

# Возможности хирургического лечения массивных, невосстанавливаемых повреждений вращательной манжеты плеча

А.С. Петросян<sup>1</sup>, К.А. Егiazарян<sup>2</sup>, А.О. Тутуров<sup>3</sup>, Г.А. Айрапетов<sup>4,5</sup>, Д.С. Ершов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственная клиническая больница № 17, Москва

<sup>2</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва

<sup>3</sup>Государственная клиническая больница им. С.С. Юдина, Москва

<sup>4</sup>Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии

<sup>5</sup>Санкт-Петербургский государственный университет

## The possibilities for surgical treatment of massive, irreparable rotator cuff tears

A. Petrosyan<sup>1</sup>, K. Egiazaryan<sup>2</sup>, A. Tuturov<sup>3</sup>,  
G. Airapetov<sup>4,5</sup>, D. Ershov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Clinical Hospital N 17, Moscow

<sup>2</sup>Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow

<sup>3</sup>State Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Moscow

<sup>4</sup>St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology

<sup>5</sup>St. Petersburg State University

© Коллектив авторов, 2024 г.

### Резюме

**Введение.** Хирургическое восстановление повреждений вращательной манжеты плеча является одним из самых частых вмешательств на плечевом суставе. Несмотря на совершенствование хирургических методик, массивные и невосстановимые разрывы, а также повторные повреждения до сих пор представляют сложную задачу. Многие авторы говорят о необходимости применения суставсберегающих технологий, в том числе минимально инвазивных вмешательств с применением артроскопической техники. К таким методам можно отнести сухожильно-мышечную транспозицию, реконструкцию верхней капсулы, имплантацию трансплантатов-аугментов и субакромиального баллонного спейсера. **Цель исследования:** изучить и выявить наиболее перспективные методы

хирургического лечения массивных, невосстановимых повреждений вращательной манжеты плечевого сустава. **Материалы и методы.** Проанализированы и представлены основные исследования в области хирургии невосстанавливаемых разрывов вращательной манжеты плечевого сустава, опубликованные с 1993 по 2024 г., с целью оценки эффективности применяемых методик и их недостатков. Использовались материалы баз данных Google Scholar, PubMed, Science Direct, РИНЦ. Результаты анализа распределены по основным видам хирургических методик. **Результаты и выводы.** Анализ литературы показал, что сегодня нет «золотого стандарта» лечения таких пациентов. На наш взгляд, наиболее актуальной является интеграция известных методик, используемых для хирургии невосстанавливаемых разрывов вращательной манжеты плеча. Симультантное применение разных способов

позволит минимизировать недостатки. Особый акцент исследователи делают на применении субакромиального баллонного спейсера как демпфера при шве вращательной манжеты или сухожильно-мышечных транспозициях.

**Ключевые слова:** вращательная манжета, реконструкция, спейсер, невосстанавливаемый разрыв

## Summary

**Introduction.** Surgical repair of rotator cuff injuries is one of the most common procedures performed on the shoulder joint. Reconstruction of massive and irreparable ruptures and re-damage is still a challenging task. Many authors talk about the need to use joint-saving technologies, including minimally invasive interventions using arthroscopic techniques. Tendon-muscular transposition, reconstruction of the superior capsule, implantation of graft-augments and

subacromial balloon spacer are discussed. **Purpose of the study.** We plan to study and identify the most promising methods of surgical treatment of massive, irreparable injuries of the rotator cuff. **Materials and methods.** Surgical outcomes for unreparable rotator cuff tears published from 1993 to 2023 were reviewed. Materials from the GoogleScholar, PubMed, ScienceDirect, RSCI databases were used. The results of the analysis are distributed according to the main types of surgical techniques. **Results.** In our opinion, the most relevant is the integration of known techniques in the surgery of irreparable rotator cuff tears. The combined use of different methods will eliminate the disadvantages. Researchers believe that the use of a subacromial balloon spacer is a damper for rotator cuff sutures or tendon-muscular transpositions.

**Keywords:** rotator cuff, reconstruction, spacer, irreparable tear

## Введение

Хирургическое восстановление повреждений вращательной манжеты плеча (ВМП) является одним из самых частых вмешательств на плечевом суставе (ПС) [1]. Несмотря на совершенствование хирургических методик, массивные и невосстановимые разрывы ВМП, а также повторные повреждения до сих пор представляют сложную задачу. Сообщается, что частота неудач при шве задневерхней части ВМП колеблется от 21 до 91% [2–4]. При этом примерно 40% из них приходится на невосстановимые повреждения, которые определяют как разрывы на протяжении более 3 см со значительной ретракцией и развитием жировой инфильтрации сухожилий (Goutallier grade 3 и более), уменьшением акромиально-плечевого интервала более 6 мм, с вовлечением более двух сухожилий [5].

Причинами отсутствия положительного результата от операции являются пожилой возраст [5], большой размер разрыва, выраженная мышечная атрофия и жировая инфильтрация [6, 7], массивная ретракция сухожилия [7, 8], высокий критический угол плеча [9], снижение акромиально-плечевого интервала [9], высокое натяжение сухожилия после восстановления и неадекватная послеоперационная реабилитация [7].

При отсутствии своевременного хирургического лечения при невосстановимых разрывах ВМП наблюдается хронизация процесса, которая приводит к ретракции сухожилий, атрофии мышц плеча с последующим смещением головки плечевой кости относительно гленоида с формированием нестабильности, ухудшению биомеханики и, в конечном итоге, к артропатии сустава [2]. С целью снижения болевого синдрома и улучшения функции применяются различные консервативные и хи-

рургические методики, начиная от медикаментозной поддержки и артроскопического дебрідмента и заканчивая различными вариантами артропластики и эндопротезирования [10]. Малоподвижным пациентам с артропатией плеча из-за невосстанавливаемого разрыва ВМП показано реверсивное эндопротезирование ПС, что позволяет добиться приемлемого функционального результата за счет нормализации вектора движения головки плечевой кости (ГПК), активизации функции дельтовидной мышцы и снижения болевого синдрома. Однако осложнения после эндопротезирования, как сообщается, наблюдаются в 20–50% случаев [11]: имеются данные о малых сроках службы имплантов, высокой частоте ревизионных вмешательств (10–33%). P. Voileau и соавт. сообщают, что риск осложнений увеличивается с каждой последующей операцией [12].

Таким образом, сегодня многие авторы говорят о необходимости применения суставсберегающих технологий, в том числе минимально инвазивных вмешательств с применением артроскопической техники. К таким методам можно отнести сухожильно-мышечную транспозицию, реконструкцию верхней капсулы, имплантацию трансплантатов-аугментов и субакромиального баллонного спейсера [13].

## Артроскопический дебрідмент

Артроскопический дебрідмент является вариантом «паллиативной» помощи пациентам с невосстановимыми разрывами ВМП. Методика впервые была представлена С.А. Rockwood и соавт. [14] в 1995 г. При исследовании 50 пациентов с такой патологией у 83% наблюдалось уменьшение боли и расширение диапазона движений при среднем наблюдении 6,5 лет

после операции. В частности, средний объем активно-го сгибания плеча увеличился с  $105^\circ$  до операции до  $140^\circ$  после операции.

Этот вид хирургического вмешательства включает санацию сухожилия путем удаления рубцовых и нестабильных тканей, которые могут ущемляться между ГПК, гленоидом и акромионом во время движений. Как дополнительные опции по показаниям возможны субакромиальная бурсэктомия, акромиопластика, субакромиальная декомпрессия и тенотомия или тенодез сухожилия длинной головки бицепса. Также описана методика туберопластики, впервые предложенная посредством открытого вмешательства в 2002 г. J.M. Fenlin и соавт. [15]. Суть методики заключается в создании плавного, конгруэнтного перехода акромиально-плечевого сочленения путем удаления экзостозов на ГПК и изменения формы большого бугорка. Во время процедуры клювовидно-акромиальная связка сохраняется, а акромиопластика не проводится. Такие операции позволяют обеспечить снижение болевого синдрома, улучшить объем движений за счет устранения источников механического раздражения как причины воспаления пораженного ПС. Чаще всего этот вид вмешательства проводится пациентам с невосстанавливаемыми разрывами ВМП при неэффективности консервативного лечения, при II стадии омартроза и тяжелых сопутствующих заболеваниях, препятствующих адекватной послеоперационной реабилитации [16].

### Частичное восстановление вращательной манжеты плеча

Более функционально выгодной процедурой при невосстанавливаемых разрывах ВМП представляется частичное восстановление манжеты, основанное на концепции «подвесной мост» (suspension bridge), описанной в 1993 г. S.S. Burkhart и соавт. [17]. Авторы высказали мнение, что анатомически ротаторная манжета имеет «тросовую» систему армирования, способную выдерживать нагрузку против вектора движения, и что разрывы в относительно защищенной от перегрузок области могут быть биомеханически стабильными и не оказывать влияния на кинематику движений (рис. 1). Эта концепция объясняет, почему не все пациенты с невосстанавливаемыми разрывами ВМП могут иметь жалобы. Концепция «подвесного моста» доказывает преимущества методики частичной реконструкции поврежденной ВМП за счет уравнивания сил тяги, а именно восстановление силового баланса переднего и заднего отделов ВМП [18]. Впервые эта операция была описана в 1994 г. той же группой исследователей. Этот метод включал восстановление как можно большей части ротаторной манжеты, а именно нижней части, путем рефиксации подостной и подлопаточной мышц к их анатомическим местам

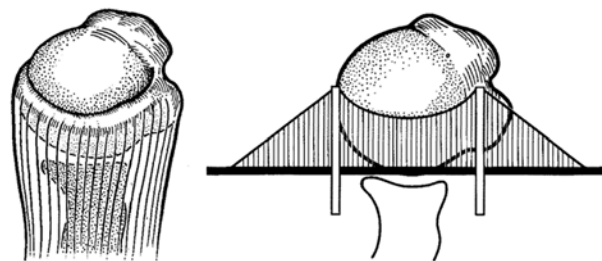


Рис. 1. Схематическое изображение концепции «подвесной мост» (suspension bridge) [18]

прикрепления, оставляя надостную мышцу интактной. Это увеличивает силу вектора тяги дельтовидной мышцы и невосстановленного сухожилия ВМП для обеспечения более эффективного отведения руки.

Это вмешательство обычно показано молодым пациентам с невосстанавливаемыми повреждениями надостной и потенциально реконструируемыми подостной и подлопаточной мышцами, у которых имеются минимальные проявления остеоартрита плечевого сустава [19, 20]. Результаты подобных вмешательств позволяют увеличить амплитуду отведения руки в среднем с  $59,6^\circ$  до  $150,4^\circ$ .

M.S. Shon и соавт. отметили, что около половины пациентов в исследовании не были удовлетворены своими результатами, которые к тому же со временем ухудшались. Исследователи, проанализировав множество факторов, пришли к выводам, что предоперационная жировая инфильтрация малой грудной мышцы была единственным маркером, который коррелировал с плохими конечными результатами и неудовлетворенностью пациентов после артроскопического частичного восстановления ВМП [21].

### Реконструкция верхней капсулы

Верхняя капсула ПС расположена на нижней поверхности сухожилий надостной и подостной мышц и в совокупности с ротаторной манжетой способствует проксимальной стабилизации сустава. При невосстановимых разрывах ВМП, как правило, страдает этот компонент тоже.

Реконструкция верхнего отдела суставной капсулы впервые описана Т. Mihata и соавт. [22]. Оперативное вмешательство заключается в формировании препятствия для миграции ГПК проксимально. Это достигается ушиванием аутоотрансплантата широкой фасции толщиной 6–8 мм, сложенного на размер в 2–3 раза превышающий дефект, медиально к верхней части гленоида, латерально к большому бугорку плечевой кости с дополнительной фиксацией трансплантата к подостной мышце сзади и к подлопаточной спереди. Показания к этой методике включают неэффективность консервативного лечения, отсутствие тяжелых степеней

остеоартрита плечевого сустава, верхнее смещение ГПК и дисфункцию ПС [23].

В настоящий момент нет данных об отдаленных результатах применения аллотрансплантата или аутоотрансплантата для реконструкции верхней части капсулы сустава. Кроме того, спорным является вопрос о том, снижается ли нагрузка на ВМП за счет натяжения трансплантата или же от эффекта заполнения дефекта. Реконструкция верхней капсулы позволяет получить удовлетворительные клинические и рентгенологические результаты через 2 года после операции. Из-за небольшого количества доступных рандомизированных когортных исследований точные показания определить сложно, как и оценить соответствующую эффективность. По-видимому, лучшим показанием к применению этой методики является изолированный невосстановимый разрыв надостной мышцы в случаях неэффективности других методов лечения [24].

### Имплантация трансплантатов-аугментов

В 1985 г. М. Post [25] описал хирургическое устранение дефекта при невосстанавливаемом разрыве ВМП путем аугментации поврежденного сухожилия с целью восстановления его контакта с нативным местом прикрепления из миниинвазивного доступа. В настоящее время такие операции выполняются полностью эндоскопически. За счет точного восстановления точки прикрепления скомпрометированного сухожилия появляется возможность дальнейшей методической активизации мышцы и получения приемлемого функционального результата. Применяют различные виды аугментов из синтетических материалов, аллотрансплантатов и ксенотрансплантатов: ахиллово сухожилие, напрягатель широкой фасции бедра, четырехглавая мышца бедра и собственная связка надколенника в качестве аллотрансплантатов, а сухожилие длинной головки бицепса и широкую фасцию используют в качестве аутоотрансплантатов. Разработаны и в настоящее время активно исследуются новые биоматериалы, такие как полиэстер (дакрон), Gore-Tex, тефлон и углеродные волокна [26]. Среди различных исследований ксенотрансплантат практически не используется из-за значительно более высокой частоты рецидивов и выраженной воспалительной реакции [27]. Показания для выполнения хирургического вмешательства те же, что и при представленных выше методиках.

Другим способом аугментации является ушивание в область дефекта сухожилия длинной головки бицепса. Впервые вмешательство было описано J.S. Neviaser и соавт. [28], которые сообщили о том, что в группе артроскопической аугментации успешное восстановление было подтверждено по магнитно-резонансной томографии в 64% случаев. В исследовании N.S. Cho и соавт. [29] не отмечено разницы при оценке по

The University of California — Los Angeles Shoulder Scale. Однако указано значительное улучшение сгибания, наружной ротации, силы внутренней ротации.

Подведя итоги, можно сказать, что если сухожилие длинной головки бицепса остается интактным при невосстановимом разрыве ВМП, то возможно его аугментацией предотвратить смещение кверху ГПК и обеспечить клиническое улучшение, хотя рецидив может наблюдаться в 35–40% случаев [30].

### Сухожильно-мышечные транспозиции

Сухожильно-мышечные транспозиции являются вариантом радикального хирургического лечения невосстановимых разрывов ВМП, применяемых у молодых пациентов, без плечелопаточного остеоартроза, желающих продолжить занятия спортом. Наиболее часто используются трансферы широчайшей мышцы спины и нижней части трапециевидной мышцы.

Широчайшую мышцу спины можно использовать для воссоздания вектора сил подостной и малой круглой мышц. Во время выполнения операции осуществляют преобразование «внутреннего ротатора плеча в наружный». Это обеспечивает удовлетворительный результат в биомеханическом плане за счет нативной силы внутренней ротации и значительного силового дефицита наружной ротации после травмы. Однако следует отметить, что вектор тяги заднего отдела вращательной манжеты более горизонтальный, чем получаемый при трансфере широчайшей мышцы спины.

J.H. Oh и соавт. [31] провели исследование с целью оценки биомеханических показателей после трансфера широчайшей мышцы спины. Ими было высказано предположение о полноценном восстановлении ротационного диапазона движений и баланса плечевого сустава. Вместе с тем они отметили, что ограниченная экскурсия при 60° отведения может вызвать явление гиперкомпенсации и увеличение контактного давления, что усугубит нормальную биомеханику плеча и приведет к появлению болевого синдрома и в дальнейшем омартроза.

Другие исследовательские группы (M. Aoki и соавт. [32] и C. Gerber и соавт. [33]) также отметили, что перемещение широчайшей мышцы плеча улучшает функциональные показатели плеча, но в 30–40% случаев развивается остеоартрит с соответствующей болевой симптоматикой. Кроме того, была отмечена важность интактности подлопаточной и малой круглой мышц для сохранения баланса передней и задней силовых пар, отсутствие выраженной атрофии и повреждения дельтовидной мышцы, причем диапазон сгибания в ПС при этом должен быть не меньше 90° [34].

Интересен тот факт, что большинство исследователей оценивают состоятельность трансфера с помощью магнитно-резонансной томографии, что является недостаточно информативным. По этому поводу J. Kanu

и соавт. [35] опубликовали исследование, проведенное на 60 пациентах со средним послеоперационным периодом наблюдения 35,2 мес. Всем пациентам имплантированы три металлических маркера при трансфере широчайшей мышцы спины на расстоянии 2, 4 и 6 см от дистального края сухожилия, что позволяло легко диагностировать послеоперационную несостоятельность при помощи рентгенографии. Были выявлены 23 (38,6%) послеоперационных несостоятельности трансфера. В дальнейшем были сформулированы основные принципы этой операции [36], исполнение которых позволит снизить риски неудовлетворительного исхода. Так или иначе, основные критерии, обеспечивающие качество операции, — это проведение эндоскопии, соблюдение правильного вектора трансфера, большая латерализация фиксации для опущения ГПК, аугментация и жесткая фиксация сухожилия. C.S. Checchia и соавт. [37] наблюдали снижение рисков за счет выполнения деликатной поверхностной остеотомии кортикального слоя плечевой кости вместо простой тенотомии, что улучшило прочность дальнейшей фиксации.

Одним из популярных сегодня методов лечения является трансфер нижней части трапециевидной мышцы. Помимо того, что технически этот трансфер считается более простым, чем описанный выше, линия натяжения, как и сила волокон нижней части трапециевидной мышцы, более точно повторяет вектор силы подостной мышцы [38]. Кроме того, результаты перемещения трапециевидной мышцы биомеханически превосходят перемещение широчайшей: такой трансфер обеспечивает больше силы на наружную ротацию, однако дает меньшее сгибание в ПС и меньшую мобильность при достижении точки футпринта на большом бугорке ГПК [39]. Из-за этого трансфер нижней части трапециевидной мышцы требует применения аугментов для организации большей экскурсии. Несмотря на все это, на сегодняшний день нет клинических исследований, явно демонстрирующих превосходство одного варианта трансфера над другим.

Опубликовано очень мало исследований, посвященных изолированному трансферу большой круглой мышцы при невосстановимом разрыве ВМП. Все они выполнялись у пациентов с недостаточностью подостной мышцы. J.F. Henseler и соавт. [40] и P. Mansat и соавт. [41] получили приемлемые результаты, показывающие улучшение функций ПС, улучшение наружного лопаточного смещения, а также большей сопоставимости с вектором подостной мышцы, чего не наблюдалось при перемещении широчайшей мышцы спины.

Немного чаще выполняется трансфер большой грудной мышцы, поскольку при невосстанавливаемом разрыве ВМП он имеет достаточно много противопоказаний [42]. H. Resch и соавт. [43] сообщили, что снижение болей и улучшение объема движений наблюдались в среднем через 28 мес после операции у 12 пациентов. Однако I. Gavriliadis и соавт. [44] не отметили увеличения

диапазона движений у 15 пациентов за 37 мес наблюдений, транспозированная большая грудная мышца была интактна у 70% из них и разорвана в 15%.

## Субакромиальный баллонный спейсер

Во многом интегрирующей представленный метод является баллонная спейсерная артропластика — впервые описана Savarese и Romeo в 2012 г. Для предотвращения миграции кверху ГПК под артроскопическим контролем субакромиально размещается биоразлагаемый баллонный спейсер, изготовленный из сополимерного вещества L-lactide-co-ε-caprolactone [45]. В послеоперационном периоде пациент направляется на реабилитационное лечение, а баллон растворяется в течение 12–18 мес. Предполагается, что это восстанавливает биомеханику плеча за счет формирования рубцовой ткани и выстраивания нового внутрисуставного баланса. Благодаря этому обеспечивается плавное скольжение суставных поверхностей, а также функция дельтовидной мышцы. Предложенная методика позволяет исключить верхнюю миграцию ГПК, улучшить биомеханику плеча, а также проводить оперативную работу над другими компонентами ВМП.

Несмотря на перспективность методики, за прошедшее десятилетие не сформировалось единого мнения на пользу применения субакромиального баллонного спейсера, а также расширение его возможностей. Эта методика имеет огромный потенциал, который следует изучать под другим углом зрения [46]. Для этого запланировано крупное исследование и разработана методология адаптивного клинического испытания, мотивированного тестированием субакромиального баллонного спейсера при невосстановимом разрыве ВМП. Результаты этого исследования следует ожидать в ближайшие годы [47].

## Обсуждение результатов

Как и все методы лечения, хирургическое восстановление невосстанавливаемых разрывов ВМП имеет свои преимущества и недостатки. Можно предположить, что оперативное лечение позволяет добиться снижения болевого синдрома, улучшения функциональности плеча, но часто является переходным вариантом к эндопротезированию ПС ввиду дальнейшего прогрессирования симптоматики. Таким образом, в хирургии ПС сложно выбрать подходящую хирургическую технику для пациентов с невосстановимым разрывом ВМП, которые слишком молоды для эндопротезирования ПС.

Перспективным является трансфер широчайшей мышцы спины. Его корректное применение обеспечивает удовлетворительные функциональные результаты и возможность успешного применения, в первую очередь, у относительно молодых пациентов.

Несмотря на это, методика имеет риски осложнений, самым частым из которых является дисфункция перенесенной мышцы из-за разрыва в месте фиксации или потери тонуса. Кроме того, сложно анализировать механизм будущего движения перенесенного сухожилия: важно его укрепление при помощи упражнений или за счет эффекта тенодеза, а также неясны причины неудачи. Нет до сих пор однозначных рекомендаций по выбору верной позиции и фиксации перенесенного сухожилия (передняя или задняя часть бугристой). Однако причиной плохих результатов во многих случаях, все вероятнее, является недостаточность адекватной фиксации. Электромиографические исследования подтверждают электрическую активность перенесенной широчайшей мышцы, но ее влияние на восстановление активной наружной ротации вариabельно и противоречиво. В основном результаты показывают, что перенесенное сухожилие компенсирует несостоятельность малой круглой мышцы. Кроме того, со временем происходит прогрессирование омартроза, а также верхняя миграция ГПК [48].

Таким образом, первостепенно важным для успешного проведения операции является корректный подбор метода хирургического лечения у конкретного пациента. Как было указано выше, кроме несостоятельности подлопаточной и дельтовидной мышц, причинами отсутствия положительного результата могут быть высокий критический угол плеча (угол между линией, соединяющей верхний и нижний костные края гленоида и самый латеральный край акромиона), снижение акромиально-плечевого интервала, угол инклинации гленоида (из 90° вычсть значение угла «В», образованного пересечением линии, проходящей через дно надостной и суставной ямок), высокое натяжение сухожилия после восстановления и неадекватная послеоперационная реабилитация. D. Suh и соавт. определили, что критический угол плеча >35° значительно изменяет совместную силу и приводит к повышенному риску верхней миграции ГПК [49]. В исследовании H. Li и соавт. [50] результаты также продемонстрировали 14-кратное увеличение риска разрывов сухожилий после шва при критическом угле плеча >38° и 15-кратное увеличение риска при инклинации гленоида >14°. Несмотря на то что эти исследования были посвящены профилактике рисков разрыва после артроскопического шва сухожилий ВМП, возможно, применение этих индексов при сухожильно-мышечных транспозициях имеет большое значение.

## Выводы

Артропластика не является основным методом лечения массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава у активных молодых пациентов без артропатии плечевого сустава. Для этих пациентов было разработано несколько хирургических методов, включая артроскопическую пластику вращательной манжеты с одно-/двухрядным швами, мостовидную аугментацию, реконструкцию верхней капсулы, туберопластику и перенос сухожилий. Полное анатомическое восстановление является идеальным вариантом, но атрофия и ретракция сухожилий, связанные с массивными разрывами, часто осложняют восстановление. Все хирургические методы лечения значительно улучшают функциональные результаты, о которых сообщают пациенты, через 1 год после вмешательства, при этом многие методы лечения демонстрируют улучшение среднесрочных и долгосрочных результатов [13, 47].

На наш взгляд, наиболее актуальной является интеграция известных методик при хирургии невосстанавливаемых разрывов ВМП. Совместное применение разных способов позволит исключить недостатки. Например, применение артроскопии при трансфере широчайшей мышцы позволяет обеспечить пациентам большее снижение болей в плече, увеличить силу и функции, а также снизить риски осложнений. В основном это связано с более тщательной и щадящей подготовкой сухожилия широчайшей мышцы спины к транспозиции, внутрисуставной работой по устранению рубцово-спаечного процесса (артроскопический дебридмент) и устранению частичных повреждений других компонентов ВМП (частичное восстановление мышц) [51, 52].

Таким же образом целесообразно применять субакромиальный баллонный спейсер. Некоторые хирурги стали использовать его в качестве внутреннего демпфера для защиты места пластики до полного заживления ВМП. Однако в настоящее время не существует стандартных протоколов для введения пациентов после применения субакромиального баллона, а также его возможностей в роли вспомогательной временной конструкции при сочетанном применении с другими методами. Кроме того, возможности эндопротезирования плечевого сустава выходят на качественно новый уровень, что позволяет сформировать предпосылки к применению этой методики в будущем даже у молодых активных пациентов.

## Список литературы

1. Tashjian R.Z. Epidemiology, natural history, and indications for treatment of rotator cuff tears. *Clin. Sports Med.* 2012; 31 (04): 589–604. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2012.07.001>.
2. Тутуров А.О., Кузьмин П.Д., Пиманчев О.В. Хирургическая стабилизация плечевого сустава. Результаты пятилетнего

опыта. *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова* 2021; 16 (1): 39–45 [Tuturov A.O., Kuzmin P.D., Pimanchev O.V. Surgical stabilization of the shoulder joint. Results of five years of experience. *Vestnik NMHC im. N.I. Pirogova* 2021; 16 (1): 39–45 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25881/BPNMSC.2021.48.23.007>.

3. Kim J., Ryu Y., Kim S.H. Surgical Options for Failed Rotator Cuff Repair, except Arthroplasty: Review of Current Methods. *Cli-*

- tics in Shoulder and Elbow. 2020; 23 (1): 48–58. <https://doi.org/10.5397/cise.2019.00416>.
4. Kim S.J., Kim S.H., Lee S.K., Seo J.W., Chun Y.M. Arthroscopic repair of massive contracted rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg. Am* 2013; 95 (16): 1482–1488. <https://doi.org/10.2106/jbjs.l.01193>.
  5. Virk M.S., Nicholson G.P., Romeo A.A. Irreparable rotator cuff tears without arthritis treated with reverse total shoulder arthroplasty. *Open Orthop J*. 2016; 10: 296–308. <https://doi.org/10.2174/1874325001610010296>.
  6. Liem D., Lichtenberg S., Magosch P., Habermeyer P. Magnetic resonance imaging of arthroscopic supraspinatus tendon repair. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2007; 89 (8): 1770–1776. <https://doi.org/10.2106/jbjs.f.00749>.
  7. Shin Y.K., Ryu K.N., Park J.S., Jin W., Park S.Y., Yoon Y.C. Predictive factors of retear in patients with repaired rotator cuff tear on shoulder MRI. *American Journal of Roentgenology* 2018; 210 (1): 134–141. <https://doi.org/10.2214/ajr.17.17915>.
  8. Meyer D.C., Wieser K., Farshad M., Gerber C. Retraction of supraspinatus muscle and tendon as predictors of success of rotator cuff repair. *Am. J. Sports Med.* 2012; 40 (10): 2242–2247. <https://doi.org/10.1177/0363546512457587>.
  9. Garcia G.H., Liu J.N., Degen R.M., Johnson C.C., Wong A., Dines D.M., Gulotta L.V., Dines J.S. Higher critical shoulder angle increases the risk of retear after rotator cuff repair. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2017; 26 (2): 241–245. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.07.009>.
  10. Drake G.N., O'Connor D.P., Edwards T.B. Indications for reverse total shoulder arthroplasty in rotator cuff disease. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2010; 468 (6): 1526–1533. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-1188-9>.
  11. Gerber C., Canonica S., Catanzaro S., Ernstbrunner L. Longitudinal observational study of reverse total shoulder arthroplasty for irreparable rotator cuff dysfunction: results after 15 years. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018; 27 (5): 831–838. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.10.037>.
  12. Boileau P., Melis B., Duperron D., Moineau G., Rumian A.P., Han Y. Revision surgery of reverse shoulder arthroplasty. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2013; 22 (10): 1359–1370. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.02.004>.
  13. Campbell R.E., Lee D., Day L.M., Dixit A., Freedman K.B., Tjoumakaris F.P. Management of Massive Rotator Cuff Tears Without Arthropathy. *Orthopedics* 2023; 46 (1): e1–e12. <https://doi.org/10.3928/01477447-20220719-02>.
  14. Rockwood C.A. Jr., Williams G.R. Jr., Burkhead W.Z. Debridement of degenerative, irreparable lesions of the rotator cuff. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1995; 77 (6): 857–866. <https://doi.org/10.2106/00004623-199506000-00006>.
  15. Fenlin J.M. Jr., Chase J.M., Rushton S.A., Frieman B.G. Tuberoplasty: creation of an acromiohumeral articulation—a treatment option for massive, irreparable rotator cuff tears. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2002; 11 (2): 136–142. <https://doi.org/10.1067/mse.2002.121764>.
  16. Егиазарян К.А., Лазишвили Г.Д., Ратыев А.П., Данилов М.А., Ответчикова Д.И. Оперативное лечение поврежденных вращательной манжеты плечевого сустава. *Кафедра травматологии и ортопедии* 2017; 22 (2): 15–18 [Egiazyan K.A., Lazishvili G.D., Ratyev A.P., Danilov M.A., Otvetchikova D.I. Surgical treatment of rotator cuff injuries. *Department of Traumatology and Orthopedics* 2017; 22 (2): 15–18 (In Russ.)].
  17. 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; 9 (6): 611–616. [https://doi.org/10.1016/s0749-8063\(05\)80496-7](https://doi.org/10.1016/s0749-8063(05)80496-7).
  18. Burkhart S.S. Partial repair of massive rotator cuff tears: the evolution of a concept. *Orthop Clin North Am.* 1997; 28 (1): 125–132. [https://doi.org/10.1016/s0030-5898\(05\)70270-4](https://doi.org/10.1016/s0030-5898(05)70270-4).
  19. Castricini R., Galasso O., Riccelli D.A., Familiari F., De Benedetto M., Orlando N., Gasparini G. Arthroscopic partial repair of irreparable, massive rotator cuff tears. *Arthrosc. Tech.* 2017; 6 (1): e143–e147. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2016.09.020>.
  20. Cuff D.J., Pupello D.R., Santoni B.G. Partial rotator cuff repair and biceps tenotomy for the treatment of patients with massive cuff tears and retained overhead elevation: midterm outcomes with a minimum 5 years of follow-up. *J. Shoulder. Elbow Surg.* 2016; 25 (11): 1803–1809. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.04.001>.
  21. Shon M.S., Koh K.H., Lim T.K., Kim W.J., Kim K.C., Yoo J.C. Arthroscopic partial repair of irreparable rotator cuff tears: preoperative factors associated with outcome deterioration over 2 years. *Am. J. Sports Med.* 2015; 43 (8): 1965–1975. <https://doi.org/10.1177/0363546515585122>.
  22. Mihata T., McGarry M.H., Pirollo J.M., Kinoshita M., Lee T.Q. Superior capsule reconstruction to restore superior stability in irreparable rotator cuff tears: a biomechanical cadaveric study. *Am. J. Sports Med.* 2012; 40 (10): 2248–2255. <https://doi.org/10.1177/0363546512456195>.
  23. Mihata T., Lee T.Q., Watanabe C., Fukunishi K., Ohue M., Tsujimura T., Kinoshita M. Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. *Arthroscopy.* 2013; 29 (3): 459–470. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.10.022>.
  24. Werthel J.D., Vigan M., Schoch B., Lädermann A., Nourissat G., Conso C. Superior capsular reconstruction — A systematic review and meta-analysis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2021; 107 (8): 103072. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.103072>.
  25. Post M. Rotator cuff repair with carbon filament: a preliminary report of five cases. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1985; (196): 154–158. <https://doi.org/10.1097/00003086-198506000-00021>.
  26. Neumann J.A., Zgonis M.H., Rickert K.D., Bradley K.E., Kremen T.J., Boggess B.R., Toth A.P. Interposition dermal matrix xenografts: a successful alternative to traditional treatment of massive rotator cuff tears. *Am. J. Sports Med.* 2017; 45 (6): 1261–1268. <https://doi.org/10.1177/0363546516683945>.
  27. Hohn E.A., Gillette B.P., Burns J.P. Outcomes of arthroscopic revision rotator cuff repair with acellular human dermal matrix allograft augmentation. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2018; 27: 816–823. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.09.026>.
  28. Ferguson D.P., Lewington M.R., Smith T.D., Wong I.H. Graft utilization in the augmentation of large-to-massive rotator cuff repairs: a systematic review. *Am. J. Sports Med.* 2016; 44: 2984–2992. <https://doi.org/10.1177/0363546515624463>.
  29. Neviasser J.S. Ruptures of the rotator cuff of the shoulder: new concepts in the diagnosis and operative treatment of chronic ruptures. *Arch. Surg.* 1971; 102 (5): 483–485. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1971.01350050049015>.
  30. Cho N.S., Yi J.W., Rhee Y.G. Arthroscopic biceps augmentation for avoiding undue tension in repair of massive rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2009; 25 (2): 183–191. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2008.09.012>.
  31. Oh J.H., Park M.S., Rhee S.M. Treatment Strategy for Irreparable Rotator Cuff Tears. *Clinics in Orthopedic Surgery* 2018; 10 (2): 119–134. <https://doi.org/10.4055/cios.2018.10.2.119>.
  32. Oh J.H., Tilan J., Chen Y.J., Chung K.C., McGarry M.H., Lee T.Q. Biomechanical effect of latissimus dorsi tendon transfer for irreparable massive cuff tear. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2013; 22 (2): 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.01.022>.
  33. Aoki M., Okamura K., Fukushima S., Takahashi T., Ogino T. Transfer of latissimus dorsi for irreparable rotator-cuff tears. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1996; 78 (5): 761–766. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.78b5.0780761>.
  34. Gerber C. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006; 88 (1): 113. <https://doi.org/10.2106/jbjs.e.00282>.
  35. Gerber C., Rahm S.A., Cantanzaro S., Farshad M., Moor B.K. Latissimus Dorsi Tendon Transfer for Treatment of Irreparable Posterosuperior Rotator Cuff Tears. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013; 95 (21): 1920–1926. <https://doi.org/10.2106/jbjs.m.00122>.
  36. Kany J., Grimberg J., Amaravathi R.S., Sekaran P., Scorpie D., Werthel J.D. Arthroscopically-Assisted Latissimus Dorsi Transfer for

- Irreparable Rotator Cuff Insufficiency: Modes of Failure and Clinical Correlation. *Arthroscopy* 2018; 34 (04): 1139–1150. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.10.052>.
37. *Checchia C.S., da Silva L.A., do Val Sella G., Fregoneze M., Miyazaki A.N.* Current Options in Tendon Transfers for Irreparable Posterosuperior Rotator Cuff Tears. *Rev. Bras. Ortop.* 2021; 56 (3): 281–290. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1709988>.
  38. *Tauber M., Moursy M., Forstner R., Koller H., Resch H.* Latissimus Dorsi Tendon Transfer for Irreparable Rotator Cuff Tears: A Modified Technique to Improve Tendon Transfer Integrity. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010; 92: 226–239. <https://doi.org/10.2106/jbjs.j.00224>.
  39. *Reddy A., Gulotta L.V., Chen X., Castagna A., Dines D.M., Warren R.F., Kontaxis A.* Biomechanics of lower trapezius and latissimus dorsi transfers in rotator cuff-deficient shoulders. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2019; 28 (07): 1257–1264. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.11.066>.
  40. *Henseler J.F., Kolk A., Zondag B., Nagels J., de Groot J.H., Nelissen R.G.H.H.* Three-dimensional shoulder motion after teres major or latissimus dorsi tendon transfer for posterosuperior rotator cuff tears. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2017; 26 (11): 1955–1963. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.03.023>.
  41. *Mansat P., Dotz A., Bellumore Y., Mansat M.* Teres major flap: surgical anatomy, technique of harvesting, methods of fixation, postoperative management. In: Tendon transfer for irreparable cuff tear. Tendon transfer for irreparable cuff tear. Book Chapter 2011; 49–64. [https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0049-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0049-3_5).
  42. *Thompson K., Kwon Y., Flatow E., Jazrawi L., Strauss E., Alaia M.* Everything pectoralis major: from repair to transfer. *Phys. Sportsmed.* 2020; 48 (1): 33–45. <https://doi.org/10.1080/00913847.2019.1637301>.
  43. *Resch H., Povacz P., Ritter E., Matschi W.* Transfer of the pectoralis major muscle for the treatment of irreparable rupture of the subscapularis tendon. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2000; 82 (3): 372–382. <https://doi.org/10.2106/00004623-200003000-00008>.
  44. *Gavriilidis I., Kircher J., Magosch P., Lichtenberg S., Habermeyer P.* Pectoralis major transfer for the treatment of irreparable anterosuperior rotator cuff tears. *Int. Orthop.* 2010; 34 (5): 689–694. <https://doi.org/10.1007/s00264-009-0799-9>.
  45. *Senekovic V., Poberaj B., Kovacic L., Mikek M., Adar E., Dekel A.* Prospective clinical study of a novel biodegradable sub-acromial spacer in treatment of massive irreparable rotator cuff tears. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2013; 23 (3): 311–316. <https://doi.org/10.1007/s00590-012-0981-4>.
  46. *Viswanath A., Drew S.* Subacromial balloon spacer — Where are we now? *J. Clin. Orthop. Trauma* 2021; 17: 223–232. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.03.017>.
  47. *Загородний Н.В., Беляк Е.А., Лазко Ф.Л., Кубашев А.А., Призов А.П., Лазко М.Ф., Григорьев И.В., Скипенко Т.О., Закурова А.П.* Опыт применения субакромиального баллона при комбинированном лечении пациентов с разрывом вращательной манжеты плеча. *Гений ортопедии* 2019; 25 (3): 272–276 [Zagorodni N.V., Belyak E.A., Lazko F.L., Kubashev A.A., Prizov A.P., Lazko M.F., Grigoryev I.V., Skipenko T.O., Zakirova A.A. Experience of using subacromial balloon in combined treatment of patients with rupture of the rotator cuff. *Genij Oropedii* 2019; 25 (3): 272–276 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2019-25-3-272-276>.
  48. *Parsons N., Stallard N., Parsons H., Wells P., Underwood M., Mason J., Metcalfe A.* An adaptive two-arm clinical trial using early endpoints to inform decision making: design for a study of sub-acromial spacers for repair of rotator cuff tendon tears. *Trials* 2019; 20 (1). <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3708-6>.
  49. *Suh D., Ji J.H., Tankshali K., Kim E.S.* Mid-term Clinical and Radiological Outcomes of Latissimus Dorsi Tendon Transfer in Massive Rotator Cuff Tears. *Clinics in Shoulder and Elbow* 2019; 22 (4): 220–226. <https://doi.org/10.5397/cise.2019.22.4.220>.
  50. *Li H., Chen Y., Chen J., Hua Y., Chen S.* Large Critical Shoulder Angle Has Higher Risk of Tendon Retear After Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *The American Journal of Sports Medicine* 2018; 46 (8): 1892–1900. <https://doi.org/10.1177/0363546518767634>.
  51. *Memon M., Kay J., Quick E., Simunovic N., Duong A., Henry P., Ayeni O.R.* Arthroscopic-Assisted Latissimus Dorsi Tendon Transfer for Massive Rotator Cuff Tears: A Systematic Review. *Orthop. J. Sports Med.* 2018; 11; 6 (6): 2325967118777735. <https://doi.org/10.1177/2325967118777735>.
  52. *Chevalier Y., Pietschmann M.F., Thorwächter C., Chechik O., Adar E., Dekel A., Müller P.E.* Biodegradable spacer reduces the subacromial pressure: A biomechanical cadaver study. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)* 2018; 52: 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.12.008>.

Поступила в редакцию 22.01.2024 г.

### Сведения об авторах:

*Петросян Армен Сергеевич* — кандидат медицинских наук, заведующий отделением ортопедии ГБУЗ «Государственная клиническая больница № 17» Департамента здравоохранения г. Москвы; 119620, Москва, Волынская ул., д. 7; e-mail: armenak.p@gmail.com; ORCID 0000-0001-8837-0265;

*Егязарян Карен Альбертович* — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный изобретатель Российской Федерации; директор университетской клиники травматологии и ортопедии, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: egkar@mail.ru; ORCID 0000-0002-6680-9334; SPIN 5488-5307; *Тутуров Александр Олегович* — врач травматолог-ортопед отделения хирургии кисти и реконструктивной микрохирургии ГБУЗ «Государственная клиническая больница им. С.С. Юдина» Департамента здравоохранения г. Москвы; 115446, г. Москва, Коломенский проезд, д. 4; e-mail: atneuro@yandex.ru; ORCID 0000-0003-4136-644X;

*Айрапетов Георгий Александрович* — доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9; руководитель научно-исследовательской лаборатории реконструктивной ортопедии и травматологии взрослых ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физиопульмонологии» Минздрава России; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; e-mail: airapetovga@yandex.ru; ORCID 0000-0001-7507-7772;

*Ершов Дмитрий Сергеевич* — кандидат медицинских наук, доцент, заведующий учебной частью кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1; e-mail: ershov0808@gmail.com; ORCID 0000-0001-7005-2752; SPIN 9839-1206.