

DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-3-95-102>

ПРИМЕНЕНИЕ SLING-ТЕХНИКИ ТРАНСПОЗИЦИИ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ ПРИ НЕЙРОВАСКУЛЯРНЫХ КОНФЛИКТАХ НА ФОНЕ ДОЛИХОВЕРТЕБРАЛИС

А.В. Станишевский, Д.В. Свистов, А.А. Рафаелян*ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России; Россия, 194044 Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6***Контакты:** Артем Вадимович Станишевский a-stan@mail.ru

Долихоэктазия артерий вертебробазиллярного комплекса встречается редко, но при наличии клинических проявлений существенно снижает качество жизни пациентов и становится вызовом даже для опытных хирургов. В настоящей работе описаны 2 клинических наблюдения долиховертебралис, вызывавших нейроваскулярную компрессию. В обоих случаях выполнена транспозиция позвоночной артерии с применением sling-техники.

Цель работы – продемонстрировать особенности операции, безопасность и эффективность использования sling-техники при долихоэктазиях артерий вертебробазиллярного комплекса, сопряженных с развитием синдромов нейроваскулярной компрессии.

Представлено операционное видео, демонстрирующее нюансы хирургического вмешательства. Кроме того, проведен анализ данных литературы по эпидемиологии, клиническим проявлениям и методам хирургических вмешательств, применяющихся при долихоэктазиях артерий вертебробазиллярного комплекса, сопряженных с развитием синдромов нейроваскулярной компрессии.

Ключевые слова: долихоэктазия, гемифациальный спазм, синдром нейроваскулярной компрессии, нейроваскулярный конфликт, транспозиция, позвоночная артерия

Для цитирования: Станишевский А.В., Свистов Д.В., Рафаелян А.А. Применение sling-техники транспозиции позвоночной артерии при нейроваскулярных конфликтах на фоне долиховертебралис. Нейрохирургия 2024;26(3):95–102.

DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-3-95-102>

Sling-technique for vertebral artery transposition in neurovascular conflicts caused by dolichoectasia

A. V. Stanishevskiy, D. V. Svistov, A. A. Rafaelian*S. M. Kirov Military Medical Academy, Ministry of Defense of Russia; 6 Akademika Lebedeva St., Saint Petersburg 194044, Russia***Contacts:** Artem Vadimovich Stanishevskiy a-stan@mail.ru

Vertebrobasilar dolichoectasia is rare but in symptomatic cases thoroughly reduce quality of life and is challenging for treatment. Current paper presents two cases of vertebral dolichoectasia that cause neurovascular compression syndromes. In both cases vertebral artery transposition performed using sling-technique.

The aim of the study – to demonstrate special features and efficiency of sling-technique for neurovascular conflicts caused by dolichoectasia presented.

Surgical video demonstrating particular technique also performed. Additionally, literature data on epidemiology, symptoms and surgical interventions for neurovascular conflicts caused by dolichoectasia presented.

Keywords: dolichoectasia, facial hemispasm, neurovascular compression syndrome, transposition, vertebral artery

For citation: Stanishevskiy A.V., Svistov D.V., Rafaelian A.A. Sling-technique for vertebral artery transposition in neurovascular conflicts caused by dolichoectasia. *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2024;26(3):95–102. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-3-95-102>

ВВЕДЕНИЕ

Долихоэктазия артерий вертебробазилярного комплекса встречается с частотой 0,17–5,8 % [1, 2]. По данным М. Resta и соавт., поражения черепных нервов наблюдаются в 59 % случаев, чаще других страдает лицевой нерв с развитием прозопареза и гемифациального спазма (ГФС) примерно в равных пропорциях [2]. При отсутствии расширения удлинённых и извитых сегментов артерий говорят об извитой вертебробазилярной артерии [3], клинические проявления этого состояния сходны с проявлениями долихоэктазии. Развитие ГФС в связи с компрессией нерва расширенной извитой позвоночной артерией (ПА) встречается менее чем в 1 % случаев [4].

Несмотря на совершенствование методик хирургического лечения синдромов нейроваскулярной компрессии, ГФС, обусловленный долихоэктазией артерий вертебробазилярного комплекса, остается серьезным вызовом даже для опытных хирургов [5], так как требует широкой диссекции арахноидальных мембран, черепных нервов и магистральных артерий, работы в глубоком и узком хирургическом коридоре, манипуляций на критически важных структурах головного мозга. Возможно, именно техническая сложность таких операций является причиной существенного по сравнению со стандартными случаями микроваскулярной декомпрессии числа неудовлетворительных исходов, рецидивов и осложнений [5]. Для увеличения эффективности и снижения трудоемкости хирургических вмешательств периодически предлагаются модификации стандартных оперативных приемов. Одной из наиболее эффективных, на наш взгляд, модификаций является так называемая sling-техника (от англ. “sling” – стропа, ремешок, перевязь). Сущность этой техники заключается в обертывании артерии полоской синтетического материала и фиксации его к твердой мозговой оболочке (ТМО). Фиксация может выполняться при помощи хирургического шва или сосудистых клипсов, однако помещение клипса в зону конфликта может привести к дополнительной компрессии сосудисто-нервных структур.

Цель работы – продемонстрировать особенности операции, безопасность и эффективность использования sling-техники при долихоэктазиях артерий вертебробазилярного комплекса, вызывающих синдромы нейроваскулярной компрессии.

Представлены 2 клинических наблюдения долихоэктазии артерий вертебробазилярного комплекса, вызывающей нейроваскулярную компрессию: в одном случае – с развитием ГФС, в другом – с компрессией подъязычного нерва. Обоим пациентам выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ) головного

мозга в режиме CISS, при которой верифицирован вазоневральный конфликт. Целью хирургических вмешательств было разобщение вовлеченного в конфликт нерва (особенно в зоне выхода корешка нерва из ствола головного мозга) с ПА. В послеоперационном периоде обоим пациентам выполнены компьютерная томография для диагностики ранних послеоперационных осложнений, МРТ головного мозга в режиме CISS. Результат оценивали как отличный при полном регрессе неврологического дефицита и отсутствии осложнений, как удовлетворительный – при частичном регрессе симптоматики и возникновении транзиторных осложнений, как неудовлетворительный – при отсутствии эффекта от лечения и при развитии тяжелых осложнений.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 1

Пациент, 65 лет, с клинической картиной ГФС и МРТ-картиной долихоэктазии ПА (рис. 1, а, б). При МРТ головного мозга в режиме CISS выявлен вазоневральный конфликт ПА с лицевым нервом (рис. 1, в).

Принято решение о выполнении васкулярной декомпрессии методом транспозиции ПА с использованием sling-техники (см. видео)*. Положение пациента на операционном столе на спине с поворотом головы в здоровую сторону. Осуществлен ретросигмоидный доступ, ТМО вскрыта С-образно, после аспирации ликвора из мостомозжечковой цистерны и динамической тракции полушария мозжечка выполнена диссекция арахноидальных мембран, каудальной и вестибулокохлеарной групп нервов. Визуализирована удлинённая и извитая ПА, компримирующая левый лицевой нерв в зоне его выхода из ствола головного мозга. После диссекции ПА предпринята попытка ее перемещения, однако ригидные стенки артерии не позволили добиться устранения конфликта с лицевым нервом вследствие рекойла. Выполнено обертывание сегмента артерии фрагментом фетра из политетрафторэтилена (ПТФЭ), свободные концы его сопоставлены при помощи узлового шва таким образом, что имплантат сформировал петлю вокруг ПА. Свободным концом нити полученный хомут из ПТФЭ фиксирован к ТМО задней поверхности пирамиды височной кости, что позволило переместить и надежно фиксировать ПА на отдалении от зоны конфликта (рис. 2).

Прокладимость ПА и ее ветвей подтверждена доплерографически и при помощи интраоперационной ICG-ангиографии.

Послеоперационный период протекал без осложнений. ГФС регрессировал полностью. При контрольной МРТ головного мозга в режиме CISS отмечено разрешение вазоневрального конфликта (рис. 3). На 5-е сутки у пациента отмечено развитие незначительно выраженного

*Операционное видео: https://drive.google.com/file/d/11a_u1MyAOkFumG776LD8v7IQ0OxcYWsR/view?usp=share_link.

*Surgical video: https://drive.google.com/file/d/11a_u1MyAOkFumG776LD8v7IQ0OxcYWsR/view?usp=share_link.

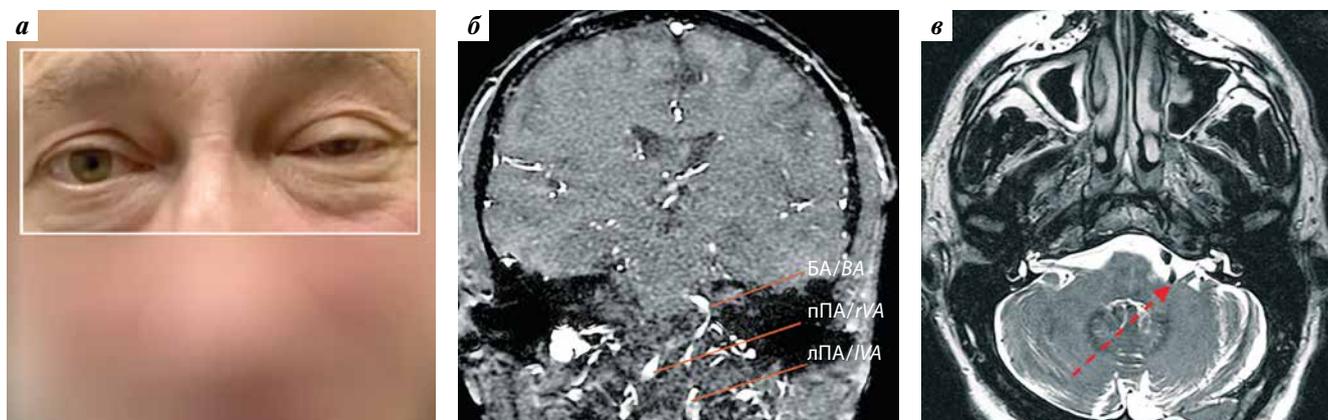


Рис. 1. Внешний вид и магнитно-резонансные томограммы (МРТ) пациента: а – фотография пациента в анфас: видно сокращение круговой мышцы левого глаза; б – МРТ головного мозга в режиме бесконтрастной ангиографии (фронтальная проекция). Стрелками обозначены артерии вертебробазиллярного комплекса. Отмечается извитая позвоночная артерия; в – МРТ головного мозга в режиме CISS, аксиальная проекция. Штриховой стрелкой отмечена область нейроваскулярного конфликта. БА – базиллярная артерия; пПА – правая позвоночная артерия; лПА – левая позвоночная артерия

Fig. 1. Appearance and magnetic resonance images (MRI) of patient: a – frontal photo of the patient: contraction of the left orbicularis oculi muscle is visible; б – non-contrast MRI angiography of the brain (frontal projection). Arrows show the arteries of the vertebrobasilar complex. Tortuous vertebral artery is visible; в – CISS MRI of the brain, axial projection. Dashed arrow shows the area of neurovascular conflict. BA – basilar artery; rVA – right vertebral artery; lVA – left vertebral artery

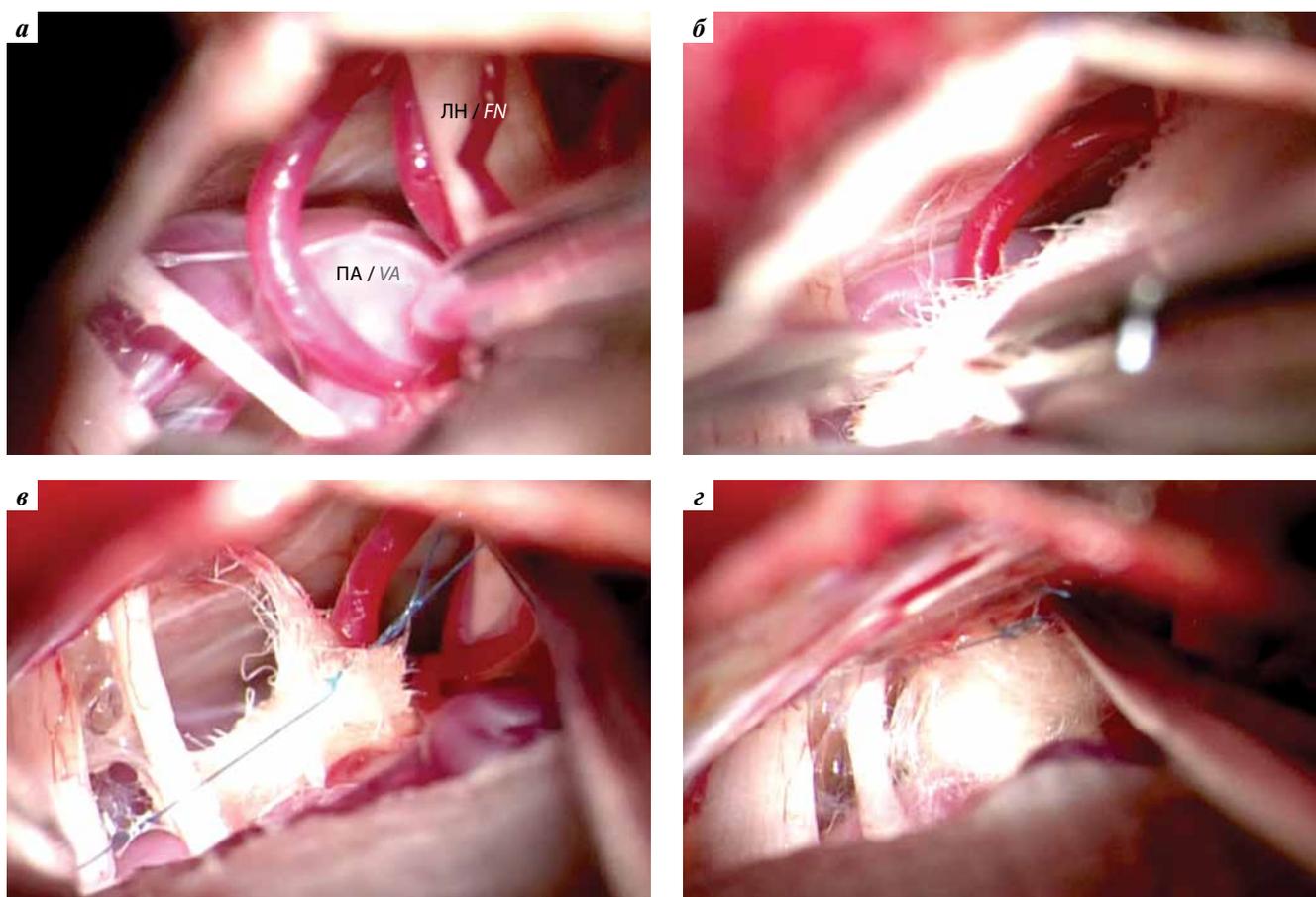


Рис. 2. Интраоперационные фотографии: а – вид операционного поля после диссекции арахноидальных мембран; б – обертывание ПА фрагментом фетры из политетрафторэтилена (ПТФЭ); в – наложение узлового шва на свободные концы фрагмента ПТФЭ; г – фиксация полученного хомута из ПТФЭ к твердой мозговой оболочке задней поверхности пирамиды височной кости. ПА – позвоночная артерия; ЛН – лицевой нерв

Fig. 2. Intraoperative photos: a – operative field after arachnoid membrane dissection; б – wrapping of the VA with a piece of polytetrafluoroethylene (PTFE) felt; в – applying interrupted suture on the free ends of the PTFE piece; г – fixation of the created PTFE cuff to the dura matter of the posterior surface of the petrous pyramid. PA – vertebral artery; FN – facial nerve

прозопареза (II по House–Brackmann), который регрессировал на фоне терапии в течение 14 дней. Результат удовлетворительный.

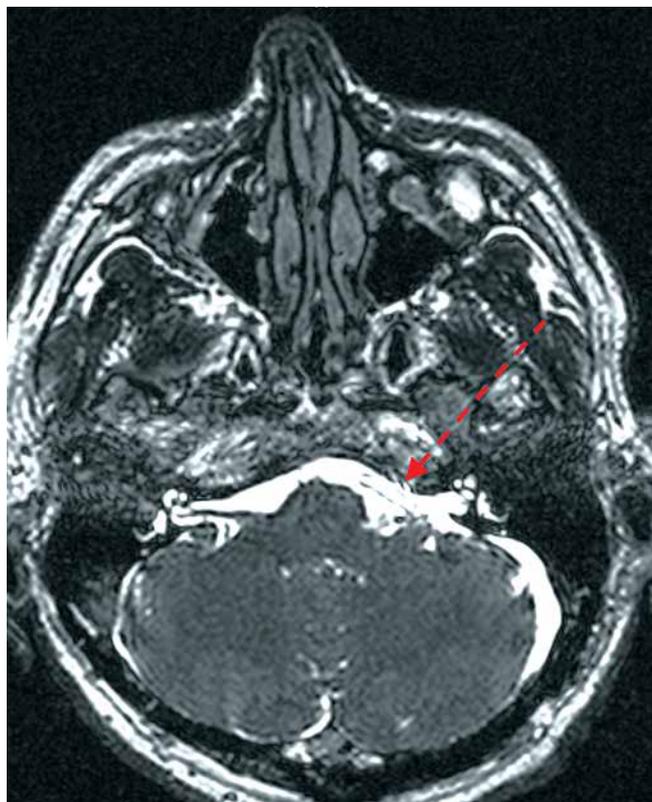


Рис. 3. Магнитно-резонансная томограмма пациента в режиме CISS, аксиальная проекция. Пунктирной стрелкой обозначена позвоночная артерия, фиксированная к задней поверхности пирамиды височной кости с использованием sling-техники

Fig. 3. CISS magnetic resonance imaging of patient, axial projection. Dashed arrow shows the vertebral artery attached to the posterior surface of the petrous pyramid using the sling technique

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 2

У пациента, 28 лет, на фоне полного здоровья спонтанно развилась слабость правой половины языка с отклонением его вправо, спустя 4 года появилась дизартрия. В дебюте заболевания пациент отмечал подергивания (фасцикуляции?) правой половины языка. В анамнезе не было травм шеи, инфекционных и аутоиммунных заболеваний. Пациент проходил лечение амбулаторно под наблюдением стоматолога.

Неврологически: периферический паралич правой половины языка с выраженной атрофией без признаков дефицита со стороны других черепных нервов. Обнаружен оживленный двусторонний рвотный рефлекс. При МРТ выявлена долинхоэктазия правой ПА, которая грубо компримировала продолговатый мозг и корешки (XII черепного нерва?), выходящие из ствола на уровне деформации (рис. 4). Глубина премедулярной цистерны по данным МРТ составила 9 мм, что было расценено как достаточная дистанция для перемещения артерии. Мы полагали, что существует высокая вероятность того, что именно ПА являлась «причинной», «ответственной» за невропатию подъязычного нерва на медулярном уровне. В связи с тем, что у пациента отмечалась отрицательная динамика с развитием дизартрии, для профилактики прогрессирования неврологического дефицита было предложено хирургическое вмешательство.

Выполнена правосторонняя «достаточно» латеральная ретросигмоидная краниотомия [6] в положении пациента на левом боку. После вскрытия твердой мозговой и паутинной оболочек визуализированы V3-сегмент правой ПА, черепные нервы каудальной группы, мозжечок, продолговатый мозг. ПА отличалась ригидностью в интересующем сегменте, формировала упругую несмещаемую С-образную деформацию и компримировала ствол головного мозга. При попытках ее оттеснения от вентральной поверхности ствола артерия возвращалась

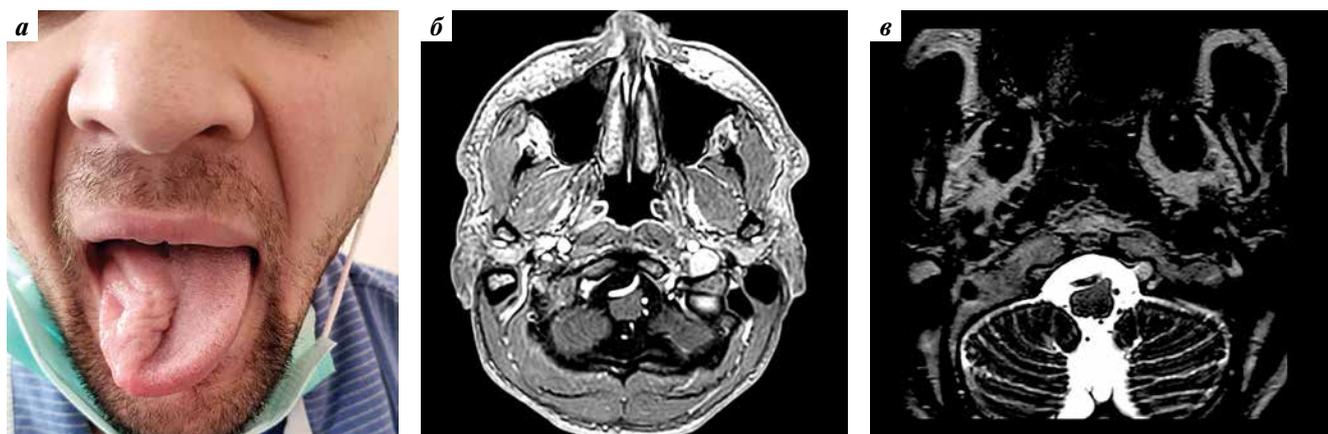


Рис. 4. Фотография и магнитно-резонансные томограммы (МРТ) головного мозга пациента: а – фотография пациента, демонстрирующая гемиатрофию языка справа; б – МРТ в режиме T1W-3D; в – МРТ в режиме T2W-3D: визуализирован конфликт позвоночной артерии и ствола головного мозга

Fig. 4. Photo and magnetic resonance imaging (MRI) of the patient's brain: a – patient's photo demonstrating hemiatrophy of the tongue on the right; б – T1W-3D MRI; в – T2W-3D MRI: a conflict between the vertebral artery and brainstem is visualized

на прежнее место, при этом достоверной компрессии артерией корешков подъязычного нерва не обнаружено, в связи с чем был сделан вывод, что невропатия подъязычного нерва вызвана ядерной компрессией.

С учетом ригидности причинного сосуда в области конфликта, прогнозируемой низкой эффективности интерпозиции выполнена транспозиция ПА за счет формирования манжеты из тefлонового материала и перемещения артерии кпереди путем фиксации манжеты в переднемедиальном направлении к ТМО задней поверхности ската одиночным швом (рис. 5, 6). Во время транспозиции для уменьшения ригидности магистральной артерии было использовано временное клипирование ПА, продолжительность которого составила 7 мин. После транспозиции артерии выполнена контрольная интраоперационная доплерография и интраоперационная флуоресцентная ICG-ангиография: признаков нарушения кровотока не выявлено. Дополнительно выполнена интерпозиция за счет размещения прокладки из разволокненного тefлона между продолговатым мозгом и правой ПА.

В 1-е сутки после оперативного вмешательства пациенту выполнена МРТ головного мозга: визуализирована перемещенная ПА без признаков компрессии ствола головного мозга; правая ПА, а также другие артерии задней черепной ямки контрастировались однородно, сужений артерий и их деформаций не отмечено (рис. 7).

В 1-ю неделю после операции пациент отметил регресс дизартрии. Выписан из стационара на 7-е сутки после оперативного вмешательства.

При последующем осмотре через 6 мес атрофия мышц сохраняется, но пациент отмечает улучшение подвижности языка. Результат удовлетворительный.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как известно, становление современной техники хирургических вмешательств при синдромах нейро-

васкулярной компрессии началось с операции микроваскулярной декомпрессии, предложенной P.J. Jannetta. В классическом варианте эта операция сводится к помещению прокладки из ПТФЭ (или другого имплантата – фрагмента мышцы, жировой ткани, силиконового протеза [3]) между вовлеченными в конфликт нервом и артерией. После того как операция Jannetta получила всеобщее распространение, стали появляться сообщения о применении модифицированных техник, например фиксации петли верхней мозжечковой артерии к намету мозжечка пластиной гемостатического материала Тахокомб, фибрин-тромбиновым клеем, предварительно выкроенным лоскутом ТМО или вовсе ее диссекции и перемещения от нерва без дополнительной фиксации и без применения разного рода имплантатов.

Наличие синдрома «макрovasкулярной компрессии», как в описанных случаях долихоэктазии артерий вертебробазиллярного комплекса, не позволяет экстраполировать опыт применения операции Jannetta и предложенных ее модификаций: этому препятствуют калибр ПА, ее ригидность, обусловленная высоким объемным кровотоком и зачастую выраженными атеросклеротическими изменениями стенки артерии [3, 4, 7], являющимися, по некоторым данным, основой этиопатогенеза долихоэктазии [1].

При наличии тесного контакта между стенкой такого крупного сосуда, как ПА, и нервом в узком пространстве мостомозжечковой цистерны установка в зону конфликта прокладки из ПТФЭ или другого имплантата не всегда позволяет надежно устранить компрессию, а в ряде случаев может и вовсе привести к дополнительной травме нерва [8]. Так, частота развития пареза лицевого нерва после васкулярной декомпрессии методом интерпозиции

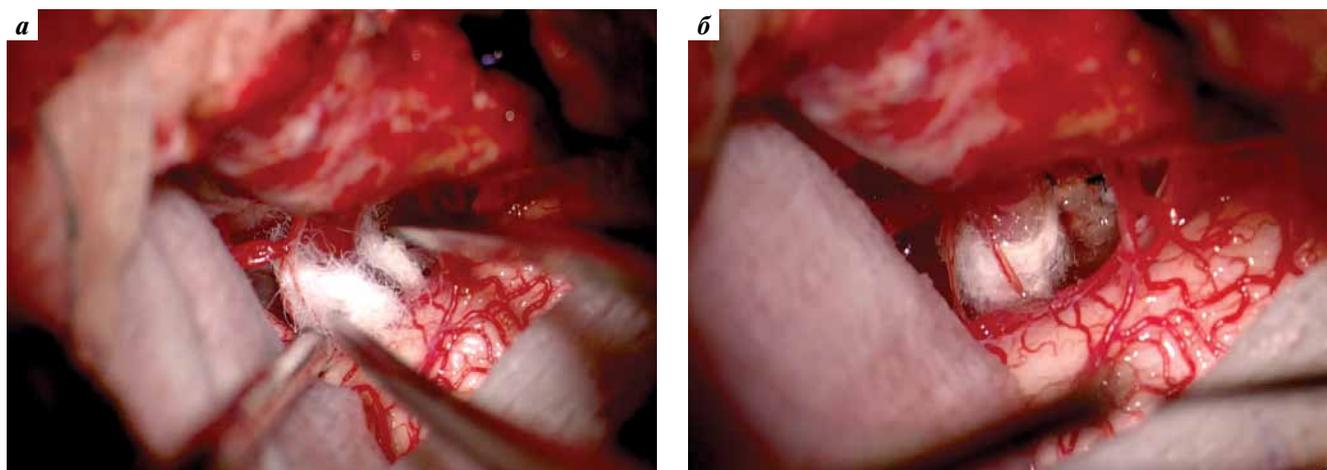


Рис. 5. Интраоперационная картина: а – обертывание позвоночной артерии полоской из тefлона; б – перемещение артерии за счет подшивания тefлоновой манжеты к твердой мозговой оболочке ската

Fig. 5. Intraoperative picture: a – wrapping of the vertebral artery with a Teflon strip; б – transposition of the artery through anchoring of the Teflon cuff to the dura matter of the clivus

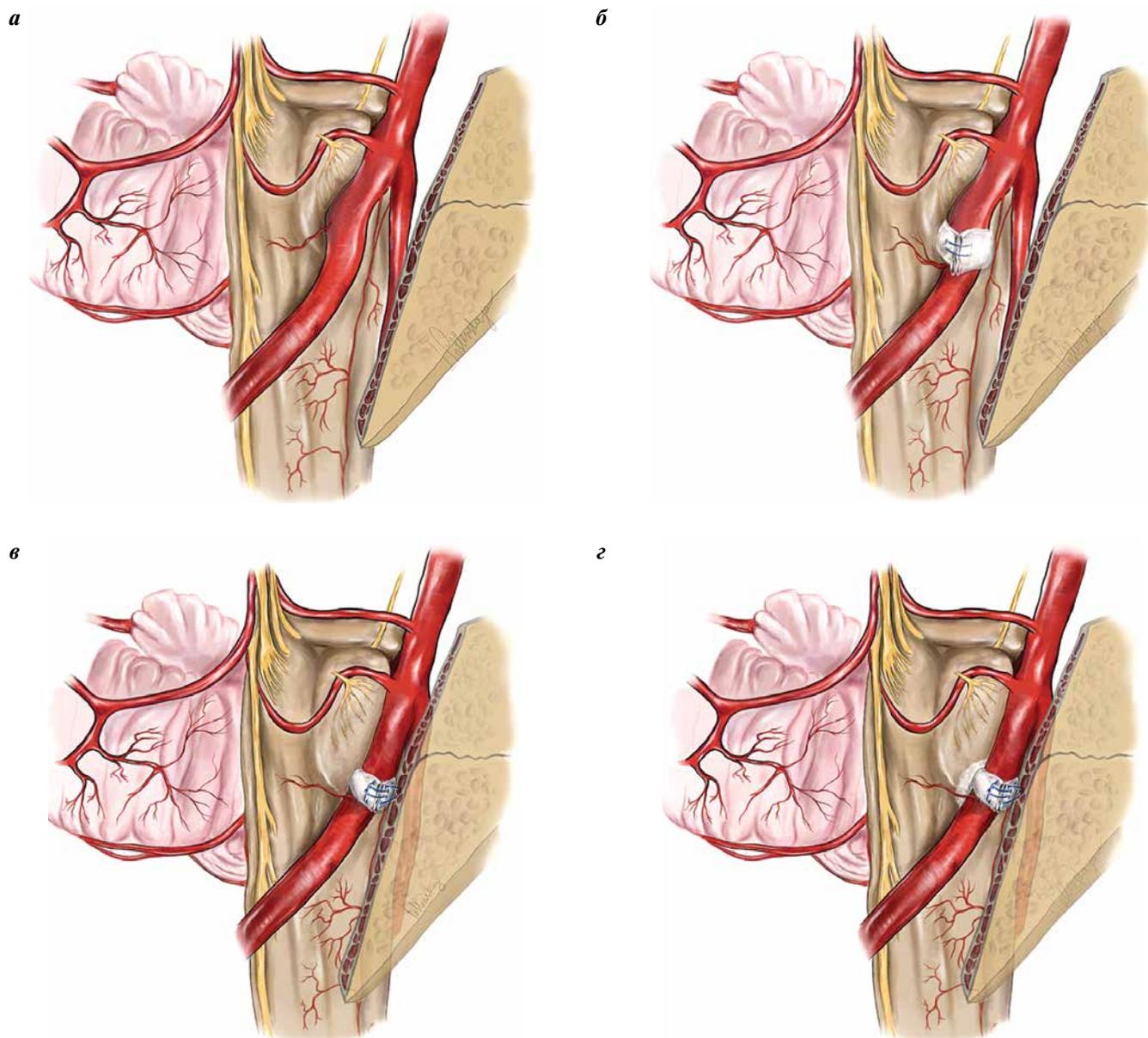


Рис. 6. Методика перемещения артерии (схематические изображения): а – визуализирован конфликт артерии и невралгических структур; б – выполнение манжеты из тефлонового материала; в – транспозиция артерии за счет подшивания манжеты к твердой мозговой оболочке ската; з – дополнительно выполненная интерпозиция тефлоновой прокладкой

Fig. 6. Artery transposition technique (diagram): а – a conflict between the artery and neural structures is visualized; б – creation of a cuff from Teflon material; в – artery transposition through anchoring of the Teflon cuff to the dura matter of the clivus; з – additional interposition using a Teflon pad

по поводу ГФС может достигать 6 % [9]. Таким образом, использование интерпозиции, успешно применяемой в лечении синдромов микровазкулярной компрессии, при «макровазкулярной компрессии» *a priori* уступает транспозиции. К недостаткам транспозиции можно отнести необходимость более широкой диссекции арахноидальных мембран мозжечковой цистерны, сосудисто-нервных структур, а также более выраженную тракцию полушария мозжечка для расширения пространства для манипуляций.

Применение фенестрированных сосудистых клипс для фиксации ПА несколько упрощает хирургическое вмешательство, однако нахождение клипса в непосредственной близости от ствола головного мозга и черепных нервов само по себе может стать фактором компрессии. Все это способствовало развитию альтернативных хирургических приемов, применяемых для транспозиции ПА, в частности появлению sling-техники.

Для обертывания ПА предложены разные материалы: искусственная ТМО [5], Goretex® [4], фрагмент

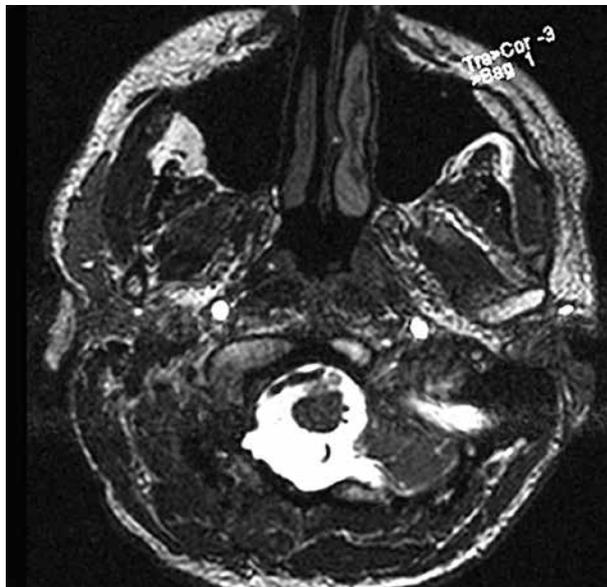


Рис. 7. Магнитно-резонансная томограмма головного мозга пациента после оперативного вмешательства. Визуализирована транспозиция и интерпозиция позвоночной артерии

Fig. 7. Magnetic resonance imaging of the brain after surgical intervention. Transposition and interposition of the vertebral artery are visualized

аутофасции [3], муслин [10]. В наших наблюдениях использованы фрагменты фетры из ПТФЭ в виде тонкой полоски. Фиксация ПА к ТМО может осуществляться наложением шва [4] или при помощи сосудистого клипса [7, 10]. Часто транспозиция ПА дополняется интерпозицией с применением прокладки из ПТФЭ [4], что было использовано нами в наблюдении нейропатии подъязычного нерва [11]. Для контроля степени разобщения ПА и корешка лицевого нерва бывает полезно осмотреть зону выхода лицевого нерва при помощи эндоскопа [7, 12].

ВЫВОДЫ

Несмотря на развитие методов лечения вазоневральных конфликтов, хирургическое лечение синдромов невровазкулярной компрессии на фоне долихоэктазии артерий вертебробазилярного комплекса остается сложной и до конца не решенной задачей. Применение транспозиции ПА с использованием sling-техники является безопасной и эффективной опцией в таких клинических ситуациях и может рассматриваться как альтернатива операциям с интерпозицией.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Yu Y.L., Moseley I.F., Pullicino P., McDonald W.I. The clinical picture of ectasia of the intracerebral arteries. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1982;45(1):29–36. DOI: 10.1136/jnnp.45.1.29
2. Resta M., Gentile M.A., Di Cuozzo F. et al. Clinical-angiographic correlations in 132 patients with megadolichovertebrobasilar anomaly. *Neuroradiology* 1984;26(3):213–6. DOI: 10.1007/BF00342416
3. Григорян Ю.А., Ситников А.Р., Григорян Г.Ю. Тригеминальная невралгия и гемифациальный спазм при извитой вертебробазилярной артерии. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2016;80(1):44–56. DOI: 10.17116/neiro201680144-56
Grigoryan Yu.A., Sitnikov A.R., Grigoryan G.Yu. Trigeminal neuralgia and hemifacial spasm associated with vertebrobasilar artery tortuosity. *Zhurnal voprosy neyrokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2016;80(1): 44–56. (In Russ., in Engl.). DOI: 10.17116/neiro201680144-56
4. Munich S.A., Morcos J.J. “Macrovascular” decompression of dolichoectatic vertebral artery causing hemifacial spasm using goretex sling: 2-dimensional operative video. *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 2019;16(2):267–8. DOI: 10.1093/ons/opy111
5. Lin C.F., Hsu S.P.C., Pan S.Y. et al. An easy adjustable sling technique of ectatic vertebral artery transposition for microvascular decompression. *World Neurosurg* 2021;154:78. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.07.066
6. Sai Kiran N.A., Sivaraju L., Furtado S.V. et al. Far lateral approach without occipital condylar resection for intradural ventral/ventrolateral foramen magnum tumors and aneurysms of V4 segment of vertebral artery: Review of surgical results. *Clin Neurol Neurosurg* 2020;197:106163. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.106163
7. Lin C.F., Chen H.H., Hernesniemi J. et al. An easy adjustable method of ectatic vertebrobasilar artery transposition for microvascular decompression. *Clin Neurol Neurosurg* 2012;114(7):951–6. DOI: 10.1016/j.clineuro.2012.02.021
8. Григорян Ю.А., Ситников А.Р. Транспозиция мозжечковых артерий при сосудистой компрессии краниальных нервов: бесконтактная методика невровазкулярной декомпрессии. *Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова* 2014;6(3):20–30.
Grigoryan Yu.A., Sitnikov A.R. Transposition of cerebellar arteries in vascular compression of cranial nerves: non-contact technique of neurovascular decompression. *Rossiyskiy neyrokhirurgicheskiy zhurnal im. prof. A.L. Polenova = Russian Neurosurgical Journal n.a. prof. A.L. Polenov* 2014;6(3):20–30.
9. Rhee D.J., Kong D.S., Park K., Lee J.A. Frequency and prognosis of delayed facial palsy after microvascular decompression for hemifacial spasm. *Acta Neurochir (Wien)* 2006;148:839–43; discussion 843. DOI: 10.1007/s00701-006-0847-9
10. Tabani H., Yousef S., Burkhardt J.K. et al. Macrovascular decompression of facial nerve with anteromedial transposition of a dolichoectatic vertebral artery: 3-dimensional operative video. *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 2019;16(1):E4. DOI: 10.1093/ons/opy117
11. Rafaelyan A., Svistov D.V. Isolated hypoglossal nerve neuropathy in vertebral dolichoectasia: microvascular decompression by vessel transposition with Teflon cuff. *Surg Neurol Int* 2022;13:336. DOI: 10.25259/SNI_533_2022
12. Винокуров А. Г., Калинин А. А., Бочаров А. А. и др. Вазкулярная декомпрессия с применением видеоэндоскопии как метод лечения классической невралгии языкоглоточного нерва: клиническое наблюдение и обзор литературы. *Нейрохирургия* 2021;23(2):77–85. DOI: 10.17650/1683-3295-2021-23-2-77-85
Vinokurov A.G., Kalinkin A.A., Bocharov A.A. et al. Vascular decompression with videoendoscopy as a treatment for glossopharyngeal nerve neuralgia: clinical case and literature review. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2021; 23(2):77–85. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2021-23-2-77-85

Благодарность. Авторы выражают искреннюю благодарность Ирине Поленской (Irinapollenskaya@mail.ru) за выполнение медицинских иллюстраций.

Acknowledgment. Authors express sincere gratitude to Irina Polenskaya (Irinapollenskaya@mail.ru) for performing medical illustrations.

Вклад авторов

А.В. Станишевский, Д.В. Свистов, А.А. Рафаелян: сбор данных для анализа, анализ полученных данных, выполнение хирургических вмешательств, наблюдение за пациентами, написание текста статьи.

Authors' contributions

A.V. Stanishevskiy, D.V. Svistov, A.A. Rafaelian: collecting data for analysis, analysis of the data obtained, performing surgical interventions, monitoring patients, article writing.

ORCID авторов / ORCID of authors

А.В. Станишевский / A.V. Stanishevskiy: <https://orcid.org/0000-0002-2615-269X>

Д.В. Свистов / D.V. Svistov: <https://orcid.org/0000-0002-3922-9887>

А.А. Рафаелян / A.A. Rafaelian: <https://orcid.org/0000-0003-4447-6919>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Funding. The work was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов. Пациенты подписали информированные согласия на публикацию их данных.

Compliance with patient rights. The patients gave written informed consents to the publication of their data