

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ / REVIEW



УДК: 617.3

doi.org/10.5922/2223-2427-2024-9-1-5

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕМ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

К. А. Егиазарян, Д. С. Ершов, А. П. Ратьев
Д. А. Бадриев✉, Н. М. Кондырев, В. О. Рафиков

Российский национальный исследовательский
медицинский университет имени Н. И. Пирогова,
117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1

Поступила в редакцию: 04.12.2023 г.
Принята в печать: 11.01.2024 г.

Для цитирования: Егиазарян К. А., Ершов Д. С., Ратьев А. П., Бадриев Д. А., Кондырев Н. М., Рафиков В. О. Специфические осложнения, ассоциированные с эндопротезированием плечевого сустава. *Хирургическая практика*. 2024;9(1):51–62. <https://doi.org/10.5922/2223-2427-2024-9-1-5>

Такие осложнения, как повреждение артерий, нервов, дельтовидной мышцы, лопаточный нотчинг, могут перечеркнуть все плюсы эндопротезирования плечевого сустава и привести к крайне плохому функциональному исходу. В случае реверсивного протезирования конструктивная медиализация и дистализация плечевого компонента вызывают тракционную деформацию плечевого сплетения и подмышечных сосудов. В случае отсроченной операции после перелома кровотечение может быть связано с повреждением стенки подмышечной артерии во время релиза спаянных и рубцово-измененных мягких тканей. Неврологические осложнения после реверсивного эндопротезирования (РЭ), как правило, являются обратимыми, но некоторые из них не купируются, что приводит к стойкому неврологическому дефициту. Наиболее критичным является повреждение подмышечного нерва. Причин для этого много: использование острых ретракторов типа Хомана, релиз гленоидальной впадины, тракция плечевой кости во время операции и дальнейшая ее дистализация. Фиксация лопаточного компонента винтами может привести к повреждению надлопаточного нерва. Серьезным осложнением, приводящим к плохому результату РЭ, остается дисфункция дельтовидной мышцы вследствие повреждения подмышечного нерва или разрывов мышечных волокон. Нотчинг-синдром связан с механическим соударением плечевого компонента эндопротеза с лопаточной костью. Вывих плечевого компонента не является редким осложнением и одним из предрасполагающих факторов становится отсутствие достаточного натяжения мягких тканей из-за неправильного положения имплантата.

Актуальность последствий данных осложнений, широкое разнообразие причин, относительная «редкость» реверсивного эндопротезирования, предшествующая травма с изменением анатомии плечевой области, крайне плохие функциональные исходы, различные подходы к решению проблем и определили необходимость проведения данного исследования.

Ключевые слова: артропластика плечевого сустава, осложнения эндопротезирования плечевого сустава, нестабильность и вывихи компонентов эндопротеза плечевого сустава, повреждение дельтовидной мышцы, нотчинг-синдром

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

UDK: 617.3

doi.org/10.5922/2223-2427-2024-9-1-5

SPECIFIC COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH SHOULDER JOINT REPLACEMENT

К. А. Егиазарян, Д. С. Ершов, А. П. Ратьев
Д. А. Бадриев✉, Н. М. Кондырев, В. О. Рафиков

Pirogov Russian National Research Medical University,
1 Ostrovityanova St, Moscow, 117997, Russia

Received 04 December 2023
Accepted 11 January 2024

To cite this article: Егиазарян К. А., Ершов Д. С., Ратьев А. П., Бадриев Д. А., Кондырев Н. М., Рафиков В. О. Specific complications associated with shoulder joint replacement. *Surgical Practice (Russia)*. 2024;9(1):51–62. <https://doi.org/10.5922/2223-2427-2024-9-1-5>

Complications such as scapular notching or artery, nerve and deltoid muscle damage can outweigh the benefits of shoulder joint replacement and result in poor functional outcomes. Reverse shoulder joint replacement may cause traction deformation of the brachial plexus and axillary vessels due to constructive medialisation and distalisation of the shoulder component. Delayed surgery after a fracture can lead to bleeding from damage to the axillary artery wall during the release of scarred soft tissues. Although most neurological complications after reverse arthroplasty (RA) are reversible, some persist, particularly damage to the axillary nerve. These complications can occur due to various reasons such as the use of acute retractors, glenoidal cavity release and humerus traction with further distalisation. Fixing the scapular component with screws can damage the supra-scapular nerve. Deltoid muscle dysfunction remains a serious complication due to axillary nerve damage or muscle fibre ruptures. Notching syndrome occurs when the shoulder component of the endoprosthesis collides with the scapula. Shoulder component dislocation, often caused by insufficient soft tissue tension due to implant misplacement, is not uncommon.

This study was necessitated by the significance of these complications, their varied causes, the relative rarity of reverse arthroplasty, previous shoulder trauma altering anatomy, poor functional outcomes, and diverse problem-solving approaches.

Keywords: shoulder joint arthroplasty, complications of shoulder arthroplasty, instability and dislocations of shoulder joint endoprosthesis components, deltoid muscle damage, notching syndrome

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

Введение

Эндопротезирование плечевого сустава требует тщательного предоперационного планирования, прецизионной хирургической техники, наличия опытной хирургической бригады. Но даже с учетом выполнения вышеперечисленных требований невозможно полностью избежать интра- и послеоперационных осложнений. Эти осложнения могут быть связаны с различными причинами, включая грубую хирургическую технику, индивидуальные анатомические особенности пациента, наличие различных хирургических доступов, некорректный подбор эндопротеза и погрешности в установке компонентов.

Относительно небольшое число подобных операций не позволяет хирургам «воспроизводить» эндопротезирование плечевого сустава с предсказуемыми отличными и хорошими результатами.

При выполнении операции через несколько недель или месяцев после травмы или после предшествующих оперативных вмешательств при переломах и переломовывихах проксимального отдела плечевой кости из-за изменения в мягких тканях увеличивается риск повреждения как мышц, так и сосудисто-нервного пучка [1–3].

Ряд осложнений является специфическим: это нестабильность компонентов эндопротеза, нотчинг-синдром, слабость дельтовидной мышцы.

Осложнения, в свою очередь, могут приводить к различным последствиям в виде болевого синдрома, ограничений движений в суставе, к ухудшению функции верхней конечности и к снижению качества жизни пациентов.

Целесообразность анализа и обсуждения осложнений продиктована необходимостью максимального снижения риска «типичных» осложнений при проведении последующих операций. Также важно планирование последующих действий хирурга, которые позволят минимизировать последствия осложнений. Например, при повреждении подмышечной или плечевой артерии важным является как доступность сосудистого хирурга, так и проведение специфической терапии и индивидуальной реабилитации в послеоперационном периоде для максимально возможного восстановления функции верхней конечности.

Цель работы – изучение возможных осложнений, связанных с эндопротезированием плечевого сустава у пациентов с последствиями травм проксимального отдела плечевой кости для снижения риска во время проведения операции.

Повреждения сосудов

Повреждение подмышечной и плечевой артерий следует рассматривать как возможное осложнение реверсивного эндопротезирования (РЭ) плечевого сустава. Основная причина – конструктивная медиализация и дистализация плечевого компонента. Эти изменения естественной анатомии преобразуют вектор силы, одновременно увеличивая и напрягая плечо рычага дельтовидной мышцы. Удлинение руки, связанное с РЭ, вызывает тракционную деформацию плечевого сплетения и подмышечных сосудов [4]. Описаны единичные эпизоды поражения периферических сосудов и нервов как прямое осложнение РЭ плечевого сустава. Как правило, авторы отмечают клинические случаи интраоперационных повреждений подмышечной артерии. Первый сценарий – на фоне стандартно протекающего вмешательства, с уже установленными компонентами эндопротеза внезапно возникает профузное артериальное кровотечение [5]. Дальнейшее обследование выявляет отрывное повреждение подмышечной артерии. Второй – отрыв стенки подмышечной артерии во время релиза спаянных и рубцовоизмененных мягких тканей. Основным вариантом устранения этого осложнения на сегодня является аутопластика подмышечной артерии [6]. В неудачных случаях первичной пластики возможна установка синтетического артериального шунта. Во всех выявленных в литературе описанных случаях удалось добиться и сохранить реперфузию [4–6].

Неврологические осложнения

Большинство малозначимых неврологических осложнений после РЭ, как правило, не выявляется. Ранее Carofino с соавт. в 2013 г., проанализировав ятрогенные осложнения после операций на плечевом суставе, отмечали 1–4 % симптомов на фоне перенесенного РЭ [7]. Неврологические осложнения могут возникнуть во время или после операции.

Наиболее часто повреждаемые нервы после реверсивного эндопротезирования — это подмышечный и различные ветви плечевого сплетения [8–11]. Кроме того, есть данные о поражении надлопаточного и рецидивирующих повреждениях гортанного (подъязычно-го) нервов [12; 13]. Эти повреждения считаются обратимыми в течение первых 3 месяцев после операции, но некоторые из них не купируются длительное время, что приводит к стойкому неврологическому дефициту [14].

Большинство авторов считают, что наиболее частым местом повреждения подмышечного нерва во время операции является нижний край гленоидальной впадины [11; 13; 15]. Во время его релиза ятрогенное повреждение возможно из-за длительной ретракции и воздействия коагулятором. Также многие авторы рекомендуют с осторожностью использовать глубокие и острые ретракторы типа Хомана. Часто публикуются данные о деликатном надкостничном выделении капсулы с фиброзной губой для релиза гленоидальной впадины, чтобы предотвратить ятрогенное повреждение подмышечного нерва. Однако это осложнение трудно обнаружить сразу после операции, поскольку оперированное плечо обычно иммобилизуют [16]. Кроме того, Ladermann с соавт. сообщали о повреждении подмышечного нерва на уровне метафиза плечевой кости [17]. Было обнаружено, что подмышечный нерв, ведущий к дельтовидной мышце, находится близко к заднему плечевому компоненту, поэтому соблюдение осторожности при опиле шейки и ее расширении необходимо, чтобы не повредить заднюю стенку плечевой кости. Повреждение сплетения может быть вызвано положением плечевой кости во время операции. В процессе дельтопекторального доступа чрезмерная гиперэкстензия плечевой кости, наружная ротация и смещение головки спереди могут привести к повреждению плечевого сплетения [18]. Van Hoof с соавт. с использованием трехмерной компьютерной модели сообщали о натяжении на 15,3–19,3% одного из пучков, формирующих срединный нерв после операции [19]. Кроме того, Lynch, наблюдая поражение нервов во время эндопротезирования плечевого сустава, отметил это осложнение у 18 из 417 пациентов, и большинство проблем были на уровне нейропраксии в результате тракционной травмы из-за положения тела и руки [20]. Чрезмерная дистализация плечевой кости также может вызвать тракционное повреждение плечевого сплетения во время или после операции [14; 20].

Некорректное расположение блокирующих гленоидное основание винтов может быть связано с повреждением надлопаточного нерва. Выход задних и верхних винтов далеко за пределы кортикальной кости может привести к повреждению надлопаточного нерва в области лопаточной или спиногленоидной вырезки [14]. Кроме того, чрезмерный наклон головы во время операции может вызвать вторичное повреждение гортанного или подъязычного нерва, что приведет к синдрому Тапия [12].

Повреждение дельтовидной мышцы

С распространением реверсивного эндопротезирования дисфункция дельтовидной мышцы становится все более актуальной. Переход к расширенному дельтопекторальному доступу как наиболее сберегающему варианту позволил на время сократить число осложнений, однако прогрессирующая частота конверсий с гемипротезов или последствий металлоостеосинтеза на реверсивное эндопротезирование выводит эту проблему на новый уровень [21–24]. Полное или функциональное отсутствие ротаторов оставляет возможность баланса сустава только за счет дельтовидной мышцы, а ее дефицит делает реверсивное эндопротезирование невозможным [21]. После РЗ кинематика плеча изменяется, поскольку дельтовидная мышца становится основной двигательной для сгибания и отведения и ее сила имеет жизненно важное значение для движения плеча. Меуер с соавт., оценив при помощи МРТ трехмерный объем дельтовидной мышцы, пришли к выводу, что

этот показатель был достоверно связан с послеоперационными исходами, которые оценили по шкале Constant [25]. Дисфункция дельтовидной мышцы вследствие повреждения подмышечного нерва или разрывов мышечных волокон остается серьезным осложнением с плохими результатами после эндопротезирования сустава. Катастрофическая потеря функции плеча — естественное последствие такого осложнения. К этим же выводам пришла группа Hatta с соавт. с помощью экспериментальных биомеханических исследований (электрографии) на кадаверных плечевых суставах. У пациентов с различной патологией плечевого сустава состояние дельтовидной мышцы может сильно отличаться. На поздней стадии артропатии с большими разрывами вращательной манжеты плеча (ВМП) или у пациентов с неправильно сросшимися переломами проксимального отдела плечевой кости дельтовидная мышца может быть укорочена из-за вывиха или коллапса головки плеча, а также укорочения или угловой деформации шейки плечевой кости. Хронический процесс также может затруднить оценку соответствующего состояния дельтовидной мышцы до или во время операции [26].

Лопаточный нотчинг (импинджмент)

Лопаточный нотчинг (ЛН) — осложнение, характерное только для РЭ, возникающее в результате нарушения соотношения в анатомической структуре плечевого сустава. Обычно это проявляется через 6 месяцев после операции на обычной контрольной рентгенограмме. Частота лопаточного нотчинга варьируется от 4,6 до 96% [14; 27–29]. Нотчинг представляет из себя повторяющееся механическое соударение плечевого компонента эндопротеза в шейку лопатки во время разгибания и наружной ротации. Основная зона локализации костного дефекта — это задне-нижняя часть шейки лопатки, в ряде случаев нотчинг может происходить и в передне-нижнем отделе [29]. Возникновение ЛН зависит от множества факторов, таких как конструкция и положение имплантата, анатомические особенности лопатки и диапазон движений [14]. Эндопротезы дизайна Grammont имеют высокую тенденцию к образованию вырезки на лопатке из-за большого угла шейки ножки. В исследовании Колмодина и соавт. ЛН с протезами типа Grammont наблюдался в 59% случаев [29]. Уменьшение угла диафиза шейки плечевой кости защищает от ЛН [30]. Кроме того, считается, что нижнее расположение гленосферы, нижний наклон и латерализация центра вращения снижают риск ЛН.

Paisley с соавт., изучая связь длины шейки лопатки с ЛН после реверсивного эндопротезирования с помощью простых рентгенограмм, пришли к выводу, что укорочение шейки лопатки (ШЛ) приводит к увеличению частоты формирования нотчинга [31]. Friedman с соавт. выяснили, что длина шейки лопатки определяется врожденно, однако она может быть укорочена в процессе эрозии суставной впадины при ротаторной артропатии или дегенеративном (воспалительном) артрите. В случаях уменьшения длины ШЛ следует рассмотреть возможность латерализации гленосферы с использованием эксцентричной формы гленосферы или увеличением ее размера [28; 31].

Клиническое течение ЛН обсуждается. Во многих исследованиях сообщалось, что пациенты без нотчинга показывают лучший объем движений и функциональный результат, чем пациенты с этим осложнением [28]. Mollon с соавт. наблюдали ЛН с одним имплантатом (медиализированная гленосфера и латерализированная ножка протеза) в 10% из 476 случаев и обнаружили, что пациенты с ЛН показали низкие функциональные баллы, низкий уровень отведения плеча и снижение мышечной силы [30], а также значительно более высокий уровень осложнений и, как правило, имели значительно более высокие показатели рентгенопрозрачности плечевой кости, чем пациенты без нотчинга. Считается,

что ЛН 1-й и 2-й степеней вызван механическим трением, а 3-я и 4-я степени — биологическая реакция на частицы полиэтилена. ЛН приводит к износу полиэтилена, что, в свою очередь, вызывает остеолитический процесс плечевой кости [30].

Описано несколько методов предотвращения ЛН. Латерализация гленосферы — один из эффективных. При выполнении реверсивного эндопротезирования у пациентов с длинной шейки лопатки менее 9,0 мм следует рассмотреть возможность аугментации гленоидного основания или использования имплантата с увеличенным боковым офсетом [32]. Кроме того, эффективно применение эксцентрической гленосферы, позиционирование гленосферы ниже края суставной поверхности на 3–4 мм [29], нижний наклон гленосферы на 15–20°, которые также предотвращают формирование ЛН. Использование латерализованных ножек эндопротезов увеличивает послеоперационную ротацию и снижает риск ЛН [32]. Согласно исследованию Ferrier с соавт., наилучшие клинические результаты и наименьшая частота образования ЛН были обнаружены после низведения плечевой кости более чем на 24 мм [33].

Вывихи и нестабильность компонентов протеза

Исследование Raiss с соавт. продемонстрировало улучшение функционального результата при лечении несросшихся переломов проксимального отдела плеча с помощью реверсивного эндопротезирования, однако авторы отмечают высокую частоту осложнений. Вывих был наиболее встречаемым осложнением и связан чаще всего с резекцией бугорков [22]. Важной причиной нестабильности может быть удаление всех частей вращательной манжеты [10; 11; 34]. Авторы были согласны с Martinez с соавт. в том, что гленосфера большого диаметра может помочь избежать нестабильности протезов у этих пациентов. Более того, потенциальная неспособность восстановить правильную длину плечевой кости пораженной руки также может быть причиной высокой частоты вывихов. Ladermann описал объективный метод восстановления правильной длины плечевой кости и правильного натяжения дельтовидной мышцы после реверсивного эндопротезирования с использованием рентгенограмм обеих плечевых костей. У их пациентов без вывиха среднее удлинение руки составило 23 мм. У пациентов с вывихом пораженная рука была слишком короткой [4; 35].

Вывих — частое осложнение после РЭ и требует хирургического вмешательства в раннем периоде (< 2 лет) [11; 23; 27; 28; 34]. Сообщается, что частота вывиха составляет 4,7% [27]. В системном обзоре Ascione говорится, что вывих является вторым по частоте осложнением [8]. По мере улучшения конструкции протеза РЭ и хирургических навыков частота ранних вывихов после РЭ стала снижаться. Однако вывихи остаются сложными для исправления из-за высокой частоты неудач после ревизионных вмешательств. Chalmers с соавт. сообщили о положительных результатах в 85% случаев первичного РЭ и более 50% повторного РЭ после ревизионных вмешательств [36].

В качестве поиска основной причины факторов, предрасполагающих к вывиху, многие авторы обращаются к течению и результатам предыдущих вмешательств [14; 34]. Анатомическое геми- или тотальное эндопротезирование, предшествующее реверсивному, создает высокий риск вывиха в раннем послеоперационном периоде [14; 34; 37]. Отсутствии достаточного натяжения мягких тканей из-за неправильного положения имплантата или его неподходящего варианта, а также дефицит сухожилия подлопаточной мышцы в медиализированных протезах являются известными факторами риска вывиха [14; 34; 37]. Voileau указывает на необходимость ревизионного вмешательства для исправления

некорректной ротации ножки эндопротеза или гленоидального компонента, а для поиска правильного положения предлагает использовать КТ всего плеча с захватом локтевого сустава.

Поздний вывих может быть вызван изменением положения имплантата. Это происходит по разным причинам — от едва заметного смещения, проседания или ротации ножки, инклинации и нестабильности гленоидного основания. Расшатывание имплантата возникает в результате механического или септического дефекта кости и может быть обнаружено на серийной рентгенограмме во время контрольного наблюдения. Асептическое расшатывание ножки протеза может быть вызвано стресс-шилдингом, износом полиэтилена или лопаточным нотчингом [8; 34]. Описаны случаи расшатывания гленоидного основания, однако в реверсивном эндопротезе его скорость ниже, чем у ножки эндопротеза, так как из-за медиализации плеча напряжение крутящего момента становится ниже со стороны гленосферы, чем на ножке [8; 34].

Большинство авторов придают значение сухожилию подлопаточной мышцы для медиализированной конструкции реверсивного эндопротеза как переднего стабилизатора сустава [14; 34; 37]. В латерализованной конструкции РЭ горизонтальная компрессия дельтовидной мышцей стабилизирует плечевой сустав, следовательно, восстановление подлопаточного сухожилия для предотвращения вывиха плеча не требуется [38]. Однако проведенный недавно метаанализ показал, что восстановление подлопаточной мышцы снижает вероятность вывиха независимо от конструкции имплантата [39].

Заключение

Лечение последствий переломов и вывихов проксимального отдела плеча на сегодня остается сложной задачей. За последнее десятилетие благодаря расширению показаний к РЭ продемонстрированы обнадеживающие результаты в лечении тяжелых травм плечевого сустава и их последствий. Однако при выполнении РЭ могут возникнуть различные осложнения.

Описаны единичные эпизоды повреждения периферических сосудов во время РЭ плечевого сустава. Основным вариантом устранения этого осложнения на сегодня является аутопластика подмышечной артерии, также возможна установка синтетического артериального шунта.

Большинство неврологических осложнений после РЭ являются, как правило, малозначимыми и не выявляются. Они проходят в течение первых 3 месяцев после операции. Однако повреждение подмышечного нерва или плечевого сплетения может привести к стойкому неврологическому дефициту. Дисфункция дельтовидной мышцы вследствие повреждения подмышечного нерва или разрыва мышечных волокон остается серьезным осложнением, приводящим к плохому функциональному результату. Наибольшее значение в профилактике неврологических осложнений отводится осторожной хирургической технике и предотвращению излишней тракции и ротации плечевой кости. Также важно помнить, что данные осложнения чаще встречаются у пациентов с предшествующим остеосинтезом или эндопротезированием плечевого сустава.

Лопаточный нотчинг — осложнение, характерное только для РЭ. Одним из эффективных методов профилактики является латерализация гленосферы. При короткой шейке лопатки (менее 9,0 мм) следует рассмотреть возможность аугментации гленоидного основания или использовать имплантат с увеличенным боковым офсетом. Необходимо правильно позиционировать гленосферу (на 3–4 мм ниже края суставной поверхности с нижним наклоном в 15–20°).

Вывих плечевого компонента реверсивного эндопротеза — одно из наиболее часто встречаемых осложнений. Высокий риск вывиха связан с предшествующим анатомическим геми- или тотальным эндопротезированием. Известным фактором риска является некорректная установка компонентов. Также важную роль играет отсутствие достаточного натяжения мягких тканей. Избыточная ротация ножки эндопротеза во время установки может привести к необходимости ревизионного вмешательства.

Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что часть осложнений, характерных для РЭ, ассоциирована непосредственно с хирургической техникой выполнения операции. Это свидетельствует о необходимости тщательного предоперационного планирования, а также прохождения хирургами «кривой обучаемости» в присутствии более опытных коллег.

Список литературы/references

1. 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. *Травматологи и ортопедия России*. 2018;24(4):81–88.

Egjazaryan KA, Rat'ev AP, Gordienko DI, Grigor'ev AA, Ovcharenko NV. Surgical Treatment of Humeral Fracture-Dislocations: Midterm Results. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2018;24(4):81–88 [in Russ.]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-4-81-88>

2. 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.

Egjazaryan KA, Rat'ev AP, Ershov DS, Kuruch EA, Kuznecov VN, Ovcharenko NV. Midterm treatment outcomes of proximal humerus fractures by intramedullary fixation. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2020;26(4):68–79 [in Russ.]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-68-79>

3. 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. *Политравма*. 2019;(2):32–39.

Egjazaryan KA, Rat'ev AP, Tamazyan VO, Glazkov KI, Ershov DS. Results of osteosynthesis of proximal humerus fractures with intramedullary nail and additional suture fixation of tuberosities. *Politravma*. 2019;(2):32–39 [in Russ.].

4. Melis B, DeFranco M, Läderrmann A, Molé D, Favard L, Nérot C, Maynou C, Walch G. An evaluation of the radiological changes around the Grammont reverse geometry shoulder arthroplasty after eight to 12 years. *J Bone Joint Surg Br*. 2011 Sep;93(9):1240–6.

5. Wingert NC, Beck JD, Harter GD. Avulsive axillary artery injury in reverse total shoulder arthroplasty. *Orthopedics*. 2014;37(1):e92–7. <https://doi.org/10.3928/01477447-20131219-24>

6. O'Neill DR, King JJ, Farmer KW. Reverse total shoulder arthroplasty after iatrogenic axillary artery injury: a case report. *J Shoulder Elb Surg*. 2021;30(3):e121–e128. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.10.019>

7. Carofino BC, Brogan DM, Kircher MF, Elhassan BT, Spinner RJ, Bishop AT, Shin AY. Iatrogenic nerve injuries during shoulder surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2013 Sep 18;95(18):1667–74. <https://doi.org/10.2106/JBJS.L.00238>

8. Ascione F, Kilian CM, Laughlin MS, Bugelli G, Domos P, Neyton L, Godeneche A, Edwards TB, Walch G. Increased scapular spine fractures after reverse shoulder arthroplasty with a humeral onlay short stem: an analysis of 485 consecutive cases. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018 Dec;27(12):2183–2190. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.06.007>

9. Parisien RL, Yi PH, Hou L, Li X, Jawa A. The risk of nerve injury during anatomical and reverse total shoulder arthroplasty: an intraoperative neuromonitoring study. *J Shoulder Elb Surg*. 2016;25(7):1122–1127. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.02.016>

10. Чирков Н. Н., Николаев Н. С., Каминский А. В., Спиридонова О. В. Реверсивное эндопротезирование с транспозицией широчайшей мышцы спины при последствиях травм плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(3):25–33.

Chirkov NN, Nikolaev NS, Kaminskij AV, Spiridonova OV. Reverse shoulder arthroplasty with latissimus dorsi transfer for humerus fractures sequelae. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2020;26(3):25–33 [in Russ.]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-3-25-33>

11. Ненашев Д. В., Варфоломеев А. П., Майков С. В. Анализ отдаленных результатов эндопротезирования плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2012;(2):71–78.

Nenashev DV, Varfolomeev AP, Majkov SV. Analysis of long-term results of shoulder joint replacement. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2012;(2):71–78 [in Russ.].

12. Kraus MB, Cain RB, Rosenfeld DM, Caswell RE, Hinni ML, Molloy MJ, Trentman TL. Tongue Tied after Shoulder Surgery: A Case Series and Literature Review. *Case Rep Anesthesiol*. 2019 Oct 29;2019:5392847. <https://doi.org/10.1155/2019/5392847>

13. Leschinger T, Hackl M, Buess E, Lappen S, Scaal M, Müller LP, Wegmann K. The risk of suprascapular and axillary nerve injury in reverse total shoulder arthroplasty: An anatomic study. *Injury*. 2017 Oct;48(10):2042–2049. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.06.024>

14. Jauregui JJ, Nadarajah V, Shield WP 3rd, Henn RF 3rd, Gilotra M, Hasan SA. Reverse Shoulder Arthroplasty: Perioperative Considerations and Complications. *JBJS Rev*. 2018;6(8):e3. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.17.00152>

15. Мурьев В. Ю., Иваненко Л. Р., Куковенко Г. А., Елизаров П. М., Рубин Г. Г., Сорокина Г. Л. Современное состояние проблемы эндопротезирования плечевого сустава при последствиях поврежденных проксимального отдела плечевой кости. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2020;(1):38–49.

Murylev VY, Ivanenko LR, Kukovenko GA, Elizarov PM, Rubin GG, Sorokina GL. The review of the current state of shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture sequelae. *Kafedra travmatologii i ortopedii*. 2020;(1):38–49 [in Russ.]. <https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2020.1.38-49>

16. Kim SC, Kim IS, Jang MC, Yoo JC. Complications of Reverse Shoulder Arthroplasty: A Concise Review. *Clin Shoulder Elb*. 2021;24(1):42–52. <https://doi.org/10.5397/cise.2021.00066>

17. Lädermann A, Stimec B V, Denard PJ, Cunningham G, Collin P, Fasel JHD. Injury to the axillary nerve after reverse shoulder arthroplasty: an anatomical study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2014;100(1):105–108. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2013.09.006>

18. Cheung E, Willis M, Walker M, Clark R, Frankle MA. Complications in reverse total shoulder arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011;19(7):439–449.

19. Van Hoof T, Gomes GT, Audenaert E, Verstraete K, Kerckaert I, D'Herde K. 3D computerized model for measuring strain and displacement of the brachial plexus following placement of reverse shoulder prosthesis. *Anat Rec (Hoboken)*. 2008;291(9):1173–1185. <https://doi.org/10.1002/ar.20735>

20. Lynch NM, Cofield RH, Silbert PL, Hermann RC. Neurologic complications after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elb Surg*. 1996;5(1):53–61. [https://doi.org/10.1016/s1058-2746\(96\)80031-0](https://doi.org/10.1016/s1058-2746(96)80031-0)

21. Bohsali KI, Bois AJ, Wirth MA. Complications of Shoulder Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(3):256–269. <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.00935>

22. Raiss P, Bradley Edwards T, Da Silva MR, Bruckner T, Loew M, Walch G. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of nonunions of the surgical neck of the proximal part of the humerus [Type3 Fracture Sequelae]. *J Bone Jt Surg – Am Vol*. 2014;96(24):2070–2076. <https://doi.org/10.2106/JBJS.N.00405>

23. Зарайский А. С., Зоря В. И. Эндопротезирование плечевого сустава. Проблемы и решения. *Московский хирургический журнал*. 2011;(4):58–64.

Zarajskij AS, Zorya VI. Endoprosthesis of the shoulder joint. Problems and solutions. *Moskovskij hirur-gicheskij zhurnal*. 2011;(4):58–64 [in Russ.].

24. Архипов С. В., Кавалерский Г. М. Плечо: современные хирургические технологии. М., Медицина, 2009. 192 с.

- Arhipov SV, Kavalerskij GM. Shoulder: modern surgical technologies. M., Medicina, 2009. 192 p. (in Russ.).
25. Meyer DC, Rahm S, Farshad M, Lajtai G, Wieser K. Deltoid muscle shape analysis with magnetic resonance imaging in patients with chronic rotator cuff tears. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:247. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-247>
26. Hatta T, Giambini H, Sukegawa K, Yamanaka Y, Sperling JW, Steinmann SP, Itoi E, An KN. Quantified Mechanical Properties of the Deltoid Muscle Using the Shear Wave Elastography: Potential Implications for Reverse Shoulder Arthroplasty. *PLoS One.* 2016 May 6;11(5):e0155102. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155102>
27. Zumstein MA, Pinedo M, Old J, Boileau P. Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: A systematic review. *J Shoulder Elb Surg.* 2011;20(1):146–157. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.08.001>
28. Shah SS, Gaal BT, Roche AM, Namdari S, Grawe BM, Lawler M, Dalton S, King JJ, Helmkamp J, Garrigues GE, Wright TW, Schoch BS, Flik K, Otto RJ, Jones R, Jawa A, McCann P, Abboud J, Horneff G, Ross G, Friedman R, Ricchetti ET, Boardman D, Tashjian RZ, Gulotta LV. The modern reverse shoulder arthroplasty and an updated systematic review for each complication: part I. *JSES Int.* 2020 Sep 7;4(4):929–943. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.07.017>
29. Kolmodin J, Davidson IU, Jun BJ, Sodhi N, Subhas N, Patterson TE, Li ZM, Iannotti JP, Ricchetti ET. Scapular Notching After Reverse Total Shoulder Arthroplasty: Prediction Using Patient-Specific Osseous Anatomy, Implant Location, and Shoulder Motion. *J Bone Joint Surg Am.* 2018 Jul 5;100(13):1095–1103. <https://doi.org/10.2106/JBJS.17.00242>
30. Mollon B, Mahure SA, Roche CP, Zuckerman JD. Impact of scapular notching on clinical outcomes after reverse total shoulder arthroplasty: an analysis of 476 shoulders. *J shoulder Elb Surg.* 2017;26(7):1253–1261. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.11.043>
31. Paisley KC, Kraeutler MJ, Lazarus MD, Ramsey ML, Williams GR, Smith MJ. Relationship of scapular neck length to scapular notching after reverse total shoulder arthroplasty by use of plain radiographs. *J Shoulder Elb Surg.* 2014;23(6):882–887. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.09.003>
32. Shaha JS, Cook JB, Rowles DJ, Bottoni CR, Shaha SH, Tokish JM. Return to an athletic lifestyle after osteochondral allograft transplantation of the Knee. *Am J Sports Med.* 2013;41(9):2083–2089. <https://doi.org/10.1177/0363546513494355>
33. Ferrier A, Blasco L, Marcoin A, De Boissieu P, Siboni R, Nérot C, Ohl X. Geometric modification of the humeral position after total reverse shoulder arthroplasty: what is the optimal lowering of the humerus? *J Shoulder Elbow Surg.* 2018 Dec;27(12):2207–2213. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.05.027>
34. Boileau P. Complications and revision of reverse total shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(1):S33–S43. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2015.06.031>
35. Martinez AA, Bejarano C, Carbonel I, Iglesias D, Gil-Albarova J, Herrera A. The treatment of proximal humerus nonunions in older patients with reverse shoulder arthroplasty. *Injury.* 2012;43(SUPPL. 2):S3–S6. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(13\)70172-4](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(13)70172-4)
36. Chalmers PN, Salazar DH, Romeo AA, Keener JD, Yamaguchi K, Chamberlain AM. Comparative Utilization of Reverse and Anatomic Total Shoulder Arthroplasty: A Comprehensive Analysis of a High-volume Center. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26(24):e504–e510. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-17-00075>
37. Zhou HS, Chung JS, Yi PH, Li X, Price MD. Management of complications after reverse shoulder arthroplasty. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2015;8(1):92–97. <https://doi.org/10.1007/s12178-014-9252-9>
38. Routman HD. The role of subscapularis repair in reverse total shoulder arthroplasty. *Bull Hosp Jt Dis.* 2013;71 Suppl 2:108–112.
39. Matthewson G, Kooner S, Kwapisz A, Leiter J, Old J, MacDonald P. The effect of subscapularis repair on dislocation rates in reverse shoulder arthroplasty: a meta-analysis and systematic review. *J shoulder Elb Surg.* 2019;28(5):989–997. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.11.069>

Об авторах

Карен Альбертович Егиазарян, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Россия.

E-mail: egkar@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Дмитрий Сергеевич Ершов, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий учебной частью кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Россия.

E-mail: ershov0808@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7005-2752>

Андрей Петрович Ратьев, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Россия.

E-mail: ap@ratiev.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6559-4263>

Денис Айдарович Бадриев, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Россия.

E-mail: ill1dan@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3497-5933>

Николай Михайлович Кондырев, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Россия.

E-mail: nkondyrev@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8002-0260>

Владимир Олегович Рафиков, лаборант кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии РНИМУ имени Н. И. Пирогова. <https://orcid.org/0009-0007-0390-3714>.

E-mail: vladimir.raficov@yandex.ru

<https://orcid.org/0009-0007-0390-3714>

Для корреспонденции:

Денис Айдарович Бадриев, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, 1.

E-mail: ill1dan@mail.ru

The authors

Dr hab. Karen A. Egiazaryan, Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Russia.

E-mail: egkar@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Dr Dmitry S. Ershov, Education Head of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Russia.

E-mail: ershov0808@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7005-2752>

Dr hab. Andrey P. Ratiev, Associate Professor, Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Russia.

E-mail: ap@ratiev.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6559-4263>

Denis A. Badriev, Assistant Lecturer, Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Russia.

E-mail: ill1dan@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3497-5933>

Nikolaj M. Kondyrev, Assistant Lecturer, Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Russia.

E-mail: nkondyrev@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8002-0260>

Vladimir O. Rafikov, Laboratory Assistant, Department of Traumatology, Orthopaedics and Military Field Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Russia.

E-mail: vladimir.raficov@yandex.ru

<https://orcid.org/0009-0007-0390-3714>

For correspondence:

Denis A. Badriev, Pirogov Russian National Research Medical University

1 Ostrovityanova St, Moscow, 117997, Russia.

E-mail: ill1dan@mail.ru

