

DOI: 10.33454/1728-1261-2024-3-69-75  
УДК 616.757.12-001.48-089.84(048.8)

# Хирургическое лечение невосстановимых разрывов сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава. Обзор литературы

А. В. Чесноков<sup>1,3</sup>, В. Е. Воловик<sup>1,2,3</sup>, А. В. Антонов<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России, Хабаровск, Россия

<sup>2</sup> КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» министерства здравоохранения Хабаровского края, Хабаровск, Россия

<sup>3</sup> КГБУЗ «Краевая клиническая больница» им. профессора О. В. Владимирцева министерства здравоохранения Хабаровского края, Хабаровск, Россия

## Surgical treatment of non-controversial ruptures of the tendons of the rotational cuff of the shoulder joint. Review of literature

A. V. Chesnokov<sup>1,3</sup>, V. E. Volovik<sup>1,2,3</sup>, A. V. Antonov<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Far Eastern State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Khabarovsk, Russia

<sup>2</sup> Postgraduate Institute for Public Health Workers of the Ministry of Health of the Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia

<sup>3</sup> Professor O. V. Vladimirtsev Regional Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

А. В. Чесноков – ORCID: 0009-0004-9238-6592; e-mail: chesny3000@mail.ru

В. Е. Воловик – ORCID: 0000-0003-0110-1682; e-mail: volovik2013@mail.ru

А. В. Антонов – ORCID: 0000-0001-6550-9033; e-mail: necessitas@mail.ru

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

A. V. Chesnokov – ORCID: 0009-0004-9238-6592; e-mail: chesny3000@mail.ru

V. E. Volovik – ORCID: 0000-0003-0110-1682; e-mail: volovik2013@mail.ru

A. V. Antonov – ORCID: 0000-0001-6550-9033; e-mail: necessitas@mail.ru

### Резюме

Многочисленные анатомические исследования показали, что дегенеративные изменения (в том числе полнослойные или частичные разрывы) надостной мышцы в месте ее прикрепления на головке плечевой кости возникают практически у 100 % пациентов в возрасте от 60 лет. Массивным разрыв сухожилий вращательной манжеты считается, если полнослойный разрыв затрагивает два и более сухожилия манжеты. При этом во время оперативного лечения полное анатомическое восстановление массивного разрыва вращательной манжеты плечевого сустава резко ограничено дегенеративными изменениями мышечной и сухожильной тканей, что позволяет применить к такому повреждению термин «невосстановимый разрыв». Массивные невосстановимые разрывы сухожилий вращательной манжеты сопровождаются выраженным ограничением функции верхней конечности, являются распространенной причиной боли, создают предпосылки к развитию и быстрому прогрессированию посттравматического артроза плечевого сустава, что значительно ухудшает качество жизни. На современном этапе развития хирургии плечевого сустава разработано большое количество методик оперативного лечения массивных невосстановимых разрывов вращательной манжеты плечевого сустава. Однако, несмотря на множество используемых технологий, отсутствует общепризнанная оптимальная хирургическая тактика лечения массивных невосстановимых разрывов вращательной манжеты плечевого сустава, а проблема дальнейшего совершенствования лечения таких пациентов остается актуальной.

**Ключевые слова:** вращательная манжета, хирургическое лечение, невосстановимый разрыв, массивный разрыв, плечевой сустав, сухожилие надостной мышцы

### Abstract

Numerous anatomical studies have shown that degenerative changes (including full-layer or partial ruptures) of the shoulder muscle at the place of its attachment on the humerus head occur in almost 100 % of patients aged 60 years. A massive rupture of tendons of the rotational cuff is considered if the full-layer gap affects two or more tendons of the cuffs. At the same time, during surgical treatment, the complete anatomical restoration of the massive rupture of the rotational cuff of the shoulder joint is sharply limited by degenerative changes in the muscle and tendon tissues, which allows the term "irreducible rupture" to apply to such damage. Massive non-controversial ruptures of the tendons of the rotational cuff are accompanied by a pronounced restriction of the function of the upper limb, are a common cause of pain, create prerequisites for the development and rapid progression of post-traumatic

arthrosis of the shoulder joint, which significantly worsens the quality of life. At the present stage of the development of the shoulder joint surgery, a large number of methods of surgical treatment of massive non - contrast ruptures of the rotational cuff of the shoulder joint have been developed. However, despite the many technologies used, there is no universally recognized optimal surgical tactics of treating massive non - contributable ruptures of the rotational cuff of the shoulder joint, and the problem of further improvement of the treatment of such patients remains relevant.

**Keywords:** rotational cuff, surgical treatment, non - contributive rupture, massive rupture, shoulder joint, tendon of the supraspinatus muscle

### **Актуальность**

Повреждения сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава составляют, по данным различных авторов, от 60 до 86 % всей патологии плечевого сустава [1]. Многочисленные анатомические исследования показали, что дегенеративные изменения (в том числе полнослойные или частичные разрывы) надостной мышцы в месте ее прикрепления на головке плечевой кости возникают практически у 100 % пациентов в возрасте от 60 лет [2]. Среди них доля массивных невосстановимых разрывов сухожилий вращательной манжеты составляет 10–40 % [3]. Массивным разрыв сухожилий вращательной манжеты считается, если полнослойный разрыв затрагивает два и более сухожилий манжеты [4]. При этом во время оперативного лечения полное анатомическое восстановление массивного разрыва вращательной манжеты плечевого сустава резко ограничено дегенеративными изменениями мышечной и сухожильной тканей, что позволяет применить к такому повреждению термин «невосстановимый разрыв» [5, 6].

В настоящее время в ортопедической практике к невосстановимым относят застарелые массивные разрывы сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава со значительной ретракцией волокон и жировой инфильтрацией III–IV степени по Goutallier.

Массивные невосстановимые разрывы сухожилий вращательной манжеты сопровождаются выраженным ограничением функции верхней конечности, являются распространенной причиной боли, создают предпосылки к развитию и быстрому прогрессированию посттравматического артроза плечевого сустава, что значительно ухудшает качество жизни.

На современном этапе развития хирургии плечевого сустава разработано большое количество методик оперативного лечения массивных невосстановимых разрывов вращательной манжеты плечевого сустава. Самыми распространенными из них можно считать: частичное восстановление вращательной манжеты плечевого сустава; биомеханически ориентированные реконструкции: операции, обеспечивающие «спейсер-эффект» (реконструкция верхней капсулы плечевого сустава, примене-

ние субакромиального баллона, пластика большого бугорка плечевой кости, пластика акромиального отростка), сухожильно-мышечные трансферы; тотальное реверсивное эндопротезирование плечевого сустава.

Однако, несмотря на такое множество используемых технологий, отсутствует общепризнанная оптимальная хирургическая тактика лечения массивных невосстановимых разрывов вращательной манжеты плечевого сустава. В связи с этим нашей целью явился анализ отечественных и зарубежных литературных первоисточников для представления обзора современных способов хирургического лечения этой сложной хирургической патологии.

### **Материал и методы**

Проведен поиск литературы отечественных и зарубежных авторов с помощью интернет-ресурсов eLibrary, PubMed. Анализ публикаций выполнен за период с 2004-го по 2023 год.

### **Частичное восстановление невосстановимых массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава**

Основным принципом частичной реконструкции невосстановимого разрыва вращательной манжеты плечевого сустава является восстановление силовой пары подостной, малой круглой мышц и подлопаточной мышцы без реконструкции сухожилия надостной мышцы, что обеспечивает удержание головки плечевой кости по отношению к суставной впадине лопатки в аксиальной плоскости [7, 8]. Впервые методика частичной реконструкции при массивных невосстановимых разрывах сухожилий вращательной манжеты плеча была предложена в 1994 году S. S. Burkhart.

Однако создания пары сил в аксиальной плоскости зачастую недостаточно для дальнейшего нормального функционирования плечевого сустава. Клиническая ценность восстановления пары сил в аксиальной плоскости преувеличена из-за того, что не дает необходимо-го восстановления функции плечевого сустава. Это происходит ввиду сохранения передневерхней (вертикальной) трансляции головки плечевой кости [9, 10, 11].

По данным литературы, частота повторных разрывов после частичного восстановления высокая и составляет 48,9 % [12]. Хорошие функциональные результаты зачастую

краткосрочны, сильно зависят от вспомогательных методов лечения, таких как субакромиальная декомпрессия, тенотомия или тенodes бицепса, бурсэктомия [13].

### **Заккрытие дефектов сухожилий трансплантатами, реконструкция верхней капсулы плечевого сустава**

Другим способом хирургического лечения невосстановимых массивных разрывов сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава считается закрытие дефектов сухожилий различными трансплантатами. В качестве пластического материала используются ауто-, алло- и ксенотрансплантаты.

Первым об использовании ксенотрансплантата для лечения невосстановимого массивного разрыва вращательной манжеты плечевого сустава сообщили М. Н. Metcalf и соавт. в 2002 году [14]. Бесклеточный коллагеновый дермальный матрикс для восстановления невосстановимых массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава использовали W. Z. Burkhead и соавт. [15]. Лоскут ткани в качестве «заплатки» из алло- и ауто-трансплантатов для восстановления дефекта сухожильной ткани вращательной манжеты плечевого сустава предложили использовать J. L. Vond и соавт. в 2008 году [16].

Однако, несмотря на различные варианты материалов в качестве «заплатки» для сухожилий вращательной манжеты, исходы такого лечения оставались неудовлетворительными [17, 18]. Непригодность данной методики обусловлена тем, что она не обеспечивает восстановление верхней капсулы сустава, тем самым не создавая точек ее фиксации, а также не устраняет верхний подвывих головки плечевой кости, что, в свою очередь, не восстанавливает нормальную механику плечевого сустава.

Первым, кто предложил, обосновал использование и подробно описал технику реконструкции верхней капсулы плечевого сустава, был японский ортопед Т. Mihata в 2012 году [19]. В своем исследовании Т. Mihata и соавт. получили полноценное устранение верхней трансляции головки плечевой кости именно на трупных образцах, на которых выполнялась реконструкция верхней капсулы трансплантатом с фиксацией к большому бугорку головки плечевой кости и верхнему краю суставного отростка лопатки. Реконструкция дефекта сухожилия надостной мышцы при помощи трансплантата с креплением его к свободному краю сухожилия и большому бугорку плечевой кости не обеспечивала полноценного устранения верхней трансляции головки плечевой кости [20].

Метод реконструкции верхней капсулы плечевого сустава сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча опубликован в 2018 году Y. S. Kim и соавт. Методика такого оперативного вмешательства заключается в перемещении сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча на большой бугорок плечевой кости, что обеспечивает увеличение акромиально-плечевого интервала [21]. В 2021 году А. А. Ветошкин предложил новый способ реконструкции невосстановимого разрыва сухожилия надостной мышцы с использованием сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча. Хирургическое вмешательство включает артроскопический доступ к плечевому суставу, обработку невосстановимого разрыва сухожилия надостной мышцы, частичное восстановление узловыми швами и фиксацию к большому бугорку плечевой кости посредством ауто-трансплантата из сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча [22]. Однако техники операций с использованием сухожилия длинной головки бицепса невозможно использовать у пациентов, перенесших спонтанную тенотомию данного сухожилия.

На сегодняшний день методики, направленные на восстановление верхней капсулы плечевого сустава, приобретают всё большую популярность. В ортопедической практике происходит активное накопление опыта и совершенствование хирургической техники реконструкции верхней капсулы плечевого сустава, а также изучение ближайших и отдаленных исходов таких вмешательств.

### **Применение субакромиальных баллонов**

Израильскими хирургами был разработан субакромиальный биодеградируемый баллон для восстановления нормальной механики плеча и уменьшения выраженности боли для пациентов пожилого возраста с невосстановимыми массивными разрывами сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава [23]. А. S. Kilinc et al. был предложен субакромиальный нерассасывающийся спейсер для увеличения акромиально-плечевого интервала, чтобы центрировать головку плечевой кости по отношению к суставному отростку лопатки и уменьшить болевой синдром [24].

В 2012 году была описана методика лечения массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава с использованием субакромиального биодеградируемого спейсера InSpace (Orthospace, Израиль). Исследования показали, что данный имплантат восстанавливает нормальное положение головки плечевой кости относительно суставного отростка лопатки, обеспечивая правильную биоме-

ханику плечевого сустава. Имплантат устанавливается между акромиальным отростком лопатки и головкой плечевой кости, за счет чего увеличивается акромиально-плечевой интервал, головка плечевой кости приобретает устойчивую точку опоры при движениях. При этом утраченная функция мышц вращательной манжеты переключается на неповрежденные мышцы, прежде всего на дельтовидную мышцу [25, 26]. Баллон InSpace заполняется физиологическим раствором и состоит из полимера, который расщепляется в течение 1 года. Хирургическое лечение с использованием баллона InSpace рекомендовалось в первую очередь для пациентов с массивным разрывом сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава без признаков его артропатии, с сохраненным объемом пассивных движений и неповрежденной подлопаточной мышцей [26]. Средний срок эффективности данного имплантата составляет 6–12 месяцев, а затем происходит его деструкция [27].

Методика артроскопической имплантации биоразлагаемого субакромиального спейсера является малоинвазивным вмешательством при лечении пациентов с массивными разрывами вращательной манжеты плеча. Также возможно выполнение вмешательства под местной анестезией под контролем ЭОП. Данная методика приводит к уменьшению болевого синдрома и улучшению функции плечевого сустава. Однако эта процедура в основном подходит только пожилым пациентам с малой физической активностью, так как не устраняет первопричину – разрыв сухожилий вращательной манжеты.

#### **Биологическая туберопластика (пластика большого бугорка плечевой кости)**

Очередным способом оперативного лечения невосстановимых массивных разрывов сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава является биологическая туберопластика [28]. Суть данной методики заключается в покрытии трансплантатом из дермального бесклеточного матрикса большого бугорка плечевой кости в месте естественного прикрепления сухожилий вращательной манжеты на головке плечевой кости.

R. Mirzayan при послеоперационном наблюдении пациентов обратил внимание на сохранение функции плечевого сустава и отсутствие болевого синдрома после выполненной реконструкции верхней капсулы плечевого сустава при несостоятельности трансплантата. Функция плечевого сустава сохранялась только в том случае, когда повреждение трансплантата происходило со стороны суставного отростка лопатки, а большой бугорок плече-

вой кости оставался покрытым трансплантатом. Трансплантат, оставшийся на большом бугорке плечевой кости, действует как биологическая ткань и предотвращает контакт кости с костью между бугорком и акромиальным отростком лопатки. Данный эффект R. Mirzayan et al. назвали эффектом биологической туберопластики [29]. Покрытие большого бугорка трансплантатом позволяет предотвратить верхнюю трансляцию головки плечевой кости при движениях, создавая постоянный «спейсер-эффект», происходит центрация головки плечевой кости в суставной впадине лопатки, что обеспечивает нормальную биомеханику сустава.

Преимуществами данной методики являются малая травматичность вмешательства, а также короткий восстановительный период, что позволяет в ранних сроках избавиться от болевого синдрома и восстановить функцию плечевого сустава.

#### **Пластика акромиального отростка лопатки (Bursal Acromial Reconstruction)**

Также известен такой способ оперативно-го лечения невосстановимых массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава, как пластика акромиального отростка лопатки. Это способ, при котором происходит фиксация трансплантата из бесклеточного дермального матрикса на суставную поверхность акромиального отростка лопатки [30]. Предложен M. Ravenscroft, впервые применен в 2017 году.

Как и в случае биологической туберопластики, M. Ravenscroft обратил внимание на сохранение функции плечевого сустава и отсутствие болевого синдрома при отрывах трансплантатов от суставного отростка лопатки после выполненной реконструкции верхней капсулы плечевого сустава. Он предложил использовать трансплантат из бесклеточного дермального матрикса для покрытия суставной поверхности акромиального отростка лопатки, тем самым создавая «спейсер-эффект» в субакромиальном пространстве. Это, так же как и при биологической туберопластике, позволяет предотвратить верхнюю трансляцию головки во время движений при напряжении дельтовидной мышцы, сохраняя взаимоотношение суставных поверхностей плечевого сустава.

К преимуществам данной методики можно отнести малую травматичность вмешательства, отсутствие большого количества расходных материалов, а также короткий восстановительный период.

#### **Сухожильно-мышечные трансферы**

Если хирургические вмешательства, обеспечивающие «спейсер-эффект», дают стати-

ческую стабилизацию, то в качестве динамической стабилизации с целью восстановления биомеханики плечевого сустава используют сухожильно-мышечные трансферы. Основным принципом данных методик является создание условий для нормальной механики плечевого сустава за счет подключения в двигательный процесс других неповрежденных мышц области плечевого сустава, не относящихся к вращательной манжете плечевого сустава. С 1980 года до настоящего времени было предложено использовать транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины, большой круглой мышцы, нижней части трапециевидной мышцы и дельтовидной мышцы [31].

В литературе приводится пять основных правил успешного выполнения мышечно-сухожильных трансферов. Транспонируемая мышца должна: иметь тот же вектор силы, что и заменяемая мышца; иметь то же натяжение; иметь ту же экскурсию; заменять только одну функцию; иметь нормальную мышечную силу [32]. Анатомически и биомеханически широчайшая мышца спины отвечает всем необходимым требованиям для проведения успешной мышечной транспозиции [32].

С. Gerber в 1988 году впервые применил и описал технику транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины у пациентов с невосстановимыми задневерхними разрывами вращательной манжеты плечевого сустава как способ восстановления нарушенной активной наружной ротации плеча [33]. Е. Gervasi в 2003 году предложил артроскопически ассистированную технику транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины с целью снижения хирургической травматизации дельтовидной мышцы и снижения вероятности повреждения нервно-сосудистых структур [34]. Факторы, способствующие наилучшему исходу после трансфера сухожилия широчайшей мышцы спины: неповрежденное либо потенциально восстанавливаемое сухожилие подлопаточной мышцы, сохраненные пассивные движения в плечевом суставе, отсутствие дисфункции дельтовидной мышцы, отсутствие признаков выраженного остеоартроза [35].

С. Ю. Доколин и соавт. предложили способ артроскопически ассистированной транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины. Особенностью методики является установка дополнительного супрапекторального артроскопического порта, что необходимо для отсечения сухожилия у гребня плечевой кости. Также производится дополнительная аугментация сухожилия широчайшей мышцы спины аллотрансплантатом из подвздошно-большеберцового тракта. Сформированный

аутоотрансплантат проводят между дельтовидной и малой круглой мышцами и фиксируют на головке плечевой кости при помощи якорных фиксаторов. Данный способ уменьшает риски повреждения нервно-сосудистого пучка, снижает вероятность послеоперационных разрывов трансплантата [36].

Таким образом, сухожильно-мышечные трансферы являются операциями выбора при невосстановимых разрывах сухожилий вращательной манжеты у молодых физически активных пациентов без признаков остеоартроза плечевого сустава для восстановления механики сустава. Однако при таких операциях сохраняется риск повреждения нервно-сосудистых структур, а также вероятность формирования повторных разрывов.

### **Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава**

Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава считается окончательным и в то же время самым радикальным способом хирургического вмешательства при невосстановимых разрывах сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава [37, 38, 39, 40]. При невосстановимом разрыве сухожилий вращательной манжеты, сопровождающемся разрушением костно-хрящевой основы плечевого сустава на фоне артропатии, органосохраняющие операции, направленные на восстановление нормальной механики сустава, оказываются слабоэффективными.

Однако при хороших краткосрочных результатах после выполнения реверсивного эндопротезирования плечевого сустава в средне- и долгосрочном периоде происходит значительное ухудшение клинико-функциональных результатов [41, 42, 43, 44]. Частота осложнений после ревизионного эндопротезирования дается в широком диапазоне – от 13,9 до 39 %, с частотой ревизионных вмешательств от 8,3 до 9 %. Наиболее частыми осложнениями после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава являются: парапротезная инфекция, нестабильность компонентов эндопротеза, перипротезные переломы, лопаточный нотчинг-синдром. А ревизионные вмешательства сопряжены со значительными техническими трудностями [37, 38, 45]. Исходя из этого, ревизионное эндопротезирование плечевого сустава нецелесообразно проводить молодым физически активным пациентам.

### **Заключение**

Анализ изученной литературы показал, что на сегодняшний день отсутствует общепризнанная оптимальная хирургическая тактика лечения массивных невосстановимых разрывов сухожилий вращательной манжеты. Пре-

доставленные способы хирургического лечения обладают преимуществами и недостатками, рациональный выбор варианта хирургического вмешательства до настоящего времени является сложной нерешенной проблемой. При этом не существует четких алгорит-

мов выбора той или иной хирургической тактики. Исходя из этого, проблема дальнейшего совершенствования лечения таких пациентов остается актуальной, требуется разработка новых органосохраняющих хирургических технологий.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. *Imaging of Rotator Cuff Tears: Correlation with Arthroscopy* / G. Sharma et al. // *J. of Clinical and Diagnostic Research*. 2017. Vol. 11, № 5. TC24-TC27. DOI 10.7860/JCDR/2017/27714.9911
2. Burkhart S. S., Lo I., Brady P. *A cowboy's guide to advanced shoulder arthroscopy*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. 316 p.
3. *The Subacromial Balloon Spacer Versus Capsular Reconstruction in the Treatment of Irreparable Rotator Cuff Tears: A Biomechanical Assessment* / S. Singh et al. DOI 10.1016/j.arthro.2018.09.016 // *Arthroscopy*. 2019. Vol. 35, № 2. P. 382–389.
4. Gerber C., Fuchs B., Hodler J. *The results of repair of massive tears of the rotator cuff* // *The J. of bone and joint surgery. Amer. vol.* 2000. Vol. 82, № 4. P. 505–515. DOI 10.2106/0004623-200004000-00006
5. Burkhart S. S., Esch J. C., Jolson R. S. *The rotator crescent and rotator cable: an anatomic description of the shoulder's «suspension bridge»* // *Arthroscopy*. 1993. Vol. 9, № 6. P. 611–616. DOI 10.1016/s0749-8063(05)80496-7
6. *Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome* / J. N. Gladstone et al. // *Amer. J. of Sports Medicine*. 2007. Vol. 35, № 5. P. 719–728. DOI 10.1177/0363546506297539
7. Burkhart S. S. *Reconciling the paradox of rotator cuff repair versus debridement: a unified biomechanical rationale for the treatment of rotator cuff tears* // *Arthroscopy*. 1994. Vol. 10, № 1. P. 4–19. DOI 10.1016/s0749-8063(05)80288-9
8. Burkhart S. S., Nottage W. M., Ogilvie-Harris D. J. *Partial repair of irreparable rotator cuff tears* // *Arthroscopy*. 1994. Vol. 10, № 4. P. 363–370. DOI 10.1016/s0749-8063(05)80186-0
9. *Translation of the humeral head scale is associated with success of rotator cuff repair for large-massive tears* / N. Taniguchi et al. // *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2017. Vol. 18, № 1. P. 511. DOI 10.1186/s12891-017-1874-9
10. *A new scale measuring translation of the humeral head as a prognostic factor for the treatment of large and massive rotator cuff tears* / N. Taniguchi et al. // *J. of Shoulder and Elbow Surgery*. 2018. Vol. 27, № 2. P. 196–203. DOI 10.1016/j.jse.2017.08.026
11. *Biceps Detachment Preserves Joint Function in a Chronic Massive Rotator Cuff Tear Rat Model: Response* / M. Chen et al. // *The Amer. J. of Sports Medicine*. 2019. Vol. 47, № 5. P. NP34–NP35. DOI 10.1177/0363546519835820
12. *Arthroscopic partial repair for massive rotator cuff tears: does it work? A systematic review* / M.-A. Malahias et al. // *Sports Medicine – Open*. 2019. Vol. 5, № 1. P. 13. DOI 10.1186/s40798-019-0186-z
13. Kucirek N. K., Hung N. J., Wong S. E. *Treatment options for massive irreparable rotator cuff tears* // *Current Rev. in Musculoskeletal Medicine*. 2021. Vol. 14, № 5. P. 304–315. DOI 10.1007/s12178-021-09714-7
14. Metcalf M. H., Savoie III F. H., Kellum B. *Surgical technique for xenograft (SIS) augmentation of rotator-cuff repairs* // *Operative Techniques in Orthopaedics*. 2002. Vol. 12. P. 204–208. URL: <https://doi.org/10.1053/otor.2002.36298> (accessed: 15.03.2024).
15. Burkhead W. Z. Jr., Schiffert S. C., Krishnan S. G. *Use of Graft-Jacket as an augmentation for massive rotator cuff tears* // *Seminars in Arthroplasty*. 2007. Vol. 18. P. 11–18. URL: <https://doi.org/10.1053/j.sart.2006.11.017> (accessed: 24.05.2024).
16. *Arthroscopic replacement of massive, irreparable rotator cuff tears using a GraftJacket allograft: Technique and preliminary results* / J. L. Bond et al. // *Arthroscopy*. 2008. Vol. 24, № 4. P. 403–409.e1. DOI 10.1016/j.arthro.2007.07.033
17. Neri B. R., Chan K. W., Kwon Y. W. *Management of massive and irreparable rotator cuff tears* // *J. of shoulder and elbow surgery*. 2009. Vol. 18, № 5. P. 808–818. DOI 10.1016/j.jse.2009.03.013
18. *Partial repair of irreparable rotator cuff tears* / S. S. Burkhart et al. // *Arthroscopy*. 1994. Vol. 10, № 4. P. 363–370. DOI 10.1016/s0749-8063(05)80186-0
19. *Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears* / T. Mihata et al. // *Arthroscopy*. 2013. Vol. 29, № 3. P. 459–470. DOI 10.1016/j.arthro.2012.10.022
20. *A biomechanical cadaveric study comparing superior capsule reconstruction using fascia lata allograft with human dermal allograft for irreparable rotator cuff tear* / T. Mihata et al. // *J. of shoulder and elbow surgery*. 2017. Vol. 26, № 12. P. 2158–2166. DOI 10.1016/j.jse.2017.07.019
21. *Arthroscopic in situ superior capsular reconstruction using the long head of the biceps tendon* / Y. S. Kim et al. // *Arthroscopy Techniques*. 2018. Vol. 7, № 2. e97-e103. DOI 10.1016/j.eats.2017.08.058
22. Патент № 2750842 Российская Федерация, МПК А61В 17/56 (2006.01). Способ частичной реконструкции невосстановимого повреждения сухожилия надостной мышцы трансфером сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча № 2021101206 : заявл. 21.01.2021 : опубл. 05.07.2021 / Ветошкин А. А. 20 с.: ил.
- Patent No. 2750842 Russian Federation, MPC A61B 17/56 (2006.01). A method of partial reconstruction of the irresponsible damage to the tendon muscle with a tendon with a long head of the two-headed muscle of the shoulder. No. 2021101206: declared. 01/21/2021: publ. 07/05/2021 / Vetoshkin AA. (In Russ.).
23. Mozes G., Maman G., Parnes N. *Repair of massive rotator cuff tears reinforced by Restore Orthobiologic soft tissue implant. Preliminary study* // *The J. of Bone and Joint Surgery*. 2006. Vol. 88-B, suppl. 2. P. 344–345.
24. Kilinc A. S., Ebrahimzadeh M. H., Lafosse L. *Subacromial internal spacer for rotator cuff tendon repair: “the balloon technique”* // *Arthroscopy*. 2009. Vol. 25, № 8. P. 921–924. DOI 10.1016/j.arthro.2009.02.017
25. Wright M. A., Abboud J. A., Murthi A. M. *Subacromial Balloon Spacer Implantation* // *Current Rev. in Musculoskeletal Medicine*. 2020. Vol. 13, № 5. P. 584–591. DOI 10.1007/s12178-020-09661-9
26. Опыт применения субакромиального баллона в лечении пациентов с большими, массивными невосстанавливаемыми повреждениями вращательной манжеты плеча / М. Ф. Лазко и др. DOI 10.4103/1110-1148.154097 // *Клин. практика*. 2020. Т. 11, № 4. С. 14–21.
- The experience of using a subacromial cylinder in the treatment of patients with large, massive non-reversible damage to the rotational cuff of the shoulder*. Lazko MF et al. DOI 10.4103/1110-1148.154097. *Klinicheskaya Praktika*. 2020;11(4):14–21. (In Russ.).

27. Arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears: Complete repair with aggressive release compared with partial repair alone at a minimum follow-up of 5 years / J. Y. Jeong et al. DOI 10.2106/JBJS.19.01014 // *The J. of Bone and Joint Surgery*. 2020. Vol. 102, № 14. P. 1248–1254.
28. Mirzayan R., Bouz G. Biologic TuberoPlasty With an Acellular Dermal Allograft for Massive Rotator Cuff Tears // *Arthroscopy Techniques*. 2021. Vol. 10, iss. 7. e1743–e1749. DOI 10.1016/j.eats.2021.03.016
29. Failed dermal allograft procedures for irreparable rotator cuff tears can still improve pain and function: the «biologic tuberoPlasty effect» / R. Mirzayan et al. DOI 10.1177/2325967119863432 // *Orthopaedic J. of Sports Medicine*. 2019. Vol. 7, № 8. 2325967119863432.
30. Bursal acromioclavicular reconstruction (BAR) using an acellular dermal allograft for massive, irreparable posterosuperior rotator cuff tears: a dynamic biomechanical investigation / D. P. Berthold et al. DOI 10.1016/j.arthro.2021.07.021 // *Arthroscopy*. 2022. Vol. 38, № 2. P. 297–306.e2.
31. History of rotator cuff surgery / P. Randelli, et al. DOI 10.1007/s00167-014-3445-z // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015. Vol. 23, № 2. P. 344–362.
32. Kany J. Tendon transfers in rotator-cuff surgery // *Orthopaedics & Traumatology Surgery & Research*. 2020. Vol. 106 (1S). P. S43–S51. DOI 10.1016/j.otsr.2019.05.023
33. Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff. A preliminary report / C. Gerber et al. // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1988. № 232. P. 51–61.
34. Fluoroscopy-guided biodegradable spacer implantation using local anesthesia: safety and efficacy study in patients with massive rotator cuff tear / E. Gervasi et al. DOI 10.1007/s12306-016-0433-0 // *J. of Musculoskeletal Research*. 2016. Vol. 100 (Suppl. 1). P. 19–24.
35. Артроскопически ассистированный трансфер сухожилия широчайшей мышцы спины в положении lateral decubitus – вариант безопасной и воспроизводимой хирургической техники / С. Ю. Доколин и др. DOI 10.17238/issn2226-2016.2020.1.50-58 // *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2020. Т. 39, № 1. С. 50–58.
- The arthroscopically assisted tendon transfer of the broadest muscle in the back in the position of the Latral Decubitus is a variant of safe and reproduced surgical technology.* Dokolin SYu et al. DOI 10.17238 / ISSN2226-2016.2020.1.50-58 // *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020;39(1): 50–58. (In Russ.).
36. Патент № 2729020 Российская Федерация, МПК А61В 17/00(2006.01), А61В 17/56 (2006.01). Способ хирургического лечения массивных невосстановимых разрывов вращательной манжеты плечевого сустава с использованием артроскопически ассистированной техники транспозиции широчайшей мышцы спины : № 2020102444 : заявл. 21.01.2020 : опубл. 03.08.2020 / Доколин С. Ю., Найдя Д. А., Кочий А. Ю., Кузьмина В. И., Марченко И. В. 20 с. : фотоил.
- Patent No. 2729020 Russian Federation, MPC A61B 17/00 (2006.01), A61B 17/56 (2006.01). A method of surgical treatment of massive non - contrast ruptures of the rotational cuff of the shoulder joint using arthroscopically assisting the transposition of the broadest back muscle: No. 2020102444: declared. 01/21/2020: publ. 08/03/2020/ Dokolin SYu, Nayda DA, Kochish AYu, Kuzmina VI, Marchenko IV. (In Russ.).
37. Перетяка А. П., Майков С. В. Результаты применения реверсивного эндопротеза при первичном и ревизионном эндопротезировании плечевого сустава // *Травматология и ортопедия России*. 2012. № 4. С. 93–98.
- Peretyaka AP, Maikov SV. The results of the use of reverse endoprosthesis in the primary and revision endoprosthetics of the shoulder joint. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2012;4:93–98. (In Russ.).
38. Чирков Н. Н., Каминский А. В., Поздняков А. В. Среднесрочные функциональные исходы тотального эндопротезирования плечевого сустава с использованием реверсивного эндопротеза // *Соврем. проблемы науки и образования*. 2014. № 3. С. 486.
- Chirkov NN, Kaminsky AV, Pozdnyakov AV. Medium-term functional outcomes of the total endoprosthetics of the shoulder joint using reverse endoprosthesis. *Modern Problems of science and education*. 2014;3:486. (In Russ.).
39. Long-term results of reverse total shoulder arthroplasty for rotator cuff dysfunction: a systematic review of longitudinal outcomes / L. Ernstbrunner et al. DOI 10.1016/j.jse.2018.10.005 // *J. of Shoulder and Elbow Surgery*. 2019. Vol. 28, № 4. P. 774–781.
40. Consequences of scapular anatomy for reversed total shoulder arthroplasty / B. Middernacht et al. DOI 10.1007/s11999-008-0187-6 // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2008. Vol. 466, № 6. P. 1410–1418.
41. Shoulder arthroplasty volume standards: the more the better? / B. W. Kooistra et al. DOI 10.1007/s00402-018-3033-7 // *Arch. of orthopaedic and trauma surgery*. 2019. Vol. 139, № 1. P. 15–23.
42. Papadonikolakis A., Neradilek M. B., Matsen 3rd F. A. Failure of the glenoid component in anatomic total shoulder arthroplasty: a systematic review of the English-language literature between 2006 and 2012. // *The J. of bone and joint surgery. Amer. vol.* 2013. Vol. 95, № 24. P. 2205–2212. DOI 10.2106/JBJS.L.00552
43. Total shoulder arthroplasty, an overview, indicatins and prosthetic options / M. Wicha et al. // *Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland : 1960)*. 2020. Vol. 73, № 9 (cz. 1). P. 1870–1873. DOI 10.36740/WLek202009112
44. Glenoid failure after total shoulder arthroplasty with cemented all-polyethylene versus metal-backed implants: a systematic review protocol / R. A. Zan et al. DOI 10.1136/bmjopen-2020-043449 // *Archive of "BMJ Open"*. 2020. Vol. 10, № 12. e043449.
45. Nové-Josserand L., Clavert P. Glenoid exposure in total shoulder arthroplasty // *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*. 2018. Vol. 104, № 1S. P. S129–S135. DOI 10.1016/j.otsr.2017.10.008