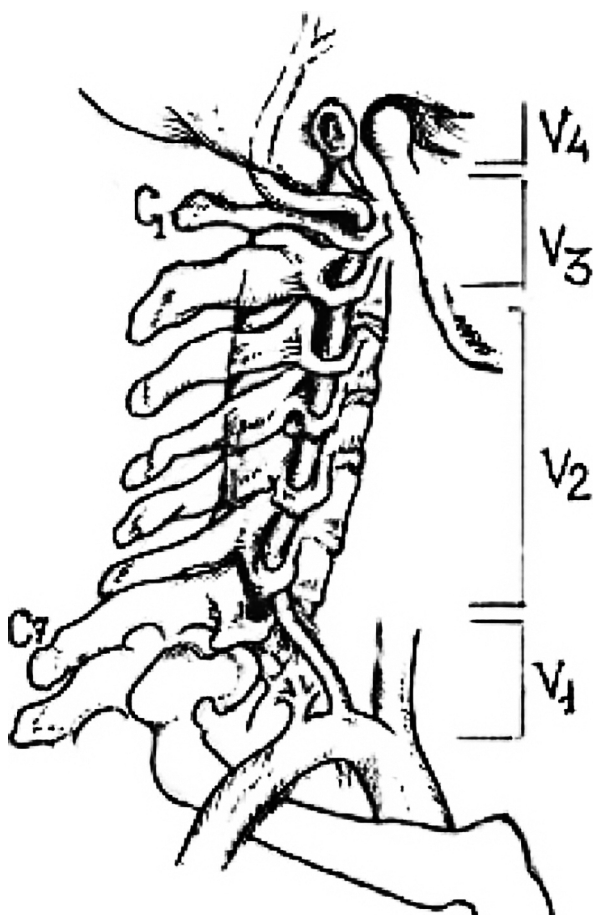
a/a



б/б

Рис. 1. Рентген-анатомия позвоночной артерии: а — левая ПА с извитостью в проксимальном сегменте; б — левая ПА берет начало от дуги аорты

Fig. 1. X-ray anatomy of the vertebral artery: a — left PA with tortuosity in the proximal segment; б — left PA originates from the aortic arch



когда она встречается с противоположной ПА, образуя среднюю базилярную артерию.

Внутричерепная часть отдает крупные переднюю и заднюю спинальные артерии к продолговатому и спинному мозгу, мелкие сосуды к продолговатому мозгу и самую крупную ветвь, заднюю нижнюю мозжечковую артерию, к части спинного мозга и мозжечку. Одна из позвоночных артерий чаще всего крупнее (левая чаще, чем правая) и обеспечивает кровоснабжение задней части ствола (т.е. доминантная артерия). Стеноз доминантной артерии чаще вызывает симптомы.

КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЭКСТРАКРАНИАЛЬНОГО СЕГМЕНТА ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ

Поражение экстракраниального сегмента ПА обычно вызывает головокружение, сопро-

Рис. 2. Анатомия позвоночной артерии: схема деления артерии на сегменты (V₁, V₂, V₃, V₄ — пояснения в тексте)

Fig. 2. Anatomy of the vertebral artery: scheme of division of the artery into segments (V₁, V₂, V₃, V₄ — explanations in the text)

вождающиеся другими признаками ишемии задней части мозга (например, диплопией, гемипарезом, двусторонней слабостью в ногах, онемением) [4, 5]. Неспецифическая природа ряда этих симптомов, особенно у пожилых людей, способствовала тому, что не удалось установить связь между заболеванием позвоночной артерии и ВБН. Эмболизация из приустьевых сегментов ПА вызывает различные синдромы в зависимости от места дистальной эмболии. Типичные места эмболизации включают супермозжечковую артерию и заднюю мозговую артерию.

ПОКАЗАНИЯ К ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ КОРРЕКЦИИ ОККЛЮЗИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ ЭКСТРАКРАНИАЛЬНОГО СЕГМЕНТА ПА

Показания к эндоваскулярному вмешательству при окклюзионных заболеваниях ПА разноречивы. Причины этого хорошо описаны [6]. Относительно недорогое неинвазивное ультразвуковое исследование оказалось малоинформативным. КТ-ангиография и МР-ангиография также имеют значительные ограничения, что часто приводит к необходимости рутинной инвазивной рентгеноконтрастной ангиографии для диагностики поражения артерий. В отличие от лечения стенозирующих поражений бифуркации сонной артерии, для лечения заболеваний проксимального сегмента ПА отсутствует эффективная и безопасная хирургическая технология. Эти факторы привели к пробелам в наших представлениях о поражении ПА и возможности реваскуляризации.

Эндоваскулярные подходы к лечению проксимальных заболеваний экстракраниального сегмента ПА изменили подходы к ее коррекции. В отличие от хирургической реваскуляризации, где хирургический доступ особенно сложен и, вероятно, способствует очень высокому проценту осложнений и неблагоприятных исходов при этих операциях (около 20%) [7], эндоваскулярный доступ упростил подходы к коррекции стенозов — методы ангиопластики и стентирования легко применяются для лечения проксимальных стенозов ПА. Хотя технологии эндоваскулярной реваскуляризации экстракраниального сегмента ПА освоены во многих центрах уже более десяти лет, методы продолжают совершенствоваться. И поэтому принятие адекватных решений относительно ведения пациентов по-прежнему затруднено из-за недостатка данных. Несмотря на эти ограничения, общепризнанно, что вмешательство показано пациентам с симптомным стенозом ПА, консервативная терапия которым недоста-

точно эффективна. Вмешательство у пациентов с симптомным поражением ПА без проведения медикаментозной терапии также оправданно, учитывая результаты опубликованных исследований.

Решения же относительно вмешательства у пациентов с бессимптомным поражением не определены. Рекомендуется тщательный анализ клинических данных, результатов ангиографических данных неврологом совместно с врачом-интервенционистом. Факторы, которые влияют на решение, включают степень выраженности стеноза, ангиографические характеристики стенозирующей бляшки (т.е. рыхлость, наличие изъязвлений, субинтимальных кровоизлияний), адекватность коллатерального кровотока, возраст пациента. Бессимптомный выраженный стеноз с изъязвленной бляшкой без хорошего коллатерального кровотока у относительно молодого пациента может рассматриваться для вмешательства при согласии пациента.

ЭНДОВАСКУЛЯРНЫЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПРИ ОККЛЮЗИОННЫХ ПОРАЖЕНИЯХ ЭКСТРАКРАНИАЛЬНОГО СЕГМЕНТА ПА

Артериальный доступ. Выбор артериального доступа имеет решающее значение для проведения безопасной и успешной ангиографии и манипуляции на позвоночной артерии [4]. Доступ обычно осуществляется с использованием ретроградного подхода через общую бедренную артерию (ОБА). *Ипсилатеральный доступ* через плечевую артерию рассматривается у лиц с двусторонним, тяжелым стенозом подвздошных артерий или с выраженным стенозом/окклюзией дистального сегмента аорты. Доступ через плечевую артерию может выполняться пациентам с выраженными извитостями или стенозом проксимального сегмента ПА или при наличии деформаций или извитостей в области устья и проксимального сегмента ПА. Если используется доступ к плечевой или лучевой артерии, сразу после введения через боковое отверстие проводника следует ввести 3000–5000 ЕД нефракционированного гепарина, чтобы минимизировать риск тромбоза, а для предотвращения спазма рекомендуется введение вазодилататоров.

РЕНТГЕНОКОНТРАСТНАЯ АРТЕРИОГРАФИЯ

По возможности, перед попытками селективной канюляции ПА следует выполнить аортографию [4]. Это позволяет оценить особенности анатомии дуги аорты, особенности расположения крупных сосудов дуги аорты и

особенности ПА (см. рис. 1). Типичная анатомия дуги с раздельным отхождением брахиоцефального ствола, ЛОСА и ЛПКА встречаются более чем в 70% случаев. Общее происхождение брахиоцефального ствола и ЛОСА наблюдается в 15% случаев, а бычья дуга (т.е. происхождение левой общей сонной артерии из брахиоцефального ствола) — в 8–10% случаев.

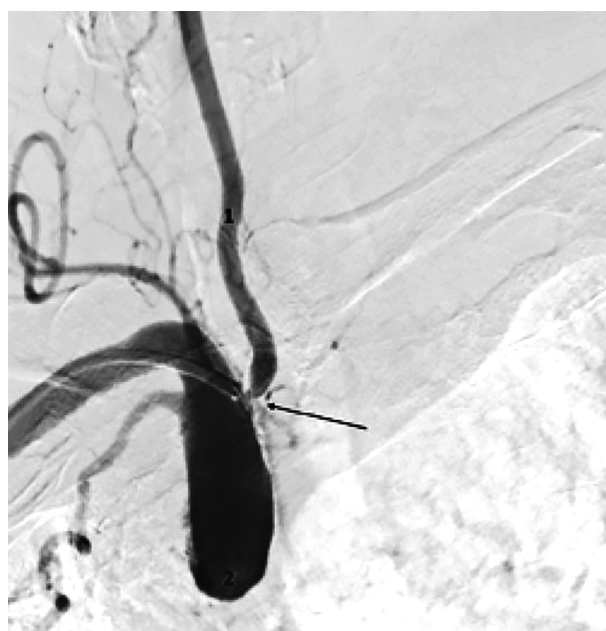
СЕЛЕКТИВНАЯ АНГИОГРАФИЯ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ

При использовании бедренного доступа начальной целью ангиографии ПА является вы-

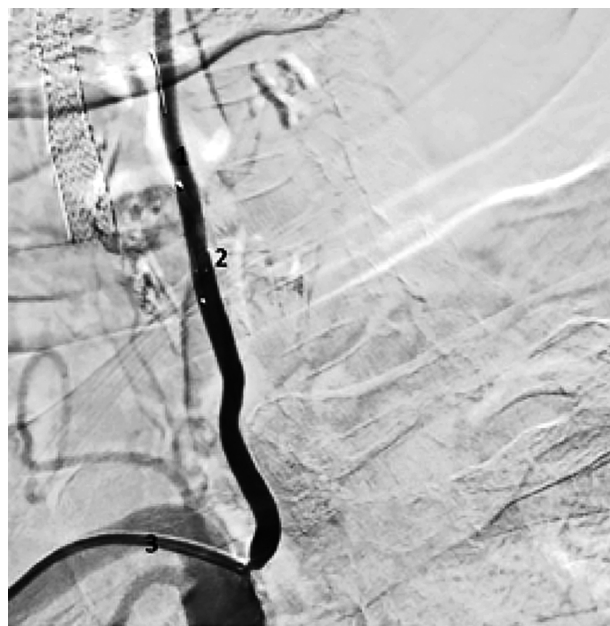
полнение ангиографии левой ПКА. Поскольку даже небольшие эмболы могут иметь катастрофические последствия при эмболизации мозгового кровообращения, использование щадящей техники является важнейшим условием операции. Рекомендуется выполнять *неселективную* ангиографию ПА, при этом кончик катетера должен находиться рядом с устьем ПА, но не входить в сосуд (рис. 3). Это особенно важно при подозрении на поражение проксимального V₁ сегмента. Надутая манжета для измерения артериального давления на ипсилатеральной руке обеспечит максимальную визуализацию ПА во время неселективной ангиографии.



a/a



б/б



в/с

Рис. 3. Ангиография позвоночной артерии (а): 1 — правая ПА; 2 — левая ПА; б, в — кончик катетера находится рядом с устьем позвоночной артерии, но не входит в сосуд

Fig. 3. Angiography of the vertebral artery (a): 1 — right PA; 2 — left PA; b, c — the tip of the catheter is near the vertebral artery aperture, but does not enter the vessel

Устья ПА обычно визуализируются в контралятеральной косой проекции.

ИНТЕРВЕНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Антикоагуляция. Все пациенты должны получать аспирин (325 мг ежедневно) и клопидогрель (300–600 мг нагрузочной дозы, затем 75 мг ежедневно) в течение как минимум 2 дней до процедуры. Перед выполнением вмешательства определяется базовое активированное время свертывания крови (АСТ). Затем пациент получает скорректированный по весу болюс нефракционированного гепарина в дозе 60 ЕД/кг массы тела, чтобы обеспечить значение, превышающее в два раза исходное АСТ или более чем на 250 секунд. Роль ингибиторов гликопротеина IIb/IIIa во время вмешательства на ПА не вполне определены и поэтому в настоящее время не рекомендуются.

Вмешательство на позвоночной артерии может быть выполнено с использованием проводников или направляющей системы. При использовании плечевого доступа можно использовать длинный (например, 35 см) проводник 5 или 6 Fr, при этом новые стент-системы (например, Cobalt Blue, Cordis Corporation) могут быть доставлены через проводник 5 Fr. Минимизация размера проводника имеет большое значение для минимизации ишемических осложнений, связанных с доступом через плечевую артерию. При использовании ретроградного подхода можно использовать проводник Shuttle длиной 80 см 6 Fr или 100 см длиной 8 Fr (например, JR4, HI или Multipurpose) [4].

При использовании проводника можно применить технику телескопирования, используемую при вмешательстве на сонной артерии, чтобы облегчить безопасное извлечение проводника в области устья позвоночной артерии. При этой технике длинный 125-сантиметровый диагностический катетер (например, JR 4, JB 1) телескопируется через проводник и используется для входа в устье подключичной артерии. Затем в подмышечную артерию вводится проводник (например, Wholey® или жесткий изогнутый), а диагностический катетер проводится по проводнику в дистальную подключичную артерию. Затем проводник продвигается по комбинации проволоки и катетера в проксимальный отдел ПКА, рядом с началом ПА.

При использовании проводников можно аналогично телескопировать длинный 125-сантиметровый диагностический катетер через ножны, зацепить катетером под-

ключичную артерию, продвинуть проводник 0,035 дюйма дистально, как и раньше, и продвинуть диагностический катетер в подмышечную артерию. На этом этапе авторы обычно меняют 0,035-дюймовый проводник на жесткий проводник, удаляют диагностический катетер и продвигают катетер с расширителем так, чтобы ножны располагались проксимально к ПА. Кончик располагается очень близко к устью ПА.

Некоторые ПА очень извилисты, и для проводки сосуда на начальном этапе может потребоваться гидрофильный проводник.

Следует отметить, что у пациентов с выраженной извитостью ПА и даже у некоторых пациентов, у которых извитость изначально не диагностирована, существует вероятность развития псевдостенозов после установки проводника, что может нарушить кровоток по ПА. Оператор должен всегда проверять поток после установки проводника. Если поток снижен, необходимо заменить проводник на более мягкий, негидрофильный, или использовать мягкий гидрофильный проводник на протяжении всей процедуры.

Нормальный размер проксимальной ПА обычно составляет от 3,0 до 6,0 мм. Предилатация с помощью баллона выполняет две функции: обеспечивает последующее прохождение стента, установленного на баллоне, а также позволяет объективно оценить длину и диаметр сосуда. Как правило, размер баллона для ангиопластики консервативен в попытке минимизировать риск диссекции: обычно мы используем коронарный баллон (Maverick® или Apex, Boston Scientific), диаметр которого составляет примерно две трети от первоначально оцененного диаметра сосуда. Стентирование остиальных поражений обычно выполняется с помощью стента соответствующего размера (т.е. диаметром от 3,5 до 6,0 мм), установленного на баллоне. Часто для стентирования используют коронарные стенты, которые отличаются своей гибкостью, но им не хватает радиальной прочности периферических баллонных расширяемых стентов (например, Herculink, Genesis, Cobalt blue, Express SD). И поэтому в неизвилистых сосудах предпочтение отдается более жестким периферическим баллонно-расширяемым стентам, тогда как в извилистых сосудах коронарные стенты представляют собой адекватный компромисс [4, 8–11]. Перед установкой стента выполняются ангиограммы в ортогональной проекции для определения правильного размещения стента. Крайне важно, чтобы стент покрывал остиальные поражения. Для

этого обычно требуется, чтобы 1–2 мм стента свободно «провисали» в ПКА. Провисание обычно асимметрично из-за угла отхождения ПА от ПКА.

Неостиальные поражения встречаются редко, но технически более просты, чем остиальные. Соответствующая коррекция этих поражений в ПА до сих пор не определена, но считается, что стентирование является оптимальной стратегией лечения, поскольку оно снижает риск рестеноза [11]. Выбор стента определяется его расположением: в неподвижных экстракраниальных V_2 (b) используются баллонно-расширяемые стенты, а в сегменте V_3 , который имеет значительную извилистость и подвержен скручиванию, — саморасширяющиеся стенты.

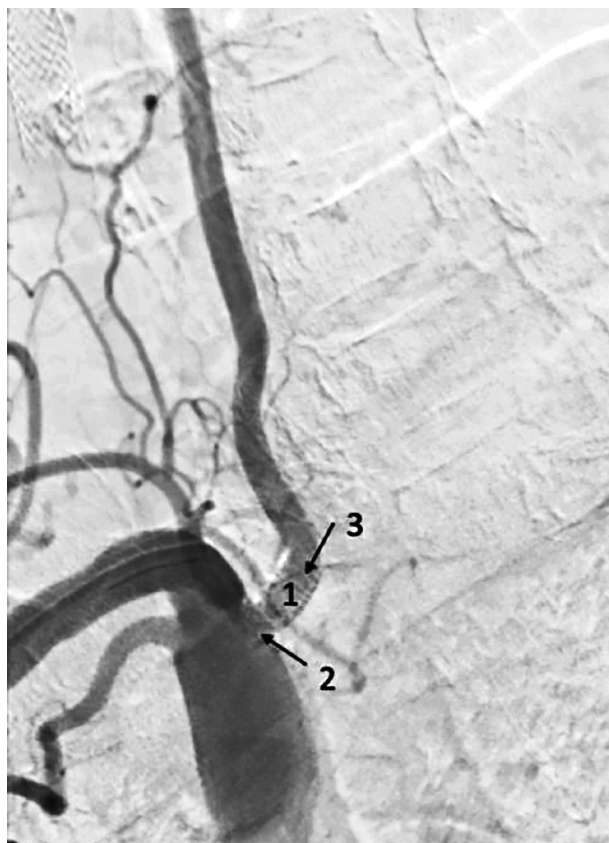


Рис. 4. Результат стентирования проксимального приустьевого стеноза ПА: 1 — позиция стента в проксимальном V_1 сегменте ПА; 2 — устье ПА, стент покрывает остиальные поражения, 1–2 мм стента свободно «провисают» в ПКА; 3 — в дистальной части стент не «усиливает» изгиб ПА

Fig. 4. Result of stenting of proximal PA aortic stenosis: 1 — stent position in the proximal V_1 segment of the PA; 2 — PA orifice, stent covers ostial lesions, 1–2 mm of the stent freely “sags” in the PКА; 3 — in the distal part, the stent does not “reinforce” the PA bend

ДИСТАЛЬНАЯ ЭМБОЛИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

Использование эмболозащитных устройств во время вмешательства на ПА — редкость. Как правило, они применяются в случаях, когда ангиографический вид поражения сосуда предполагает повышенный риск эмболизации (например, из нестабильной бляшки) и когда диаметр сегмента V_2 достаточно велик, чтобы вместить имеющиеся в настоящее время фильтры (например, более 3 мм). Необходимо проведение дальнейших исследований для оценки безопасности и эффективности эмболозащитных устройств при вмешательствах на ПА.

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ

К потенциальным осложнениям относятся инсульты с распространением на задние отделы кровообращения и транзиторные ишемические атаки (ТИА). Эти осложнения, как правило, являются эмболическими и происходят примерно в 1% вмешательств. Большинство других осложнений связаны с проблемами места доступа и включают гематомы, псевдоаневризмы и артериовенозные фистулы в месте доступа, а также ишемические осложнения в месте доступа к плечевой артерии.

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННАЯ МЕДИКАМЕНТОЗНАЯ ТЕРАПИЯ

После вмешательства пациенты, как правило, наблюдаются персоналом в течение суток, с частым неврологическим контролем. Особо следует контролировать артериальное давление, с целью минимизации риска реперфузионного кровоизлияния, в равной степени следует избегать гипотонии. Оптимальный диапазон артериального давления составляет 120–130 мм рт.ст. систолического и более 70–65 мм рт.ст. диастолического. Пациенты выписываются с назначением аспирина и клопидогреля (ежедневно в течение минимум 1 месяца). Долгосрочное наблюдение за пациентами чрезвычайно важно для предотвращения возможного рецидива симптомов и рестеноза в месте стента. Также крайне важно, чтобы эти пациенты получали адекватное лечение средствами вторичной профилактики, такими как бета-блокаторы, статины и ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента (АПФ), что, в свою очередь, приводит к улучшению клинических исходов [13].

КЛИНИЧЕСКИЕ ИСХОДЫ

У пациентов с выраженным стенозом ПА транслюминальная ангиопластика может принести значительное улучшение состояния пациентов, снижение симптомов из-за улучшения кровотока в задних отделах головного мозга. Эти данные способствовали использованию стентов при поражении ПА. Опубликованы несколько серий наблюдений и одно небольшое исследование пациентов, которым было проведено стентирование ПА [8, 10, 16–18]. Исследование, включавшее 16 пациентов, было недостаточно мощным и не показало преимущества эндоваскулярного лечения стеноза ПА перед медикаментозной терапией.

Полученные данные показывают, что установка стента при симптомном стенозе ПА является безопасной и эффективной — облегчение симптомов вертебробазиллярной недостаточности с хорошими долгосрочными результатами. Технический успех составляет более 90% с меньшим риском процедурных осложнений. Приводим одно из наших наблюдений успешного стентирования критического приустьевого стеноза позвоночной артерии (рис. 4). Стриктура в месте стента встречается редко (т.е. менее 1%), а рестеноз наблюдается у 10% пациентов [21].

ПЕРСПЕКТИВЫ НА БУДУЩЕЕ

Будущие достижения в использовании технологий УЗИ и МРТ для определения характеристик атеросклеротической бляшки могут помочь в определении показаний к вмешательству, особенно у бессимптомных пациентов. Как уже упоминалось ранее, стенты с лекарственным покрытием могут улучшить долгосрочные прогнозы у пациентов, перенесших стентирование артерии за счет снижения числа рестенозов. Продолжающиеся инновации и усовершенствование эндоваскулярных устройств и методов, а также оптимизация медикаментозной терапии позволят улучшить показатели успешных результатов, снизить число осложнений и расширить сферу применения эндоваскулярных технологий в лечении цереброваскулярных заболеваний.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи,

прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Caplan L. Posterior circulation ischemia: then, now, and tomorrow. The Thomas Willis Lecture-2000. *Stroke*. 2000; 31: 2011-2023.
2. Koenigsberg RA, Pereira L, Nair B, et al. Unusual vertebral artery origins: examples and related pathology. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2003; 59:244-250.
3. Mukherjee D, Pineda G. Extracranial vertebral artery intervention. *Interv Cardiol*. 2007; 20: 409-416.
4. Caplan LR. Vertebrobasilar disease. *Adv Neurol*. 2003; 92:131-140.
5. Rocha-Singh K. Vertebral artery stenting: ready for prime time? *Catheter Cardiovasc Interv*. 2001; 54:6-7.
6. Phatouros CC, Higashida RT, Malek AM, et al. Endovascular treatment of noncarotid extracranial cerebrovascular disease. *Neurosurg Clin NAM*. 2000; 11:331-350.
7. Chastain HD, Campbell MS, Iyer S, et al. Extracranial vertebral artery stent placement: in-hospital and follow-up results. *J.Neurosurg*. 1999; 91:547-552.
8. Jain S, Ramee S, White C. Treatment of atherosclerotic vertebral artery disease by endoluminal stenting: results from a multicenter registry. *Am Coll Cardiol*. 2000; 35:86A.
9. Mukherjee D, Roffi M, Kapadia SR, et al. Percutaneous intervention for symptomatic vertebral artery stenosis using coronary stents. *Invasive Cardiol*. 2001; 13:363-366.
10. Piotin M, Spelle L, Martin JB, et al. Percutaneous transluminal angioplasty and stenting of the proximal vertebral artery for symptomatic stenosis. *Am J Neuroradiol*. 2000; 21:727—731.
11. Qureshi AI, Kirmani JF, Harris-Lane P, et al. Vertebral artery origin stent placement with distal protection:

- technical and clinical results. *Am J Neuroradiol.* 2006; 27:1140–1145.
12. Mukherjee D, Lingam P, Chetcuti S, et al. Missed opportunities to treat atherosclerosis in patients undergoing peripheral vascular interventions: insights from the University of Michigan Peripheral Vascular Disease Quality Improvement Initiative (PVD- QI2). *Circulation.* 2002; 106:1909-1912.
 13. Higashida RT, Tsai FY, Halbach VV, et al. Transluminal angioplasty for atherosclerotic disease of the vertebral and basilar arteries. *Neurosurg.* 1993; 78:192—198.
 14. Crawley F, Brown MM, Clifton AG. Angioplasty and stenting in the carotid and vertebral arteries. *Postgrad Med J.* 1998; 74:7—10.
 15. Coward LJ, McCabe DJ, Ederle J, et al. Long-term outcome after angioplasty and stenting for symptomatic vertebral artery stenosis compared with medical treatment in the Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS): a randomized trial. *Stroke.* 2007; 38:1526-1530.
 16. Jenkins JS, White CJ, Ramee SR, et al. Vertebral insufficiency: when to intervene and how? *Curr Interv Cardiol Rep.* 2000; 2:91-94.
 17. Malek AM, Higashida RT, Phatouros CC, et al. Treatment of posterior circulation ischemia with extracranial percutaneous balloon angioplasty and stent placement. *Stroke.* 1999; 30:2073-2085.
 18. Jenkins JS, White CJ, Ramee SR, et al. Vertebral artery stenting. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2001; 54:1-5.
 19. Levy EI, Hanel RA, Bendok BR, et al. Staged stent-assisted angioplasty for symptomatic intracranial vertebrobasilar artery stenosis. *Neurosurg.* 2002; 97:1294–1301.
 20. Cloud GC, Crawley F, Clifton A, et al. Vertebral artery origin angioplasty and primary stenting: safety and restenosis rates in a prospective series. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2003;74: 586-590.
 21. Lin YH, Hung CS, Tseng WY, et al. Safety and feasibility of drug-eluting stent implantation at vertebral artery origin: the first case series in Asians. *J Formos Med Assoc.* 2008; 107:253-258.