

Интраоперационное повреждение подмышечной артерии как осложнение тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава

К.А. Егиазарян^{1,2}, Д.С. Ершов^{1,2}, А.П. Ратьев^{1,2}, Т.В. Гедиев¹ ✉, Н.С. Ершов¹, А.З. Салех²

1-е травматологическое отделение Университетской клиники травматологии и ортопедии

¹ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ (Пироговский университет)

117513, Российская Федерация, Москва, ул. Островитянова, д. 1

² ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова» ДЗМ

119049, Российская Федерация, Москва, Ленинский проспект, д. 8

✉ Контактная информация: Гедиев Таулан Владимирович, ординатор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ (Пироговский Университет). Email: tau_g@list.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Повреждение подмышечной артерии в результате тотального эндопротезирования плечевого сустава – достаточно редкое осложнение. Описаны единичные клинические наблюдения в зарубежных статьях, отсутствуют сообщения отечественных авторов о данной проблеме. Существует необходимость более широкого освещения данной проблемы для предотвращения подобных осложнений в будущем.

ЦЕЛЬ

Представить клиническое наблюдение интраоперационного повреждения подмышечной артерии в процессе реверсивного эндопротезирования плечевого сустава и среднесрочный результат оперативного лечения после замещения дефекта артерии синтетическим графтом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Представлен редкий клинический случай интраоперационного повреждения подмышечной артерии с формированием ее дефекта в процессе реверсивного эндопротезирования плечевого сустава. После замещения дефекта артерии бригадой сосудистых хирургов было принято решение продолжить операцию по эндопротезированию плечевого сустава. В послеоперационном периоде по данным компьютерной томографической ангиографии выявлена окклюзия восстановленного участка подмышечной артерии, но наличие коллатерального кровотока дистальной зоны повреждения, сохранность активных движений в суставах правой верхней конечности и отсутствие нарушений чувствительности в правой кисти позволило воздержаться от повторного хирургического вмешательства. При оценке среднесрочных результатов через 15 месяцев после оперативного лечения было отмечено значительное ограничение функции правой верхней конечности при полном отсутствии болевого синдрома.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленное клиническое наблюдение демонстрирует опыт ведения пациента с одномоментным эндопротезированием плечевого сустава и интраоперационно поврежденного участка подмышечной артерии с достижением полного отсутствия болевого синдрома при значительном ограничении функции в отсроченном периоде. В таких случаях ввиду возможного повреждения магистральных артерий, в частности, у возрастных пациентов, медицинскую помощь рекомендовано оказывать в условиях многопрофильного стационара, располагающего бригадой сосудистых хирургов.

Ключевые слова:

подмышечная артерия, тотальное реверсивное эндопротезирование плечевого сустава, клинический случай

Ссылка для цитирования

Егиазарян К.А., Ершов Д.С., Ратьев А.П., Гедиев Т.В., Ершов Н.С., Салех А.З. Интраоперационное повреждение подмышечной артерии как осложнение тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава. *Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь*. 2024;13(4):740–747. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2024-13-4-740-747>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

КТ — компьютерная томография
НПВП — нестероидные противовоспалительные препараты
РЭПС — реверсивное эндопротезирование плечевого сустава
ASES — American Shoulder and Elbow Surgeons Shoulder Score

CSS — Constant Shoulder Score
DASH — Disables of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire
SST — Simple Shoulder Test

ВВЕДЕНИЕ

Травма опорно-двигательной системы и ее последствия остаются одной из наиболее острых медико-социальных проблем нашего времени [1]. Тотальное эндопротезирование плечевого сустава — достаточно безопасная операция с риском внутрибольничной смертности 0,09% [2]. Наиболее распространенными осложнениями тотального эндопротезирования плечевого сустава являются вывихи и асептическая нестабильность компонентов эндопротеза, перипротезные переломы, лопаточный нотчинг, перипротезная инфекция, повреждение нервов плечевого сплетения, переломы акромиального отростка и (или) ости лопатки, гематома, повреждение дельтовидной мышцы, разрыв вращательной манжеты и венозная тромбоэмболия [3–5]. В литературе также описаны достаточно редкие осложнения, связанные с повреждением подмышечной артерии [6–10], которые, в конечном итоге, могут привести к смертельному исходу [11]. Мы представляем клиническое наблюдение пациентки, получившей повреждение подмышечной артерии во время реверсивного эндопротезирования плечевого сустава (РЭПС), которое было прервано для протезирования участка подмышечной артерии и успешно продолжено после окончания работы бригады сосудистых хирургов.

Клиническое наблюдение

Пациентка 89 лет поступила в нашу клинику с закрытым четырехфрагментным (по классификации *Neer*) переломом проксимального метаэпифиза правой плечевой кости после падения на правое плечо с высоты собственного роста (рис. 1, 2).

Остеосинтез плечевой кости представлялся бесперспективным. Была предпринята попытка консервативного лечения перелома, однако пациентку беспокоил интенсивный болевой синдром. Сохранялась потребность в ежедневном приеме нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП). Через 1,5 месяца с момента травмы, после компенсации сопутствующей патологии, было проведено оперативное лечение. В процессе операции были удалены фрагменты головки плечевой кости. При бережном и последовательном отслаивании мягких тканей от диафиза плечевой кости распатором (агрессивной хирургической тактики не было) из рубцовых тканей открылось массивное артериальное кровотечение. Для временной остановки кровотечения поврежденная артерия была прижата пальцем к плечевой кости, в операционную экстренно вызвана бригада сосудистых хирургов. Через 20 минут, после их прибытия, они расширили операционную рану проксимально до стернального конца ключицы. С целью доступа к подключичной артерии было выполнено частичное отсечение передней порции дельтовидной мышцы и ключичной части большой грудной мышцы. При ревизии сосудисто-нервного пучка было выявлено травматическое повреждение подмышечной артерии на 95% ее окружности с обширным дефектом артериальной стенки до 2 см, последняя была мобилизована на протяжении с техническими сложностями, взята на держалки, наложены зажимы на проксимальный и дистальный концы подмышечной артерии (рис. 3).

Была выполнена резекция данного участка артериальной стенки с последующим ее протезированием армированным синтетическим протезом (*Vascutek Ltd.*, Великобритания) 6 мм с анастомозами по типу «конец в конец» (рис. 4).



Рис. 1. 3D-моделирование компьютерной томографии правого плечевого сустава, вид спереди
Fig. 1. 3D CT scan of the right shoulder joint, anterior view



Рис. 2. 3D-моделирование компьютерной томографии правого плечевого сустава, вид сбоку
Fig. 2. 3D CT scan of the right shoulder joint, side view

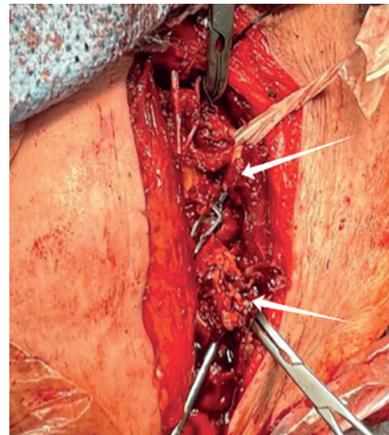


Рис. 3. Подмышечная артерия после резекции поврежденного участка. Проксимальный и дистальный концы обозначены стрелками
Fig. 3. Axillary artery after resection of the damaged area. The proximal and distal ends of the artery are indicated by arrows



Рис. 4. Подмышечная артерия после протезирования ее участка
Fig. 4. Axillary artery after the repair of the damaged area

Промежуток между наложением зажимов на подмышечную артерию и их снятием составил 1 час и 30 мин. Кровообращение в верхней конечности на протяжении этого времени осуществлялось по сосудистым коллатералям. После снятия зажимов кровоток был восстановлен. Клинически определялась отчетливая пульсация артерии в ране. Был собран врачебный консилиум, по рекомендации сосудистых хирургов было принято решение продолжить реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с целью снижения риска повторного повреждения подмышечной артерии и установленного синтетического протеза отломком плечевой кости. Был установлен реверсивный эндопротез плечевого сустава *UNIC Reverse (Evolutis, Франция)*, выполнена рефиксация большой грудной и дельтовидной мышц (рис. 5, 6).

Оперированная конечность была иммобилизована в ортезной повязке типа «Дезо». Первые сутки послеоперационного периода пациентка провела в отделении реанимации и интенсивной терапии. После стабилизации состояния была переведена в травматологическое отделение.

Клиническую оценку правой верхней конечности проводили ежедневно совместно с сосудистыми хирургами на предмет наличия критической ишемии и нарушений чувствительности. Рука была теплая на ощупь, пульсация на лучевой и локтевой артериях не определялась, однако наполнение ногтевого ложа после прижатия было активным. Не было отмечено нарушений чувствительности, активные движения в локтевом суставе и суставах кисти были сохранены. По данным ультразвуковой доплерографии сосудов верхних и нижних конечностей правая подмышечная артерия не визуализировалась, в верхней трети правой плечевой артерии кровоток четко не регистрировался, но дистальнее на всем протяжении регистрировался коллатеральный характер кровотока. Также был выявлен неокклюзивный тромбоз правой подмышечной вены и окклюзивный тромбоз глубоких вен обеих нижних конечностей. Пациентка получала антикоагулянтную терапию надропарином кальция в дозировке 8550 анти-ХА МЕ. С целью оценки кровотока в правой верхней конечности была выполнена компьютерная томографическая ангиография (КТ-ангиография). Были выявлены следующие изменения: на уровне дистальной трети правой подключичной артерии определялся перегиб артерии под острым углом с сужением ее просвета, окклюзия просвета проксимальной части правой подмышечной артерии на протяжении 4,3 см, проксимальный отдел правой плечевой артерии на протяжении 5 см был стенозирован до 70% (рис. 7, 8).

Учитывая наличие коллатерального кровотока, сохранность активных движений в суставах правой верхней конечности и отсутствие нарушений чувствительности правой кисти, сосудистым хирургом не было выявлено четких показаний к повторным реконструктивным вмешательствам на подмышечной артерии. Несмотря на все вышеперечисленное, пациентку беспокоили выраженные боли, не характерные для РЭПС. Анальгетическая терапия включала в себя ежедневные внутривенные инфузии парацетамола (до 4 г в сутки), инъекции трамадола.

Также, в связи с низкой эффективностью предшествующей анальгезии, применялся трансдермальный пластырь с фентанилом. При контрольной ультразвуковой доплерографии сосудов правой верхней конечности по переднезадней поверхности правого плеча было выявлено экзонеодородное жидкостное образование с нечеткими неровными контурами размерами 9×3,4×10 см без признаков кровотока. В связи с выраженной болью в области оперативного вмешательства, связанной, вероятно, с дав-



Рис. 5. Послеоперационный рубец (через 15 месяцев после операции)
Fig. 5. Postoperative scar (15 months after the surgery)



Рис. 6. Послеоперационная рентгенограмма правого плечевого сустава
Fig. 6. Postoperative X-ray of the right shoulder joint

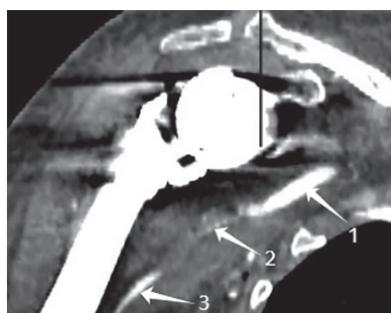


Рис. 7. Компьютерная томографическая ангиограмма правой верхней конечности. 1 — подмышечная артерия, 2 — синтетический протез, 3 — плечевая артерия
Fig. 7. CT-angiogram of the right upper limb: 1 — axillary artery, 2 — synthetic prosthesis, 3 — brachial artery

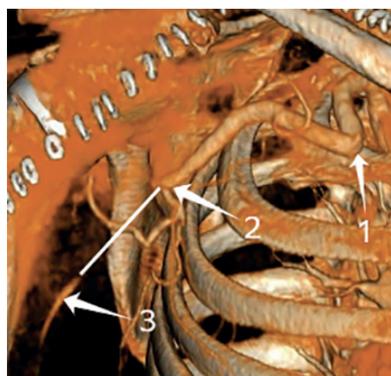


Рис. 8. 3D-моделирование компьютерной томографической ангиографии правой верхней конечности. 1 — перегиб подключичной артерии, 2 — подмышечная артерия, 3 — плечевая артерия, линия — протезированный участок артерии
Fig. 8. 3D modeling of CT-angiography of the right upper limb. 1 — inflection of the subclavian artery, 2 — axillary artery, 3 — brachial artery. The line represents the restored section of the artery

лением образовавшейся гематомы на окружающие мягкие ткани, была выполнена ее пункция, эвакуировано 215 мл лизированной крови. После этого пациентка отметила выраженное уменьшение болевого синдрома. Учитывая положительную динамику в состоянии, отсутствие признаков критической ишемии оперированной конечности

и купирование выраженного болевого синдрома, на 15-е сутки после оперативного лечения пациентка была выписана из стационара на амбулаторное долечивание. Было рекомендовано продолжение иммобилизации в ортезной повязке типа «Дезо» на протяжении 1 месяца после операции, а также антикоагулянтная терапия ривароксабаном в дозировке 20 мг в сутки не менее 3 месяцев с проведением ультразвукового исследования сосудов конечностей в динамике.

При оценке среднесрочных результатов через 15 месяцев после операции отмечено полное отсутствие болевого синдрома в области правой верхней конечности при значительном ограничении функции: *ASES* 65 баллов, *DASH* 62,9%, *CSS* 38%, *SST* 16,7%. При исследовании пульса на магистральных артериях правой верхней конечности пульсация определяется только на плечевой артерии, пульсации на лучевой и локтевой артериях достоверно не выявлено. Конечность тёплая на ощупь, неврологических расстройств и атрофии не выявлено, сила мышц аналогична левой верхней конечности.

Через год после РЭПС пациентка упала и сломала шейку правой бедренной кости. Было выполнено гемипротезирование правого тазобедренного сустава. После данной операции активность пациентки резко снизилась. Она предъявляла жалобы на утрату опороспособности правой нижней конечности. Пострадала также и функция правой верхней конечности. После РЭПС и до перелома шейки правой бедренной кости пациентка самостоятельно готовила пищу, выполняла мелкие бытовые дела (подметание пола, мытье посуды), полностью себя обслуживала. Субъективно после курса реабилитации и самостоятельной разработки движений функция правой верхней конечности, по мнению пациентки, восстановилась на 75%. После перелома шейки правой бедренной кости и гемипротезирования она потеряла способность самостоятельной ходьбы и стала передвигаться только в кресле-каталке с посторонней помощью (операция по гемипротезированию тазобедренного сустава была проведена в региональной клинике, контрольные рентгенограммы пациентке не предоставили). В настоящее время ей постоянно требуется помощь окружающих для решения большинства бытовых потребностей в связи с невозможностью самостоятельной ходьбы. Объем активных движений, доступный пациентке в настоящее время, представлен на фотографиях (рис. 9).

ОБСУЖДЕНИЕ

Подмышечные артерия, вена и плечевое сплетение находятся в непосредственной близости от плечевого сустава. Они берут начало в заднем треугольнике шеи, ограниченном ключицей, трапециевидной и грудноключично-сосцевидной мышцами, входят в подмышечную область под малой грудной мышцей и проходят на 5–20 мм медиальнее переднего края суставного отростка лопатки. Такое расположение компонентов сосудисто-нервного пучка делает их уязвимыми к повреждению при травмах плеча, а также при хирургических вмешательствах на плечевом суставе [12–14].

Повреждение подмышечной артерии следует рассматривать как одно из возможных грозных осложнений эндопротезирования плечевого сустава с возможным смертельным исходом [11]. При оперативном лечении через несколько недель или месяцев после травмы при переломах/переломовывихах проксимального отдела плечевой кости возрастают риски повреждения сосудисто-нервных структур и мышц вследствие



Рис. 9. Объем движений в правом плечевом суставе через 15 месяцев после операции
Fig. 9. Range of motions in the right shoulder joint 15 months after surgery

изменения мягких тканей, окружающих зону перелома [15–17].

Кровотечение из подмышечной артерии представляет собой крайне сложную клиническую ситуацию. Это связано с ограниченным доступом к ней и к подключичной артерии из-за препятствующих их визуализации ключице и окружающего мышечного массива. Для временной остановки кровотечения из подмышечной артерии используют ее пальцевое прижатие к головке или диафизу плечевой кости (в зависимости от уровня повреждения) или максимальное сгибание конечности в плечевом суставе с заведением руки и прижатием ее к спине. Существует два основных доступа к подмышечной артерии для открытой остановки кровотечения: проекционный (по границе между передней и средней третями подмышечной ямки) и внепроекционный (от середины ключицы по *sulcus deltoideopectoralis*) с отсечением большой и малой грудных мышц. При неудачных попытках визуализации подмышечной артерии есть возможность пережатия подключичной артерии через над-, под- и чресключичный доступы (с частичной резекцией ключицы).

С возрастом отмечается снижение плотности костной ткани, в особенности у женщин, в большей степени связанное с постменопаузальным остеопорозом [18–20]. Многооскольчатый характер перелома косвенно отражал состояние костной ткани пациентки. Остеосинтез плечевой кости представлялся бесперспективным. При неудачной попытке консервативного лечения для улучшения качества жизни больной старческого возраста был выбран наиболее целесообразный вариант лечения — РЭПС. Следует учитывать и дегенеративные возрастные изменения сосудистой стенки, что в конечном итоге приводит к снижению ее эластичности и податливости [21, 22]. Это повышает риски травматизации сосудов без прямого повреждающего воздействия в процессе работы с мягкими тканями.

Выделяют две основные причины повреждения сосудов при РЭПС, не связанные с прямым повреждением во время хирургических манипуляций. Первая — конструктивная медиализация и дистализация плечевого компонента эндопротеза, что приводит

к преобразованию вектора силы, увеличению и напряжению плеча рычага дельтовидной мышцы. Удлинение верхней конечности вызывает тракционную деформацию плечевого сплетения и подмышечной артерии [4, 9, 23]. Вторая — разрыв стенки подмышечной артерии при релизе спаенных рубцовых мягких тканей. Основным вариантом решения данной проблемы является аутопластика либо протезирование поврежденного сосуда синтетическим графтом [6, 9, 10]. O'Neill et al. изучили 6 сообщений о случаях повреждения подмышечной артерии в процессе эндопротезирования плечевого сустава [6]. В 4 из них вероятной причиной были торзионные и тракционные силы, связанные с положением конечности во время операции [6, 7, 9, 24]. В 2 случаях целостность сосуда нарушалась в процессе прямого повреждающего воздействия [6, 8]. Во всех описанных наблюдениях потребовалось вмешательство бригады сосудистых хирургов. В случае, описанном O'Neil et al., после протезирования участка поврежденной подмышечной артерии синтетическим графтом бригадами ортопедов и сосудистых хирургов было принято решение прервать операцию по эндопротезированию плечевого сустава на этапе опиления головки плечевой кости с целью исключения повреждения подмышечной артерии в процессе ретракции плечевой кости во время обработки гленоида. Повторное вмешательство по реверсивному эндопротезированию

было успешно проведено через 6,5 месяцев с момента первой попытки. В описанном нами наблюдении операции по реверсивному эндопротезированию плечевого сустава и протезированию поврежденной подмышечной артерии были выполнены одномоментно. Несмотря на то, что реконструкция сосуда не привела к полному восстановлению кровотока, благодаря коллатеральной сети сосудов кровоснабжение конечности было сохранено. Через 15 месяцев с момента операции при значительном ограничении функции конечности отмечается полное отсутствие болевого синдрома: ASES 65 баллов, DASH 62,9%, CSS 38, SST 16,7%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Операцию по эндопротезированию плечевого сустава должны проводить опытные подготовленные хирургические бригады. Ввиду возможного повреждения магистральных артерий, в частности, у пациентов старшей возрастной группы, такой вид медицинской помощи рекомендовано оказывать в условиях многопрофильного стационара, располагающего бригадой сосудистых хирургов. Представленное клиническое наблюдение подтверждает возможность одномоментного эндопротезирования плечевого сустава и замены поврежденного участка подмышечной артерии армированным синтетическим протезом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Егиазарян К.А., Черкасов С.Н., Атаева Л.Ж. Мониторинг реализации государственной политики в области профилактики производственного травматизма. *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2016;3(21):31–35.
- McCormick F, Nwachukwu BU, Kiriakopoulos EBS, Schairer WW, Provencher MT, Levy J. In-hospital mortality risk for total shoulder arthroplasty: A comprehensive review of the medicare database from 2005 to 2011. *Int J Shoulder Surg*. 2015;9(4):110–113. PMID: 26622126 <https://doi.org/10.4103/0973-6042.167938>
- Bohsali KI, Bois AJ, Wirth MA. Complications of Shoulder Arthroplasty. *J Bone Jt Surg*. 2017;99(3):256–269. PMID: 28145957 <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.00935>
- Barco R, Savvidou OD, Sperling JW, Sanchez-Sotelo J, Cofield RH. Complications in reverse shoulder arthroplasty. *EFORT Open Rev*. 2016;1(3):72–80. PMID: 28461931 <https://doi.org/10.1302/2058-5241.1.160003>
- Zumstein MA, Pinedo M, Old J, Boileau P. Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: A systematic review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(1):146–157. PMID: 21134666 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.08.001>
- O'Neill DR, King JJ, Farmer KW. Reverse total shoulder arthroplasty after iatrogenic axillary artery injury: a case report. *J Shoulder Elbow Surg*. 2021;30(5):e121–e128. PMID: 33220415 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.10.019>
- Wilkerson J, Napierala M, Shalhoub S, Warme WJ. Axillary artery intimal dissection with thrombosis and brachial plexus injury after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2019;28(12):e393–e397. PMID: 31636009 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.07.044>
- Ghanem OM, Sacco J, Heitmiller RF, Gashti SM. Delayed Axillary Artery Occlusion after Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *Case Rep Orthop*. 2016;2016:1–3. PMID: 27555975 <https://doi.org/10.1155/2016/5463514>
- Wingert NC, Beck JD, Harter GD. Avulsive axillary artery injury in reverse total shoulder arthroplasty. *Orthopedics*. 2014;37(1):e92–97. PMID: 24683665 <https://doi.org/10.3928/01477447-20131219-24>
- Wallace WA, Kalogrianitis S, Manning P, Clark D, McSweeney S. The elderly fragile axillary artery – management lessons learned from four serious iatrogenic injuries. *Orthop Proc*. 2011;93-B(SUPP III):295–295. https://doi.org/10.1302/0301-620X.93BSUPP_III.0930295a
- Abbenhaus E, Kamineni S. Shoulder arthroplasty death with axillary artery and brachial plexus damage: lessons from a tragedy. *JSES Int*. 2020;4(1):133–137. PMID: 32195475 <https://doi.org/10.1016/j.jses.2019.09.001>
- Thiel R, Munjal A, Daly DT. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Axillary Artery. *StatPearls Publishing*; 2024. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482174/> [Accessed May 9, 2024]. PMID: 29489298
- McFarland EG, Caicedo JC, Gutierrez MI, Sherbondy PS, Kim TK. The anatomic relationship of the brachial plexus and axillary artery to the glenoid. Implications for anterior shoulder surgery. *Am J Sports Med*. 2001;29(6):729–733. PMID: 11734485 <https://doi.org/10.1177/03635465010290061001>
- Grzeda AL, Hicks AC, Cheadle GA, Sangroula D, Wayne EJ, Dwivedi AJ, et al. Endovascular Repair of Transected Axillary Artery via Snare Assisted Through and Through Femoral to Brachial Artery Access. *Am Surg*. 2022;88(7):1543–1545. PMID: 35537191 <https://doi.org/10.1177/00031348221083936>
- Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Тамазян В.О., Глазков К.И., Ершов Д.С. Результаты остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости интрамедуллярным штифтом с дополнительной мягкотканой стабилизацией бугорков. *Полтравма*. 2019;(2):32–39.
- Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Гордиенко Д.И., Григорьев А.А., Овчаренко Н.В. Среднесрочные результаты лечения переломов проксимального отдела плечевой кости методом внутрикостного остеосинтеза. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):81–88. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-4-81-88>
- Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Ершов Д.С., Куруч Е.А., Кузнецов В.Н., Овчаренко Н.В. Среднесрочные результаты хирургического лечения пациентов с переломовывихами плечевой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(4):68–79. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-68-79>
- Cooper C, Melton LJ. Epidemiology of osteoporosis. *Trends Endocrinol Metab*. 1992;3(6):224–229. PMID: 18407104 [https://doi.org/10.1016/1043-2760\(92\)90032-v](https://doi.org/10.1016/1043-2760(92)90032-v)
- Johnston CB, Dagar M. Osteoporosis in Older Adults. *Med Clin North Am*. 2020;104(5):873–884. PMID: 32773051 <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2020.06.004>
- Yu B, Wang CY. Osteoporosis and periodontal diseases – An update on their association and mechanistic links. *Periodontol*. 2022;89(1):99–113. PMID: 35244945 <https://doi.org/10.1111/prd.12422>
- Van der Loo B, Koppensteiner R, Lüscher TF. How do blood vessels age? Mechanisms and clinical implications. *VASA Z Gefasskrankheiten*. 2004;33(1):3–11. PMID: 15061041 <https://doi.org/10.1024/0301-1526.33.1.3>
- O'Rourke MF. Arterial aging: pathophysiological principles. *Vasc Med Lond Engl*. 2007;12(4):329–341. PMID: 18048471 <https://doi.org/10.1177/1358863X07083392>
- Melis B, DeFranco M, Lädermann A, Molé D, Favard L, Nérot C, et al. An evaluation of the radiological changes around the Grammont reverse geometry shoulder arthroplasty after eight to 12 years. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(9):1240–1246. PMID: 21911536 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B9.25926>
- Bents RT. Axillary artery thrombosis after humeral resurfacing arthroplasty. *Am J Orthop Belle Mead NJ*. 2011;40(7):E135–137. PMID: 22013579

REFERENCES

- Egiazaryan KA, Cherkasov SN, Attaeva LZ. Monitoring of the implementation of the state policy in the field of industrial injuries' prevention. *Public Health and Health Care*. 2016;3(21):31–35. (In Russ.)
- McCormick F, Nwachukwu BU, Kiriakopoulos EBS, Schairer WW, Provencher MT, Levy J. In-hospital mortality risk for total shoulder arthroplasty: A comprehensive review of the medicare database from 2005 to 2011. *Int J Shoulder Surg*. 2015;9(4):110–113. PMID: 26622126 <https://doi.org/10.4103/0973-6042.167938>
- Bohsali KI, Bois AJ, Wirth MA. Complications of Shoulder Arthroplasty. *J Bone Jt Surg*. 2017;99(3):256–269. PMID: 28145957 <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.00955>
- Barco R, Savvidou OD, Sperling JW, Sanchez-Sotelo J, Cofield RH. Complications in reverse shoulder arthroplasty. *EFORT Open Rev*. 2016;1(3):72–80. PMID: 28461931 <https://doi.org/10.1302/2058-5241.1.160003>
- Zumstein MA, Pinedo M, Old J, Boileau P. Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: A systematic review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(1):146–157. PMID: 21134666 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.08.001>
- O'Neill DR, King JJ, Farmer KW. Reverse total shoulder arthroplasty after iatrogenic axillary artery injury: a case report. *J Shoulder Elbow Surg*. 2021;30(3):e121–e128. PMID: 33220415 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.10.019>
- Wilkerson J, Napierala M, Shalhub S, Warme WJ. Axillary artery intimal dissection with thrombosis and brachial plexus injury after reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2019;28(12):e393–e397. PMID: 31636009 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.07.044>
- Ghanem OM, Sacco J, Heitmiller RF, Gashti SM. Delayed Axillary Artery Occlusion after Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *Case Rep Orthop*. 2016;2016:1–3. PMID: 27555975 <https://doi.org/10.1155/2016/5463514>
- Wingert NC, Beck JD, Harter GD. Avulsive axillary artery injury in reverse total shoulder arthroplasty. *Orthopedics*. 2014;37(1):e92–97. PMID: 24683665 <https://doi.org/10.3928/01477447-20131219-24>
- Wallace WA, Kalogrianitis S, Manning P, Clark D, McSweeney S. The elderly fragile axillary artery – management lessons learned from four serious iatrogenic injuries. *Orthop Proc*. 2011;93-B(SUPP III):295–295. https://doi.org/10.1302/0301-620X.93BSUPP_III.0930295a
- Abbenhaus E, Kamineni S. Shoulder arthroplasty death with axillary artery and brachial plexus damage: lessons from a tragedy. *JSES Int*. 2020;4(1):133–137. PMID: 32195475 <https://doi.org/10.1016/j.jses.2019.09.001>
- Thiel R, Munjal A, Daly DT. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Axillary Artery. *StatPearls Publishing*; 2024. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482174/> [Accessed May 9, 2024]. PMID: 29489298
- McFarland EG, Caicedo JC, Guitierrez MI, Sherbondy PS, Kim TK. The anatomic relationship of the brachial plexus and axillary artery to the glenoid. Implications for anterior shoulder surgery. *Am J Sports Med*. 2001;29(6):729–733. PMID: 11734485 <https://doi.org/10.1177/03635465010290061001>
- Grzeda AL, Hicks AC, Cheadle GA, Sangroula D, Wayne EJ, Dwivedi AJ, et al. Endovascular Repair of Transected Axillary Artery via Snare Assisted Through and Through Femoral to Brachial Artery Access. *Am Surg*. 2022;88(7):1543–1545. PMID: 35337191 <https://doi.org/10.1177/00031348221083936>
- Egiazaryan KA, Ratyev AP, Tamazyan VO, Glazkov KI, Ershov DS. Results of osteosynthesis of proximal humerus fractures with intramedullary nail and additional suture fixation of tuberosities. *Polytrauma*. 2019;(2):32–39. (In Russ.)
- Egiazaryan KA, Ratyev AP, Gordienko DI, Grigoriev AV, Ovcharenko NV. Midterm Treatment Outcomes of Proximal Humerus Fractures by Intramedullary Fixation. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018;24(4):81–88. (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-4-81-88>
- Egiazaryan KA, Ratyev AP, Ershov DS, Kuruch EA, Kuznetsov VN, Ovcharenko NV. Surgical Treatment of Humerus Fracture-Dislocations: Medium-Term Results. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(4): 68–79. (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-68-79>
- Cooper C, Melton LJ. Epidemiology of osteoporosis. *Trends Endocrinol Metab TEM*. 1992;3(6):224–229. PMID: 18407104 [https://doi.org/10.1016/1043-2760\(92\)90032-v](https://doi.org/10.1016/1043-2760(92)90032-v)
- Johnston CB, Dagar M. Osteoporosis in Older Adults. *Med Clin North Am*. 2020;104(5):873–884. PMID: 32773051 <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2020.06.004>
- Yu B, Wang CY. Osteoporosis and periodontal diseases – An update on their association and mechanistic links. *Periodontol 2000*. 2022;89(1):99–113. PMID: 35244945 <https://doi.org/10.1111/prd.12422>
- Van der Loo B, Koppensteiner R, Lüscher TF. How do blood vessels age? Mechanisms and clinical implications. *VASA Z Gefasskrankheiten*. 2004;33(1):3–11. PMID: 15061041 <https://doi.org/10.1024/0301-1526.33.1.3>
- O'Rourke MF. Arterial aging: pathophysiological principles. *Vasc Med Lond Engl*. 2007;12(4):329–341. PMID: 18048471 <https://doi.org/10.1177/1358863X07083392>
- Melis B, DeFranco M, Lädermann A, Molé D, Favard L, Nérot C, et al. An evaluation of the radiological changes around the Grammont reverse geometry shoulder arthroplasty after eight to 12 years. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(9):1240–1246. PMID: 21911536 <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B9.25926>
- Bents RT. Axillary artery thrombosis after humeral resurfacing arthroplasty. *Am J Orthop Belle Mead Nj*. 2011;40(7):E135–137. PMID: 22013579

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Егиазарян Карен Альбертович

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ (Пироговский Университет); директор Университетской клиники травматологии и ортопедии ГБУЗ «ГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова» ДЗМ;

<https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>, egkar@mail.ru;

20%: постановка проблематики лечения данных пациентов, анализ литературы, научное редактирование, обсуждение результатов, утверждение окончательного текста статьи

Ершов Дмитрий Сергеевич

кандидат медицинских наук, доцент, заведующий учебной частью кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ (Пироговский Университет); врач травматолог-ортопед ГБУЗ «ГКБ №1 им. Н. И. Пирогова» ДЗМ;

<https://orcid.org/0000-0001-7005-2752>, ershov0808@gmail.com;

20%: сбор, анализ и интерпретация данных, интерпретация результатов лечения, научное и техническое редактирование, обсуждение результатов, утверждение окончательного текста статьи

Ратьев Андрей Петрович

доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ (Пироговский Университет); врач травматолог-ортопед ГБУЗ «ГКБ № 1 им. Н. И. Пирогова» ДЗМ;

<https://orcid.org/0000-0002-6559-4263>, ar@ratiev.ru;

20%: оперативное лечение пациента, научное и техническое редактирование, утверждение окончательного текста статьи

Гедиев Таулан Владимирович

ординатор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ (Пироговский Университет);

<https://orcid.org/0009-0005-1848-1011>, tau_g@list.ru;

15%: сбор, анализ и интерпретация данных, интерпретация результатов лечения, подготовка текста статьи

- Ершов Никита Сергеевич** ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ (Пироговский Университет); <https://orcid.org/0000-0002-1272-3201>, ensne@ya.ru; 15%: оперативное лечение пациента, послеоперационное ведение, утверждение окончательного текста статьи
- Салех Амро Зухайр Салах** кандидат медицинских наук, врач сердечно-сосудистый хирург ГБУЗ «ГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова» ДЗМ; <http://orcid.org/0000-0001-6479-1743>, dr.saleh.amro@gmail.com; 10%: оперативное лечение пациента, послеоперационное ведение, утверждение окончательного текста статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Intraoperative Axillary Artery Injury as a Complication of Reverse Total Shoulder Arthroplasty

K.A. Egiazaryan^{1,2}, D.S. Ershov^{1,2}, A.P. Ratyev^{1,2}, T.V. Gediev¹ ✉, N.S. Ershov¹, A.Z. Salekh²

1st Traumatology Department, University Clinic of Traumatology and Orthopedics

¹ N.I. Pirogov Russian National Research Medical University
Ostrovitianov Str. 1, Moscow, Russian Federation 117513

² N.I. Pirogov Moscow City Clinical Hospital No. 1
Leninsky Ave. 8, Moscow, Russian Federation 119049

✉ **Contacts:** Taulan V. Gediev, Resident, Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University.
Email: tau_g@list.ru

ABSTRACT Axillary artery injury as a result of total shoulder arthroplasty is a fairly rare complication. Isolated clinical observations are described in foreign articles, there are no reports of domestic authors about this problem. There is a need for more extensive coverage of this problem in order to prevent similar situations in the future.

THE AIM of this publication is to present a clinical case of intraoperative axillary artery injury in the process of reverse shoulder arthroplasty, and the medium-term result of surgical treatment after replacement of the artery defect with a synthetic graft.

MATERIAL AND METHODS We present a rare clinical case of intraoperative axillary artery injury in the process of reverse shoulder arthroplasty. After the replacement of the artery defect by a team of vascular surgeons, it was decided to continue the shoulder joint replacement surgery. In the postoperative period, computed tomography angiography revealed occlusion of the restored section of the axillary artery, but the presence of collateral blood flow distal to the injury zone, the preservation of active movements in the joints of the right upper limb, and the absence of sensitivity disorders in the right hand made it possible to refrain from repeated surgical intervention. When evaluating the medium-term results 15 months after surgical treatment, a significant limitation of the function of the right upper limb was noted in the complete absence of pain syndrome.

CONCLUSION The presented clinical case demonstrates the experience of managing a patient with simultaneous reverse shoulder arthroplasty and an intraoperatively damaged section of the axillary artery with the achievement of complete absence of pain syndrome with significant restriction of function in the remote period. Bearing in mind the possible damage to the main arteries, particularly in age-related patients, and the amount of medical care required in the event of this complication, it is recommended that medical care be provided in a multidisciplinary hospital with a team of vascular surgeons.

Keywords: axillary artery, total reverse shoulder arthroplasty, case report

For citation Egiazaryan KA, Ershov DS, Ratyev AP, Gediev TV, Ershov NS, Salekh AZ. Intraoperative Axillary Artery Injury as a Complication of Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2024;13(4):740–747. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2024-13-4-740-747> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study had no sponsorship

Affiliations

- Karen A. Egiazaryan** Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Head, Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; Director of the University Clinic of Traumatology and Orthopedics, N.I. Pirogov City Clinical Hospital No. 1; <https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>, egkar@mail.ru; 20%, problem statement, data analysis, scientific editing, discussion of the results, approval of the final version of the article
- Dmitry S. Ershov** Candidate of Medical Sciences, Education Head, Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; Traumatologist-Orthopedist, N.I. Pirogov City Clinical Hospital No. 1; <https://orcid.org/0000-0001-7005-2752>, ershov0808@gmail.com; 20%, data collection, analysis, and interpretation, interpretation of the treatment results, scientific and technical editing, discussion of the results, approval of the final version of the article
- Andrey P. Ratyev** Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; Traumatologist-Orthopedist, N.I. Pirogov City Clinical Hospital No. 1; <https://orcid.org/0000-0002-6559-4263>, apratyev@gmail.com; 20%, surgical treatment of the patient, scientific and technical editing, approval of the final version of the article
- Taulan V. Gediev** Resident, Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; <https://orcid.org/0009-0005-1848-1011>, tau_g@list.ru; 15%, data collection, analysis, and interpretation, interpretation of the treatment results, preparation of the text of the article

Nikita S. Ershov Assistant Lecturer, Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University;
<https://orcid.org/0000-0002-1272-3201>, ensne@ya.ru;
15%, surgical treatment of the patient, postoperative management, approval of the final version of the article

Amro Z. Salekh Candidate of Medical Sciences, Cardiovascular Surgeon, N.I. Pirogov City Clinical Hospital No. 1;
<http://orcid.org/0000-0001-6479-1743>, dr.saleh.amro@gmail.com;
10%, surgical treatment of the patient, postoperative management, approval of the final version of the article

Received on 05.06.2024

Review completed on 27.08.2024

Accepted on 17.09.2024

Поступила в редакцию 05.06.2024

Рецензирование завершено 27.08.2024

Принята к печати 17.09.2024