

ТРАВМАТИЧЕСКОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ, ОСЛОЖНИВШЕЕСЯ ФОРМИРОВАНИЕМ ГИГАНТСКОЙ ПСЕВДОАНЕВРИЗМЫ V3-СЕКМЕНТА (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

А.А. Айрапетян¹, Д.Г. Громов^{1,2}, С.А. Папоян¹⁻³, Д.В. Смяловский¹, К.С. Асатуриян¹, С.С. Стариков¹,
А.Д. Зайцев⁴, Е.В. Тавлуева¹

¹ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения города Москвы»; Россия, 105187 Москва, ул. Фортунатовская, 1;

²ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1;

³ГБУ г. Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»; Россия, 115184 Москва, ул. Большая Татарская, 30;

⁴ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; Россия, 125993 Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

Контакты: Артем Арменович Айрапетян neuro_inozem@mail.ru

Травматическое повреждение позвоночной артерии (ТППА) – редкая, но тяжелая патология, которая может быть связана как с проникающей травмой шеи, так и с тупой или неклассифицированной травмой. Повреждения позвоночной артерии, особенно в результате проникающих огнестрельных или ножевых ранений, обуславливают тяжелое состояние пострадавших, развитие широкого спектра осложнений, в том числе жизнеугрожающих, высокие уровни инвалидизации и летальности.

Единого мнения по тактике лечения данной патологии не существует. Открытая хирургия как первый этап оперативного вмешательства применима в ограниченном числе случаев. Рентгенэндоваскулярные методы лечения ТППА считаются предпочтительными.

Нами представлен клинический случай пациента 27 лет с ТППА, возникшим вследствие проникающего огнестрельного ранения шеи и осложнившимся формированием гигантской псевдоаневризмы V3-сегмента позвоночной артерии. Проведено комбинированное лечение ТППА в 2 этапа с применением методов рентгенэндоваскулярной и открытой хирургии.

Описания случаев ТППА редки, и дальнейшее накопление и анализ соответствующих сведений и предложений по ведению пострадавших с ТППА поможет сформировать четкие алгоритмы действий врача и оптимизировать лечебную тактику при данной патологии.

Ключевые слова: травматическое повреждение позвоночной артерии, гигантская псевдоаневризма, проникающее ранение шеи, позвоночная артерия, рентгенэндоваскулярное лечение, комбинированное лечение, клинический случай

Для цитирования: Айрапетян А.А., Громов Д.Г., Папоян С.А. и др. Травматическое повреждение позвоночной артерии, осложнившееся формированием гигантской псевдоаневризмы V3-сегмента (клиническое наблюдение и обзор литературы). Нейрохирургия 2023;25(4):87–95. DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2023-25-4-87-95>

Traumatic injury of vertebral artery complicated by formation of a giant pseudoaneurysm of the V3 segment (clinical observation and literature review)

A.A. Ayrapetyan¹, D.G. Gromov^{1,2}, S.A. Papoyan¹⁻³, D.V. Smyalovskiy¹, K.S. Asaturyan¹, S.S. Starikov¹,
A.D. Zaytsev⁴, E.V. Tavluева¹

¹F.I. Inozemtsev City Clinical Hospital, Moscow Healthcare Department; 1 Fortunatovskaya St., Moscow 105187, Russia;

²N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia; 1 Ostrovityanova St., Moscow 117997, Russia;

³Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management, Moscow Healthcare Department; 30 Bolshaya Tatarskaya St., Moscow 115184, Russia;

⁴Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of Russia; Bld. 1, 2/1 Barricadnaya St., Moscow 125993, Russia

Contacts: Artyom Armenovich Ayrapetyan neuro_inozem@mail.ru

Traumatic vertebral artery injury (TVAI) is a rare but severe pathology which can be associated both with penetrating injury of the neck and blunt or unclassified injury. Injury of the vertebral artery, especially due to gunshot or knife wounds, causes severe condition of the patients, development of a wide spectrum of complications including life-threatening, high rates of disabilities and mortality.

There is no consensus on the treatment tactics for this pathology. Open surgery as the first stage of surgical intervention can be used in a limited number of cases. X-ray endovascular techniques of TVAI treatment are considered to be preferable.

We present a clinical case of a 27-year-old patient with TVAI caused by a penetrating gunshot wound of the neck and complicated by formation of a giant pseudoaneurysm of the V3 segment of the vertebral artery. Two-stage combination treatment of TVAI was performed using endovascular and open surgical techniques.

Descriptions of TVAI cases are rare, and further accumulation and analysis of corresponding data and proposals on treatment of the patients with TVAI will help to formulate precise algorithms of doctors' actions and optimize treatment tactics.

Keywords: traumatic vertebral artery injury, giant pseudoaneurysm, penetrating wound of the neck, vertebral artery, X-ray endovascular treatment, combined treatment, clinical case

For citation: Ayrapetyan A.A., Gromov D.G., Papoyan S.A. et al. Traumatic injury of vertebral artery complicated by formation of a giant pseudoaneurysm of the V3 segment (clinical observation and literature review). *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2023;25(4):87–95. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2023-25-4-87-95>

ВВЕДЕНИЕ

Травматическое повреждение позвоночной артерии (ТППА) является редкой, но тяжелой патологией, требующей пристального внимания и изучения. По данным американского Национального банка данных о травмах (NTDB), за период с 2016 по 2017 г. было выявлено 6865 случаев повреждения позвоночной артерии (ПА), что составляет менее 1 % всех зарегистрированных травматических повреждений. При этом только 9 % из них были связаны с проникающей травмой шеи, в то время как 91 % повреждений был связан с тупой либо неклассифицированной травмой [1]. По сведениям Медицинского центра Университета Теннесси (Ноксвилль), за период с 2001 по 2011 г. ТППА составили также менее 1 % всех зарегистрированных травм [2]. По данным других авторов, ТППА встречались с частотой от 0,24 до 2 % у пострадавших с тупой травмой разной локализации [3–6] и с частотой 15–46 % — в более специфичных популяционных группах (у пострадавших с травмами головы и тупыми травмами шейного отдела позвоночника) [4, 5].

Несмотря на низкую распространенность, ТППА являются актуальной медицинской и социальной проблемой. Повреждения ПА, особенно полученные в результате проникающих огнестрельных или ножевых ранений, обуславливают тяжелое состояние пострадавших, развитие грубых неврологических осложнений, высокие уровни инвалидизации и летальности. Летальность, по разным данным, варьирует от 3 до 19 %, однако может быть недооценена, учитывая высокую

частоту догоспитальной гибели пострадавших, связанной с развитием инсультов в вертебробазилярном бассейне (ВББ), профузных артериальных кровотечений и других несовместимых с жизнью осложнений [1, 2, 7–9].

До настоящего времени не сформировалось единого мнения о тактике лечения данной патологии. Выбор наиболее подходящего метода, включая консервативную терапию, рентгенэндоваскулярные методы, открытую хирургию, зависит от множества факторов, таких как тяжесть состояния пострадавшего на момент поступления; локализация повреждения ПА; состояние контралатеральной ПА; анатомические особенности, препятствующие установке стента при эндоваскулярном вмешательстве, визуализации и перевязке ПА при открытом вмешательстве; наличие противопоказаний к приему антитромботической терапии [10–14].

Нами представлен случай комбинированного лечения пациента 27 лет с ТППА вследствие проникающего огнестрельного ранения шеи.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пациент С., 27 лет, 17.06.2022 по каналу скорой медицинской помощи поступил в приемное отделение ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения города Москвы» с диагнозом: *напряженная гематома мягких тканей шеи слева.*

Из анамнеза известно, что пациентом 04.03.2022 в бою получена минно-взрывная травма, осколочное

ранение области наружного слухового прохода и скуловой области слева с наличием инородного тела в проекции остистого отростка C_2 -позвонка. 14.03.2022 проведено удаление инородного тела мягких тканей шеи, пациент выписан в удовлетворительном состоянии. По данным ультразвукового исследования шеи от 04.04.2022 выявлена посттравматическая напряженная гематома размерами $9 \times 5 \times 4,5$ см. Пациент повторно госпитализирован. 05.04.2022 была выполнена хирургическая ревизия области ранения. При попытке эвакуации гематомы возникло интенсивное кровотечение. После тщательного гемостаза было принято решение остановить операцию. Рана была ушита, пациент транспортирован в реанимационное отделение. 06.04.2022 проведена церебральная ангиография (ЦАГ), по результатам которой выявлено формирование гигантской псевдоаневризмы в проекции V3-сегмента левой ПА. 12.04.2022 выполнена установка потокиперенаправляющих стентов в левую ПА. По результатам контрольной ЦАГ от 13.04.2022 заполнение аневризмы отсутствовало. Примерно за месяц до настоящей госпитализации пациент отметил постепенное увеличение объема припухлости на шее, снижение подвижности шеи, появилась выраженная боль в этой области, что и послужило причиной повторного обращения за медицинской помощью.

При осмотре обращало на себя внимание значительное изменение конфигурации шеи за счет выраженной припухлости в области ее задней и левой боковой поверхностей (рис. 1). Цвет кожных покровов над данной областью был обычным, пальпация сопровождалась выраженной болью, флюктуация не определялась. В левой заушной области был выявлен линейный нормотрофический рубец размером до $10 \times 0,5$ см без признаков воспаления.



Рис. 1. Компьютерная томография. 3D-реконструкция внешнего вида пациента С., 27 лет. Выраженная припухлость левой боковой поверхности шеи

Fig. 1. Computed tomography. 3D reconstruction of the appearance of patient S., 27 years. Marked swelling on the left lateral surface of the neck

По данным компьютерно-томографической ангиографии (КТА) брахиоцефальных артерий от 17.06.2022 выявлены: гигантская псевдоаневризма V3-сегмента левой ПА с признаками экстравазации контрастного препарата за просвет ранее установленных стентов, окруженная частично лизированной гематомой; межмышечные гематомы околоушной области слева (рис. 2).

В связи с высоким риском интраоперационного кровотечения от экстренной эвакуации гематомы мягких тканей шеи было решено воздержаться. На I-м этапе (в тот же день) с целью детализации анатомии поражения и определения возможности реконструктивного эндоваскулярного вмешательства выполнена селективная

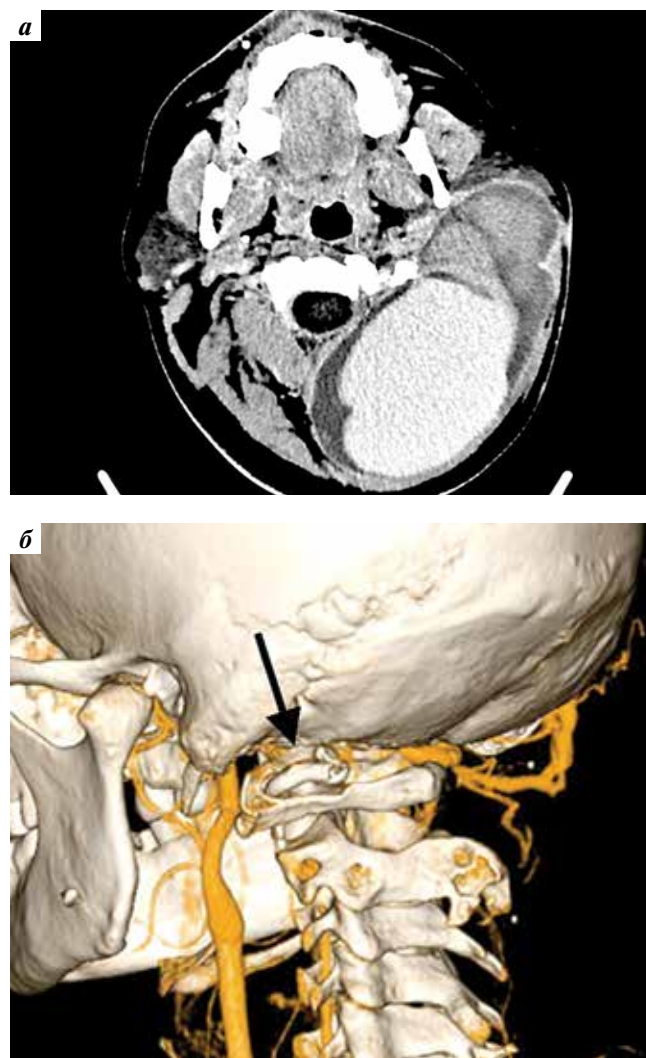


Рис. 2. Компьютерно-томографическая ангиография пациента С., 27 лет: а — гигантская псевдоаневризма V3-сегмента левой позвоночной артерии с признаками экстравазации контрастного препарата, окруженная частично лизированной гематомой; б — в области V3-сегмента визуализирован стент с признаками деформации (указан стрелкой)

Fig. 2. Computed angiography of patient S., 27 years: a — giant pseudoaneurysm of the V3 segment of the left vertebral artery with signs of extravasation of the contrast agent and surrounded by partially lysed hematoma; б — near the V3 segment a stent with signs of deformation is visualized (arrow)

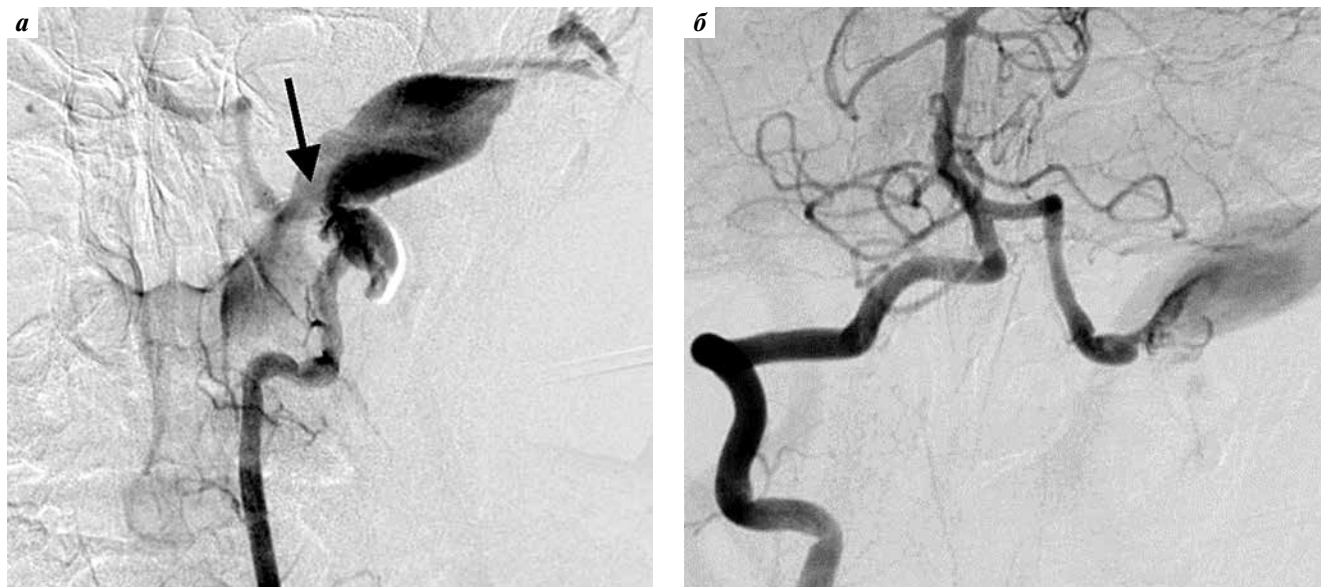


Рис. 3. Церебральная ангиография пациента С., 27 лет: а — антеградное контрастирование гигантской псевдоаневризмы левой позвоночной артерии, в проекции V3-сегмента визуализируются ранее имплантированные потокперенаправляющие стенты (указаны стрелкой); б — ретроградное контрастирование псевдоаневризмы из бассейна правой позвоночной артерии

Fig. 3. Cerebral angiography of patient S., 27 years: а — anterograde contrast of the giant pseudoaneurysm of the left vertebral artery; in the projection of the V3 segment, previously implanted flow-diverging stents are visible (arrow); б — retrograde contrast of the pseudoaneurysm from the system of the right vertebral artery

церебральная ангиография. Под местной анестезией пункцирована правая общая бедренная артерия. Установлен интродьюсер 6F. Диагностическим катетером последовательно катетеризированы левая и правая ПА, левая общая сонная артерия, левая наружная сонная артерия. По данным полипроекционной ангиографии соответствующих сосудистых бассейнов: определяется гигантская псевдоаневризма с широкой шейкой V3-сегмента левой ПА; здесь же визуализируются 2 ранее имплантированных потокперенаправляющих стента с признаками деформации и дислокации одного из них в полость псевдоаневризмы (рис. 3, а); полость последней интенсивно контрастируется антеградно и ретроградно (из бассейна правой ПА) (рис. 3, б).

Коллегиально принято решение об эндоваскулярном закрытии дефекта левой ПА путем имплантации стент-графта. В левую ПА установлен направляющий катетер Fubuki. Нейропроводник Avigo с выраженными техническими трудностями через ранее имплантированные стенты заведен в левую заднюю мозговую артерию. В месте ранее установленных стентов проведена серия баллонных преддилатаций с последующей имплантацией стент-графта Rarugis 4,0 × 20 мм. На контрольных ангиограммах полость аневризмы не исключена из кровотока: сохраняется ее интенсивное антеградное контрастирование (рис. 4).

В связи с отсутствием эффекта от стентирования и с учетом удовлетворительного ретроградного кровотока принято решение о тотальной эмболизации левой ПА дистальнее и проксимальнее места дефекта. С целью оценки адекватности коллатерального кровотока



Рис. 4. Контрольная антеградная ангиография левой позвоночной артерии после выполнения баллонной ангиопластики и имплантации стент-графта: сохраняется интенсивное контрастирование псевдоаневризмы

Fig. 4. Control anterograde angiography of the left vertebral artery after balloon angioplasty and implantation of a stent graft: intense contrast of the pseudoaneurysm remains

предварительно выполнен баллон-окклюзионный тест левой ПА в течение 30 мин. По итогам: новых признаков неврологического дефицита не возникло, коллатеральный кровоток был признан удовлетворительным.

Для контрольного контралатерального контрастирования артерий головного мозга пунктирована левая общая бедренная артерия, установлен интродьюсер 6F, диагностический катетер заведен в правую ПА. По ранее оставленному в левой задней мозговой артерии микропроводнику Avigo дистальнее зоны дефекта проведен микрокатетер Echelon 14, после чего проводник извлечен, в целевые участки через просвет микрокатетера последовательно имплантированы 6 микроспирали Ахит. При антеградном контрольном контрастировании V3-сегмент левой ПА окклюзирован полностью, полость псевдоаневризмы тотально выключена из кровотока (рис. 5, а). При контрольной контралатеральной ангиографии (из правой ПА): ретроградное контрастирование полости аневризмы также отсутствует, дистальный интракраниальный кровоток — на дооперационном уровне (рис. 5, б, в).

В финале эндоваскулярного этапа: неврологический статус — без отрицательной динамики. Инструменты извлечены, в местах пункции общих бедренных артерий осуществлен гемостаз устройством Angio-Seal.

Учитывая компенсированное состояние пациента, после кратковременного послеоперационного наблюдения выполнен 2-й этап хирургического лечения в виде открытой ревизии области ранения. Доступ осуществлен в околоушной области слева через старый послеоперационный рубец. После разрезания подкожной мышцы шеи эвакуировано большое количество тромботических масс, выполнено вскрытие полости псевдоаневризмы, стенки аневризмы резецированы. В области дна псевдоаневризмы визуализирован один из ранее имплантированных поток-перенаправляющих стентов. После осуществления гемостаза рана послойно ушита с оставлением силиконового дренажа (рис. 6).

После хирургического вмешательства пациент был переведен в отделение реанимации для больных с острыми нарушениями мозгового кровообращения, где проводилась интенсивная терапия, динамическое наблюдение за соматическим и неврологическим статусом. Экстубация выполнена через 3 ч после операции.

По результатам контрольной компьютерной томографии головного мозга от 17.06.2022 признаков ишемических изменений в ВББ обнаружено не было. 18.06.2022 для дальнейшего лечения пациент был переведен в отделение. Послеоперационный период проходил без осложнений, объем гематом мягких тканей шеи значительно регрессировал (рис. 7), неврологический дефицит за время наблюдения не прогрессировал. 24.06.2022, на 7-е сутки после хирургического вмешательства, пациент выписан в удовлетворительном состоянии с рекомендациями по реабилитационному лечению по месту жительства.

ОБСУЖДЕНИЕ

Травматические повреждения ПА могут проявляться разными формами. Так, по данным ряда авторов, возможно формирование стенозов, окклюзий,



Рис. 5. Контрольная ангиография: а — при антеградном контрастировании левая позвоночная артерия (ПА) окклюзирована на уровне V3-сегмента, здесь же визуализируются имплантированные микроспирали (отмечены стрелкой), псевдоаневризма тотально выключена из кровотока; б — при контралатеральном контрастировании ретроградное заполнение полости псевдоаневризмы левой ПА отсутствует; в — церебральная ангиография после эмболизации левой ПА: интракраниальный кровоток в вертебробазиллярном бассейне — на дооперационном уровне

Fig. 5. Control angiography: а — in antegrade contrast, the left vertebral artery (VA) is occluded at the V3 segment level, implanted microcoils are also visible here (arrow), pseudoaneurysm is totally excluded from the blood flow; б — in contralateral contrast, retrograde filling of the pseudoaneurysm of the left VA is absent; в — cerebral angiography after embolization of the left VA: intracranial blood flow in the vertebrobasilar system at the preoperative level

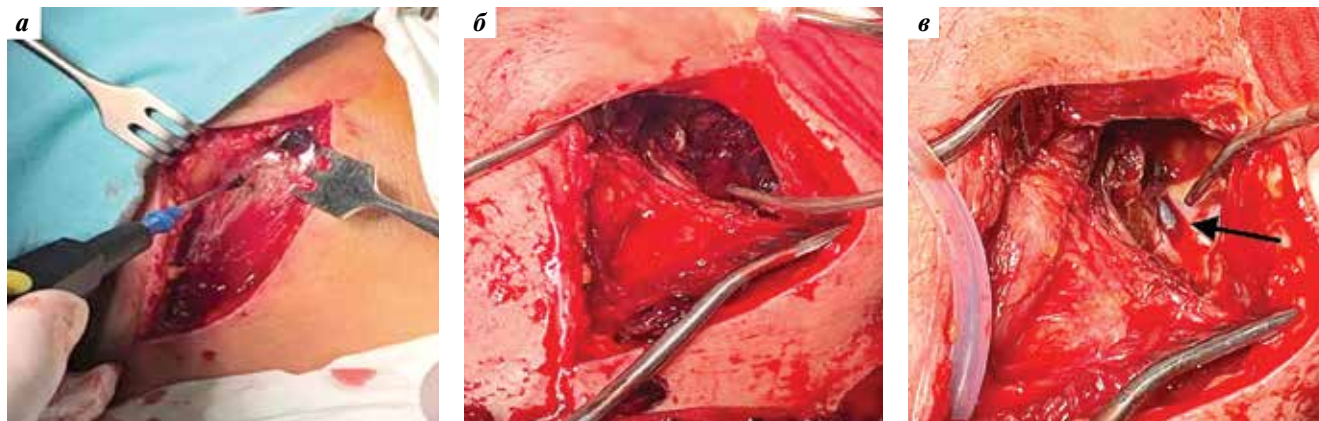


Рис. 6. Этапы выполнения открытого хирургического вмешательства: а — разрез кожи по старому послеоперационному рубцу, вскрытие подкожной мышцы шеи; б — удаление тромботических масс из полости псевдоаневризмы; в — имплантированный ранее стент визуализирован в области дна псевдоаневризмы (указан стрелкой)

Fig. 6. Stages of surgical intervention: а — skin dissection following the old postoperative scar, dissection of the subcutaneous neck muscle; б — removal of thrombotic masses from the pseudoaneurysm cavity; в — previously implanted stent is visible near the floor of the pseudoaneurysm (arrow)



Рис. 7. Компьютерная томография. 3D-реконструкция внешнего вида пациента после открытого хирургического вмешательства. Объем гематом мягких тканей шеи значительно регрессировал

Fig. 7. Computed tomography. 3D reconstruction of the patient's appearance after open surgical intervention. The volume of soft tissue hematomas on the neck decreased significantly

псевдоаневризм, артериовенозных соустьев (АВС), диссекций ПА. Распространенность вышеуказанных форм по данным К. Рипер и соавт. представлена в таблице [11]. Риск ишемического инсульта в ВББ при ТППА, по данным разных авторов, составляет от 6 до 37 % [1, 3, 15, 16].

Артериовенозные соустья при ТППА в 30 % случаев протекают бессимптомно, но почти всегда диагностируются при аускультации области гематомы шеи [17]. Это говорит о том, что физикальные методы диагностики крайне важны, даже при доступности инструментальных методов исследования. Из последних наиболее распространенным методом верификации

Частота встречаемости клинических форм травматического повреждения позвоночной артерии (ТППА) по К. Рипер et al. [11]

Frequency of clinical forms of traumatic vertebral artery injury (TVAI) per K. Piper et al. [11]

Клиническая форма Clinical form	Число случаев, n Number of cases, n	Доля от всех ТППА, % Percentage of all TVAI, %
Окклюзия Occlusion	61	37,6
Псевдоаневризма Pseudoaneurysm	37	22,8
Артериовенозные соустья Arteriovenous fistulas	32	19,8
Диссекция Dissection	14	8,6
Прочее Other	18	11,1
Всего Total	162	100

ТППА в настоящий момент является КТА. Как показывают исследования, невидимые при КТА варианты патологии ПА, такие как АВС и псевдоаневризмы, позволяет выявить ЦАГ [11, 18, 19]. По этой причине ЦАГ следует рассматривать в качестве дополнительного диагностического метода, когда результаты КТА сомнительны либо неинформативны, например при наличии артефактов от металлических инородных тел, больших гематом, или в иных спорных ситуациях.

В связи с малотравматичностью, меньшей инвазивностью, возможностью применения под местной анестезией рентгенэндоваскулярные методы считаются предпочтительными для лечения ТППА. Открытая хирургия как первый этап оперативного вмешательства

применима в ограниченном числе случаев, когда необходима быстрая ревизия раны шеи с целью остановки профузного кровотечения, устранения вдавления органов шеи напряженной гематомой, при травматическом/геморрагическом шоке, выраженной артериальной гипотензии, при ятрогенном повреждении уже во время открытого хирургического вмешательства [11, 14]. Кроме того, от проведения эндоваскулярных вмешательств воздерживаются (в пользу хирургической операции) из-за некоторых анатомических особенностей дефекта ПА. Так, в случаях его близкого расположения к задней нижней мозжечковой артерии (ЗНМА) или к устью ПА проведение эндоваскулярного вмешательства может быть технически затруднено либо сопряжено с риском острых ишемических осложнений. Как правило, у таких пациентов предпочтение отдают более сложным открытым хирургическим вмешательствам, таким как протезирование ПА, транспозиция устья ПА в общую сонную артерию, анастомоз бок-в-бок ЗНМА-ЗНМА и др. [20, 21].

Современная рентгенэндоваскулярная хирургия располагает широким спектром возможностей в лечении ТППА, таких как установка потокоперенаправляющих стентов или стент-графтов, баллонная ангиопластика, эмболизация микроспиралью. В этом отношении стентирование поврежденной ПА является максимально физиологичным, сохраняющим, а иногда и полностью реконструирующим просвет сосуда методом лечения. Оно позволяет минимизировать риск развития гипоперфузии мозга и инсульта в ВББ. Однако сообщения об успешном проведении данной процедуры встречаются редко, что в случае ТППА связано еще и с тем, что данная патология широко не распространена [11, 22, 23]. Общим ограничением к проведению стентирования ПА является наличие у пациента тех или иных противопоказаний к приему антитромботических препаратов, длительный курс которых необходим после установки большинства стентов.

Самый радикальный рентгенэндоваскулярный метод лечения посттравматических псевдоаневризм или АВС ПА — эмболизация поврежденного сосуда микроспиралью. Однако такой подход имеет существенный недостаток в виде возможного снижения кровотока в ВББ, что может привести к ишемическому инсульту ствола головного мозга и/или затылочных долей. На данный момент лишь небольшое количество работ посвящено безопасности выключения одной ПА из кровотока. В обзоре К. Рірег и соавт. упоминается о 4 пациентах с инсультом в результате подобных вмешательств, при этом клинически инсульт проявился только у 1 из них. Следует отметить, что почти у 50 % пациентов, включенных в этот обзор, не выполнялась магнитно-резонансная томография в связи с наличием металлических инородных тел в мягких тканях шеи, что могло уменьшить число верифици-

рованных бессимптомных инфарктов головного мозга [11].

Для снижения риска развития инсульта перед эмболизацией поврежденной ПА необходимо проведение ее контралатеральной ангиографии (из здоровой ПА). При наличии явного ретроградного (коллатерального) кровотока данная процедура относительно безопасна, кроме того, в ряде случаев возможно ее выполнение через контралатеральный доступ [24]. С этой же целью перед открытым лигированием ПА необходимо проводить оценку данных КТА, а при эндоваскулярной эмболизации — выполнять прямую ангиографию всех 4 артериальных бассейнов головного мозга для выявления гипоплазий/аплазий контралатеральной ПА, задней соединительной артерии, обеспечивающих коллатеральный кровоток в ВББ [25]. Помимо этого, для оценки адекватности коллатерального кровотока перед окклюзирующими вмешательствами на ПА необходимо применение баллон-окклюзионного теста или временного пережатия поврежденного сосуда [26]. В литературе упоминается множество способов оценки коллатерального кровотока во время временного выключения ПА: неврологический осмотр, электроэнцефалография, транскраниальная доплерография, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, двухэнергетическая компьютерная томография с ксеноном, задержка венозной фазы при прямой ангиографии. Однако достоверных различий в чувствительности существующих методов до настоящего времени не выявлено [27].

В случае выбора открытого хирургического вмешательства возможно выполнение того или иного варианта выключения ПА из кровотока. При хорошей визуализации ПА выполняют ее лигирование или клипирование. Если проведение вышеуказанных манипуляций затруднено, а по данным инструментальных методов диагностики коллатеральный кровоток не нарушен, возможно тампонирование V2-сегмента ПА в позвоночных отверстиях поперечных отростков шейных позвонков костным воском [9]. В ряде случаев рассматривают более сложные реваскуляризирующие хирургические вмешательства, описанные выше [24]. Иногда открытое лигирование/тампонирование может оказаться невозможным по причине множественных повреждений или недоступности целевого участка ПА. В таких случаях целесообразно коллегиально рассмотреть возможность применения комбинации хирургических и рентгенэндоваскулярных методик.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Травматическое повреждение ПА является весьма редким, но грозным осложнением как проникающих, так и тупых травм шеи. Опасность подобных ранений заключается в возможном развитии широкого спектра осложнений, в том числе и жизнеугрожающих, начиная от формирования напряженных гематом мягких

тканей шеи, АВС, псевдоаневризм, стенозов и окклюзий ПА, заканчивая инсультами в ВББ, массивными профузными кровотечениями.

Учитывая небольшое количество данных в современной литературе, единого мнения по лечению пострадавших с ТППА в настоящий момент не существует. Сформировать рекомендации, обладающие высокими уровнем убедительности и достоверности

доказательств, не представляется возможным. Несмотря на это, ряд авторов предпринимают попытки по созданию многообещающих, но пока не подтвержденных предложений по ведению пострадавших с ТППА. Дальнейшее накопление и анализ соответствующих сведений и предложений поможет сформировать четкие алгоритмы действий врача и оптимизировать лечебную тактику при данной патологии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Schellenberg M., Owattanapanich N., Cowan S. et al. Penetrating injuries to the vertebral artery: interventions and outcomes from US Trauma Centers. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2022;48(1):481–8. DOI: 10.1007/s00068-020-01416-y
- Alterman D.M., Heidel R.E., Daley B.J. et al. Contemporary outcomes of vertebral artery injury. *J Vasc Surg* 2013;57(3):741–6; discussion 746. DOI: 10.1016/j.jvs.2012.09.006
- Biffi W.L., Ray C.E. Jr., Moore E.E. et al. Treatment-related outcomes from blunt cerebrovascular injuries: importance of routine follow-up arteriography. *Ann Surg* 2002;235(5):699–706; discussion 706–7. DOI: 10.1097/0000658-200205000-00012
- Desouza R.M., Crocker M.J., Haliasos N. et al. Blunt traumatic vertebral artery injury: a clinical review. *Eur Spine J* 2011;20(9):1405–16. DOI: 10.1007/s00586-011-1862-y
- Гринь А.А., Горохова Е.Н. Повреждение позвоночной артерии при травме шейного отдела позвоночника. *Нейрохирургия* 2002;3:65–71.
Grin A.A., Gorokhova E.N. Damage to the vertebral artery in case of injury to the cervical spine. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2002;3:65–71. (In Russ.).
- Miller P.R., Fabian T.C., Bee T.K. et al. Blunt cerebrovascular injuries: diagnosis and treatment. *J Trauma* 2001;51(2):279–85; discussion 285–6. DOI: 10.1097/00005373-200108000-00009
- Reid J.D., Weigelt J.A. Forty-three cases of vertebral artery trauma. *J Trauma* 1988;28(7):1007–12. DOI: 10.1097/00005373-198807000-00016
- Hatzitheofilou C., Demetriades D., Melissas J. et al. Surgical approaches to vertebral artery injuries. *Br J Surg* 1988;75(3):234–7. DOI: 10.1002/bjs.1800750315
- Lebl D.R., Bono C.M., Velmahos G. et al. Vertebral artery injury associated with blunt cervical spine trauma: a multivariate regression analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38(16):1352–61. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318294bacb
- Fabian T.C., Patton J.H. Jr., Croce M.A. et al. Blunt carotid injury. Importance of early diagnosis and anticoagulant therapy. *Ann Surg* 1996;223(5):513–22; discussion 522–5. DOI: 10.1097/0000658-199605000-00007
- Piper K., Rabil M., Ciesla D. et al. Penetrating vertebral artery injuries: a literature review and proposed treatment algorithm. *World Neurosurg* 2021;148:e518–e26. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.01.021
- Ramamurti P., Weinreb J., Fassihi S.C. et al. Vertebral artery injury in the cervical spine: anatomy, diagnosis, and management. *JBJS Rev* 2021;9(1):e20.00118. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.20.00118
- Мосягин В.Б., Рыльков В.Ф., Карпатский И.В. и др. Дифференцированный подход к хирургическому лечению ранений шеи у больных с подозрением на повреждение позвоночной артерии. *Ангиология и сосудистая хирургия* 2014;20(S2):247–9.
Mosyagin V.B., Rylkov V.F., Karpatsky I.V. et al. A differentiated approach to surgical treatment of neck wounds in patients with suspected damage to the vertebral artery. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya = Angiology and Vascular Surgery* 2014;20(S2):247–9.
- Глушков Н.И., Рыльков В.Ф., Семенов К.В. и др. Опыт хирургического лечения ранений позвоночной артерии. *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова* 2020;12(2):45–50. DOI: 10.17816/mechnikov202012245-50
Glushkov N.I., Rylkov V.F., Semenov K.V. et al. Experience of surgical treatment of vertebral artery injuries. *Vestnik Severo-Zapadnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta im. I.I. Mechnikova = Herald of North-Western State Medical University n. a. I.I. Mechnikov* 2020;12(2):45–50. (In Russ.). DOI: 10.17816/mechnikov202012245-50
- Berne J.D., Norwood S.H. Blunt vertebral artery injuries in the era of computed tomographic angiographic screening: incidence and outcomes from 8,292 patients. *J Trauma* 2009;67(6):1333–8. DOI: 10.1097/TA.0b013e31818888c7
- Kerwin A.J., Bynoe R.P., Murray J. et al. Liberalized screening for blunt carotid and vertebral artery injuries is justified. *J Trauma* 2001;51(2):308–14. DOI: 10.1097/00005373-200108000-00013
- Yilmaz M.B., Donmez H., Tonge M. et al. Vertebrojugular arteriovenous fistula and pseudoaneurysm formation due to penetrating vertebral artery injury: case report and review of the literature. *Turk Neurosurg* 2015;25(1):141–5. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.8247-13.1
- Khoie B., Kuhls D.A., Agrawal R., Fildes J.J. Penetrating vertebral artery pseudoaneurysm: a novel endovascular stent graft treatment with artery preservation. *J Trauma* 2009;67(3):E78–81. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181589fb6
- Murakami M., Maruyama D., Fujiwara G. et al. Early treatment of progressive vertebral arteriovenous fistula caused by cervical penetrating injury. *Acute Med Surg* 2019;7(1):e467. DOI: 10.1002/ams2.467
- Brasiliense L.B., Albuquerque F.C., Spetzler R.F., Hanel R.A. Advances and innovations in revascularization of extracranial vertebral artery. *Neurosurgery* 2014;74(Suppl 1):S102–15. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000218
- Антонов Г.И., Миклашевич Э.Р., Гладышев С.Ю., Богданович И.О. Хирургическое лечение ложной аневризмы позвоночной артерии на границе V2 и V3 сегментов. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко* 2015;79(3):90–5. DOI: 10.17116/neiro201579390-95
Antonov G.I., Miklashevich E.R., Gladyshev S.Yu., Bogdanovich I.O. New surgical treatment for vertebral artery pseudoaneurysm at the boundary between the V2 and V3 segments. *Zhurnal Voprosy neirokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2015;79(3):90–5. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro201579390-95
- Kurt A., Tanrivermis A., Ipek A. et al. A challenging problem. Vertebral pseudoaneurysm and arteriovenous fistula involving vertebral artery and ipsilateral internal jugular vein due to craniocervical penetrating trauma. *Interv Neuroradiol* 2006;12(2):171–5. DOI: 10.1177/159101990601200213
- Duncan I.C., Fourie P.A. Percutaneous management of concomitant post-traumatic high vertebrovertebral

- and caroticojugular fistulas using balloons, coils, and a covered stent. *J Endovasc Ther* 2003;10(5):882–6. DOI: 10.1177/152660280301000506
24. Karatela M., Weissler E.H., Cox M.W., Williams Z.F. Vertebral artery transection with pseudoaneurysm and arteriovenous fistula requiring antegrade and retrograde embolization. *J Vasc Surg Cases Innov Tech* 2022;8(2):183–6. DOI: 10.1016/j.jvscit.2022.01.009
25. Demetriades D., Theodorou D., Cornwell E. et al. Evaluation of penetrating injuries of the neck: prospective study of 223 patients. *World J Surg* 1997;21(1):41–8. DOI: 10.1007/s002689900191
26. Srinivasan V.M., Ghali M.G.Z., Kan P. John Allcock and a brief history of Allcock's test. *J Neurointerv Surg* 2018;10(1):98. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013578
27. Butterfield J.T., Chen C.C., Grande A.W. et al. The rate of symptomatic ischemic events after passing balloon test occlusion of the major intracranial arteries: meta-analysis. *World Neurosurg* 2021;146:e1182–e90. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.11.134

Вклад авторов

А.А. Айрапетян, Д.Г. Громов, С.А. Папоян, Д.В. Смяловский, К.С. Асатуриян, С.С. Стариков, А.Д. Зайцев, Е.В. Тавлueva: сбор данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста статьи.

Authors' contribution

A.A. Ayrapetyan, D.G. Gromov, S.A. Papoyan, D.V. Smyalovskiy, K.S. Asaturyan, S.S. Starikov, A.D. Zaytsev, E.V. Tavluueva: collecting data for analysis, analyzing the data obtained, writing the text of the article.

ORCID авторов / ORCID of authors

А.А. Айрапетян / A.A. Ayrapetyan: <https://orcid.org/0000-0002-2628-9995>
Д.Г. Громов / D.G. Gromov: <https://orcid.org/0000-0001-7500-4987>
С.А. Папоян / S.A. Papoyan: <https://orcid.org/0000-0002-6207-4174>
Д.В. Смяловский / D.V. Smyalovskiy: <https://orcid.org/0000-0002-0084-2756>
К.С. Асатуриян / K.S. Asaturyan: <https://orcid.org/0000-0003-2389-058X>
С.С. Стариков / S.S. Starikov: <https://orcid.org/0009-0009-8518-0541>
А.Д. Зайцев / A.D. Zaytsev: <https://orcid.org/0000-0002-0987-3436>
Е.В. Тавлueva / E.V. Tavluueva: <https://orcid.org/0000-0002-6796-212X>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Пациент подписал согласие на публикацию своих данных.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. The patient signed a consent form for the publication of his data.