

Ближайшие клинические и структурные результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты

С.Ю. Доколин, В.И. Кузьмина, И.В. Марченко

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Цель исследования — оценить ближайшие клинико-функциональные и структурные (по данным МРТ) результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава с использованием бесклеточного дермального коллагенового матрикса и аутокани подвздошно-большеберцового тракта у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты. **Материал и методы.** В исследование были включены 30 пациентов с артропатией плечевого сустава I–IV стадии по классификации К. Hamada на фоне массивного разрыва вращательной манжеты плечевого сустава, которым в период 2017–2018 гг. одной хирургической бригадой была выполнена артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава с использованием в качестве биологического материала бесклеточного дермального коллагенового матрикса (группа 1) и аутокани подвздошно-большеберцового тракта (группа 2). **Результаты.** В соответствии с показателями по шкале функциональной оценки ASES были определены следующие результаты проведенных вмешательств: хорошие — 8 (26,7%), удовлетворительные — 14 (46,6%) и плохие — 8 (26,7%). Разрывы трансплантата были зарегистрированы у одного (3,3%) пациента в группе с бесклеточным дермальным коллагеновым матриксом и у двоих (6,6%) с аутотрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта. **Заключение.** Артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава является перспективным методом хирургического лечения физически активных пациентов трудоспособного возраста с артропатией плечевого сустава на фоне массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава, а основной задачей является восстановление вертикальной стабильности плечевого сустава, центрированного положения головки плечевой кости по отношению к суставной впадине лопатки и улучшение биомеханики плеча в целом.

Ключевые слова: повреждение вращательной манжеты, эндопротезирование плечевого сустава, реконструкция верхней капсулы плечевого сустава, артропатия плечевого сустава.

Доколин С.Ю., Кузьмина В.И., Марченко И.В. Ближайшие клинические и структурные результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты. Травматология и ортопедия России. 2020;26(1):98-112. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-98-112.

Cite as: Dokolin S.Yu., Kuz'mina V.I., Marchenko I.V. [The Nearest Clinical and Structural Results of Arthroscopic Reconstruction of the Upper Capsule in Patients with Cuff Tear Arthropathy after a Massive Rotator Cuff Tear]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(1):98-112. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-98-112. (In Russian).

✉ Марченко Илья Владимирович / Ilya V. Marchenko; e-mail: marchenko.ilua@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 29.11.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 12.02.2020

The Nearest Clinical and Structural Results of Arthroscopic Reconstruction of the Upper Capsule in Patients with Cuff Tear Arthropathy after a Massive Rotator Cuff Tear

S.Yu. Dokolin, V.I. Kuz'mina, I.V. Marchenko

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

The purpose of the study was to evaluate the nearest clinical, functional and structural (according to MRI) results of arthroscopic reconstruction of the shoulder upper capsule using an acellular dermal collagen matrix and auto-tissue of the iliotibial band in the patients with shoulder arthropathy after a massive rotator cuff tear. **Material and Methods.** The study included 30 patients with stage I–IV shoulder arthropathy according to K. Hamada classification. All of them were undergone the arthroscopic reconstruction of the upper part of the shoulder capsule in 2017–2018. The orthopedic procedures were performed by the same surgical team using an acellular dermal collagen matrix as a biological material (group 1) and auto-tissue of the iliotibial band (group 2). **Results.** The proportion of the patients with good — 8 (26.7%), satisfactory — 14 (46.6%) and poor — 8 (26.7%) surgical outcomes was determined according to the ASES functional assessment scales. Transplant ruptures were recorded in one (3.3%) patient in the group with an acellular dermal collagen matrix and in two (6.6%) patients in the group with the iliotibial autograft. **Conclusion.** Arthroscopic reconstruction of the upper part of the shoulder capsule is a promising method for the surgical treatment of physically active working age patients with shoulder arthropathy after massive rotator cuff tear. The main goals are restoration of the shoulder vertical stability, centered position of the humeral head towards the glenoid, and improvement of the shoulder biomechanics as a whole.

Keywords: massive rotator cuff tear, shoulder arthroplasty, arthroscopic reconstruction, upper shoulder capsule, shoulder arthropathy.

Введение

Проблема хирургического лечения массивных невосстановимых задне-верхних разрывов вращательной манжеты плечевого сустава остается открытой к обсуждению [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Низкая результативность применения техник артроскопического костно-сухожильного якорного шва при таких повреждениях связана с ретракцией сухожильного края и высокими (более 50%) показателями жирового перерождения мышечной части вращательной манжеты плечевого сустава, определяющими понятие «невосстановимый разрыв» [5, 6, 7, 8].

Анатомические исследования В. Jost с соавторами и N. Pouliart с соавторами наглядно продемонстрировали особенности строения и функции таких образований, как ротаторный интервал и верхняя капсула плечевого сустава, подтвердив их важное значение в обеспечении соосного расположения головки плеча и суставной впадины лопатки как главного условия сохранения его нормальной биомеханики [9, 10].

Биомеханическое обоснование и первое описание хирургической техники артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого

сустава были сделаны японским ортопедом Т. Mihata в 2012 г. [11]. Ключевым отличием этого вмешательства от применяемых ранее в хирургии мостовидных «трансплантатов-заплаток» состоит в фиксации проксимального края биоматериала к костной ткани суставного отростка лопатки, а не к сократившемуся сухожильному краю вращательной манжеты [12, 13]. Основная идея хирургической технологии артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава состоит в восстановлении соосности биомеханической пары «головка плеча — суставная впадина лопатки» с одновременным воссозданием точки опоры для вращения головки плечевой кости и благоприятных условий для включения в двигательную активность внешних мышц лопатки (прежде всего дельтовидной мышцы) [14].

В настоящее время в мире продолжается накопление клинического опыта и совершенствование хирургической техники артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава, а также изучение клинико-функциональных и структурных результатов таких вмешательств [15, 16, 17, 18, 19]. Несмотря на то, что в качестве биологического материала для изготовления

трансплантата верхней капсулы главный автор этой технологии Т. Mihata в своих операциях активно пропагандирует использование аутофасции подвздошно-большеберцового тракта, в широкой ортопедической практике США и многих стран Европы биоматериалом выбора стал бесклеточный дермальный коллагеновый матрикс [19, 20]. Такая популярность и распространенность клинического применения бесклеточного дермального коллагенового матрикса в качестве трансплантата верхней капсулы вполне объяснима. Во-первых, показатели механической прочности на разрыв, эластичности, растяжимости имеют значения, превышающие таковые для аутотрансплантата подвздошно-большеберцового тракта. Во-вторых, отсутствует проблема «донорского места», что значимо улучшает показатели времени и травматичности самого вмешательства [21]. Несмотря на растущую популярность и все более частое применение в клинике такого вида операций, практикующие ортопеды довольно часто задаются вопросами об их клинической эффективности и о биологической судьбе используемого трансплантата: способна ли эта «мертвая» ткань к перестройке и лигаментизации или в будущем ей суждено просто лизироваться и разорваться? [16, 22]. В этой связи актуальным представляется анализ данных клинического обследования и МРТ при динамическом послеоперационном наблюдении пациентов.

Цель исследования — оценить ближайшие клиничко-функциональные и структурные (по данным МРТ) результаты артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава с использованием бесклеточного дермального коллагенового матрикса и аутоклетки подвздошно-большеберцового тракта у пациентов с артропатией плечевого сустава на фоне массивного разрыва вращательной манжеты.

Материал и методы

В исследование были включены 30 пациентов с артропатией плечевого сустава I–IV стадии по классификации К. Namada на фоне массивного разрыва вращательной манжеты плечевого сустава. В 2017–2018 гг. одной хирургической бригадой им была выполнена артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава с использованием в качестве биологического материала бесклеточного дермального коллагенового матрикса (15 пациентов — группа 1) и аутоклетки подвздошно-большеберцового тракта (15 пациентов — группа 2). Возраст пациентов — от 40 до 79 лет, средний возраст составил $62,8 \pm 11,2$ лет. Мужчин — 18, женщин — 12 (табл. 1). В 18 случаях вмешательство было выполнено на правом, в 12 случаях — на левом плечевом суставе. У 22 (73,3%) пациентов была оперирована доминирующая верхняя конечность. У восьми (26,7%) пациентов в анамнезе было от одной до трех неудачных попыток прямого восстановления повреждений задне-верхней части ротаторов с применением различных техник артроскопического костно-сухожильного якорного шва. У 22 из 30 пациентов на этапе предоперационного обследования был зарегистрирован псевдопаралич верхней конечности умеренной степени выраженности. У трех из 30 пациентов до операции были зарегистрированы в анамнезе вывихи головки плечевой кости.

Критерии включения в исследование были следующими: наличие у пациента признаков массивного разрыва (с вовлечением двух или трех сухожилий) вращательной манжеты плечевого сустава, признаков артропатии плечевого сустава I–IV стадии по классификации К. Namada, неповрежденное или потенциально восстанавливаемое повреждение сухожилия подлопаточной мышцы, а также полностью интактная дельтовидная мышца. *Критериями исключения* из исследования

Таблица 1

Основные характеристики пациентов

Характеристика	Группа 1 (n = 15)	Группа 2 (n = 15)	p
Пол: м/ж	11 (73%) / 4 (27%)	7 (47%) / 8 (53%)	0,136*
Возраст, лет	$62,6 \pm 12,2$	$63,1 \pm 10,2$	0,803**
Срок наблюдения, мес.	$16,0 \pm 5,8$	$12,3 \pm 6,3$	0,089***
Вид лечения: консервативное / оперативное	10 (67%) / 5 (33%)	7 (47%) / 8 (53%)	0,269*

* — критерий χ^2 ; ** — критерий Стьюдента; *** — критерий Манна – Уитни.

стали: наличие на рентгенограммах признаков выраженных изменений костно-хрящевой основы плечевого сустава (кистовидная перестройка, аваскулярный некроз головки плечевой кости и суставной впадины лопатки), наличие клинических и ЭНМГ признаков нарушений сократительной способности и двигательной функции дельтовидной мышцы, а также наличие в момент дооперационного обследования пациента выраженной нейропатической боли.

Всем пациентам проводились осмотры в до- и послеоперационном (3, 6, 12 мес.) периодах с оценкой болевого синдрома по шкале ВАШ, нагрузочными тестами; оценкой с использованием опросника ASES амплитуды движений, мышечной силы и функциональных нарушений; удовлетворенности пациента лечением с применением шкалы ВАШ; а также с выполнением контрольных рентгенографических исследований и МРТ.

Сроки обследования пациентов составили от 6 мес. до 2 лет после выполнения вмешательства. Средний срок наблюдения за пациентами — $14,1 \pm 6,3$ мес.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета Statistica 10 (StatSoft, USA). Для отображения общей характеристики исходных параметров применялись методы описательной статистики с указанием среднего значения и стандартного отклонения. Для переменных с нормальным распределением сравнение групп проводили с помощью критерия Стьюдента. Условие равенства дисперсий проверяли с помощью критерия Ливиня. С целью определения статистической значимости различий между группами для количественных (с распределением, отличным от нормального) и порядковых переменных был использован критерий Манна–Уитни, для качественных — критерий χ^2 и точный критерий Фишера. Сравнение количественных и порядковых переменных в зависимых выборках проводили с помощью критерия Вилкоксона. Критическим считали значение $p < 0,05$.

Хирургическая техника

Укладка пациента осуществлялась в положении лежа на боку со съемным манжеточным вытяжением конечности по оси (груз 2 кг). Пациента фиксировали в положении на здоровом боку, используя вакуумный матрас. Угол отведения оперируемой руки составлял от 20 до 30°. Все вмешательства проводили полностью артроскопическим способом из пяти стандартных портов (заднего, переднего, задне-латерального, передне-латерального и порта Neviaser), а также двух дополнительных мини-портов для имплантации якорных фиксаторов.

В начале операции выполняли V-образную тенотомию или тенодез сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча, производили резекцию ткани медиальной и центральной части интервала ротаторов, уделяя внимание сохранению тканей клювовидно-плечевой связки. При выявлении повреждений сухожилия подлопаточной мышцы выполняли его реконструкцию с использованием техники SpeedFix.

Далее производили мобилизацию задне-верхней части ротаторов, разделяя с помощью аблятора и шейвера фиброзные сращения между сухожильным краем и тканями поддельтовидной фасции, акромиона, акромиально-ключичного сустава, клювовидно-акромиальной связки.

После полного удаления мягких тканей на верхней части суставного отростка лопатки и в основании клювовидного отростка с использованием переднего и Neviaser портов в костную ткань лопатки имплантировали два якорных фиксатора SutureTak диаметром 3 мм, которые в дальнейшем использовали для фиксации медиальной части трансплантата верхней капсулы плечевого сустава.

Далее удаляли все остатки сухожильной ткани с большого бугорка плечевой кости, производили его декортикацию и по краям разрыва на уровне суставного хряща головки плеча под углом 45° из двух дополнительных мини-портов устанавливали два безузловых якоря SwiveLock диаметром 4,75 мм с одной нитью и одной лентой каждый.

После установки четырех якорей с помощью артроскопической линейки проводили измерения длины и ширины имеющегося дефекта ротаторов, прибавляя к полученным значениям по 10 мм к его длине (в медиальном и латеральном направлениях) и по 5 мм к его ширине (в переднем и заднем направлениях) для получения истинных размеров будущего трансплантата. В качестве трансплантата использовали либо предзаготовленный бесклеточный дермальный коллагеновый матрикс (группа 1) размерами 5×5 см или 6×8 см либо аутогенный трансплантат подвздошно-большеберцового тракта соответствующих размеров (группа 2) (рис. 1). Для достижения оптимальной толщины (не менее 6 мм) при подготовке трансплантата дермального матрикса складывали его в 2 или 3 слоя, при подготовке трансплантата из подвздошно-большеберцового тракта — в 3 или 4 слоя. Стремление увеличить толщину трансплантата объясняли тем, что с его помощью необходимо не только произвести анатомическую реконструкцию непосредственно верхней капсулы, но и получить «спейсер-эффект», способный компенсировать другие слои интервала ротаторов — прежде всего волокна клювовидно-плечевой связки, расположенные впереди от надостного сухожилия.

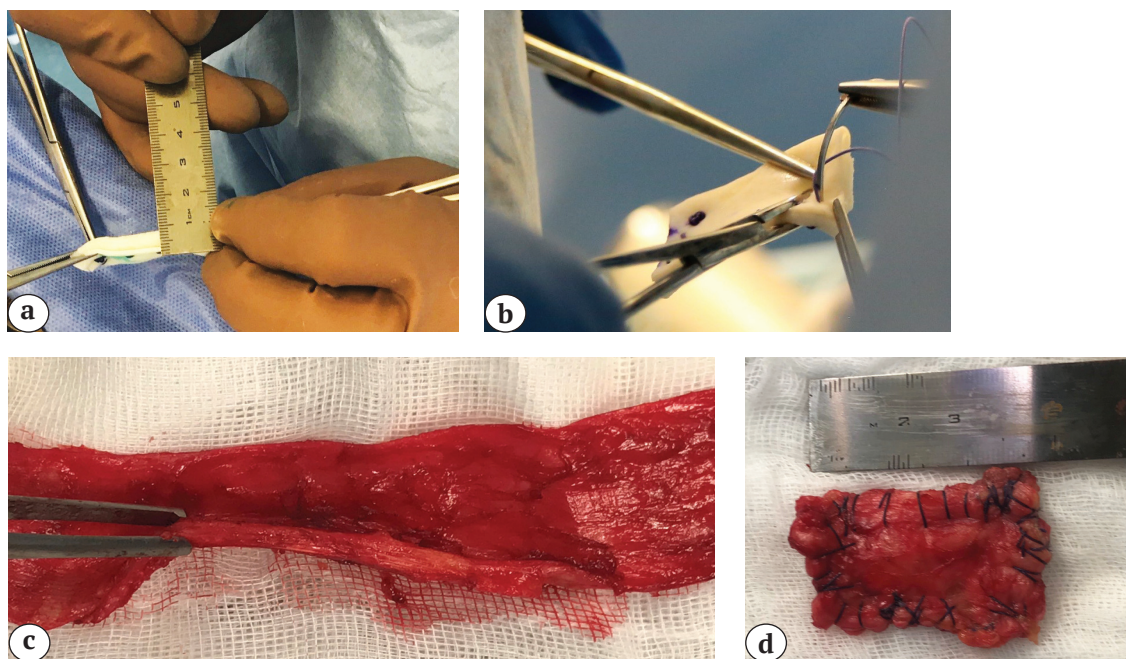


Рис. 1. Этапы подготовки трансплантата:

a, b — подготовка бесклеточного дермального коллагенового матрикса (группа 1);

c, d — подготовка аутокани подвздошно-большеберцового тракта (группа 2)

Fig 1. Stages of transplant preparation:

a, b — preparation of an acellular dermal collagen matrix (group 1);

c, d — preparation of auto-tissue of the iliotibial bands (group 2)

Прошивание трансплантатов осуществлялось внесуставно, после чего выполняли их введение в сустав через резиновую канюлю PassPort диаметром 12 мм, расположенную в передне-латеральном порте. Внутри сустава проводилась адаптация и якорная фиксация трансплантата к костной ткани суставного отростка лопатки и головки плечевой кости.

Фиксация медиальной части трансплантата осуществлялась однорядным связанным узловым швом к верхней части суставного отростка лопатки с использованием якорных фиксаторов SutureTak, латеральная часть — к большому бугорку плечевой кости с применением техники SpeedBridge, задняя и передняя части были фиксированы узловыми швами к остаткам сухожильной ткани надостной и подостной мышц (рис. 2).

Из данных, характеризующих исходную патологию плечевого сустава, отметим вовлеченность

сухожилий вращательной манжеты в разрыв. Во всех случаях было вовлечено в разрыв сухожилие надостной мышцы 15 (100%) / 15 (100%) для групп 1 и 2 соответственно. Вовлеченность подостного сухожилия — 13 (86,7%) / 14 (93,3%), подлопаточного — 7 (46,7%) / 8 (53,3%) соответственно, также ни в одной из групп не отмечалось повреждения малой круглой мышцы. Поперечный разрыв в обеих группах варьировал от 35 до 40 мм, а индекс артропатии плечевого сустава (по классификации K. Hamada) — от 1 до 4 в группе 1 и от 1 до 3 в группе 2. Толщина трансплантата варьировала от 4 до 5 мм в группе 1 и от 5 до 7 мм в группе 2.

Вмешательства, сопутствующие артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава: акромиопластика, коракопластика, подакромиальная и подклювовидная бурсэктомия, передняя капсулотомия, тенodes длиной головки двуглавой мышцы плеча выполнялись всем пациентам.

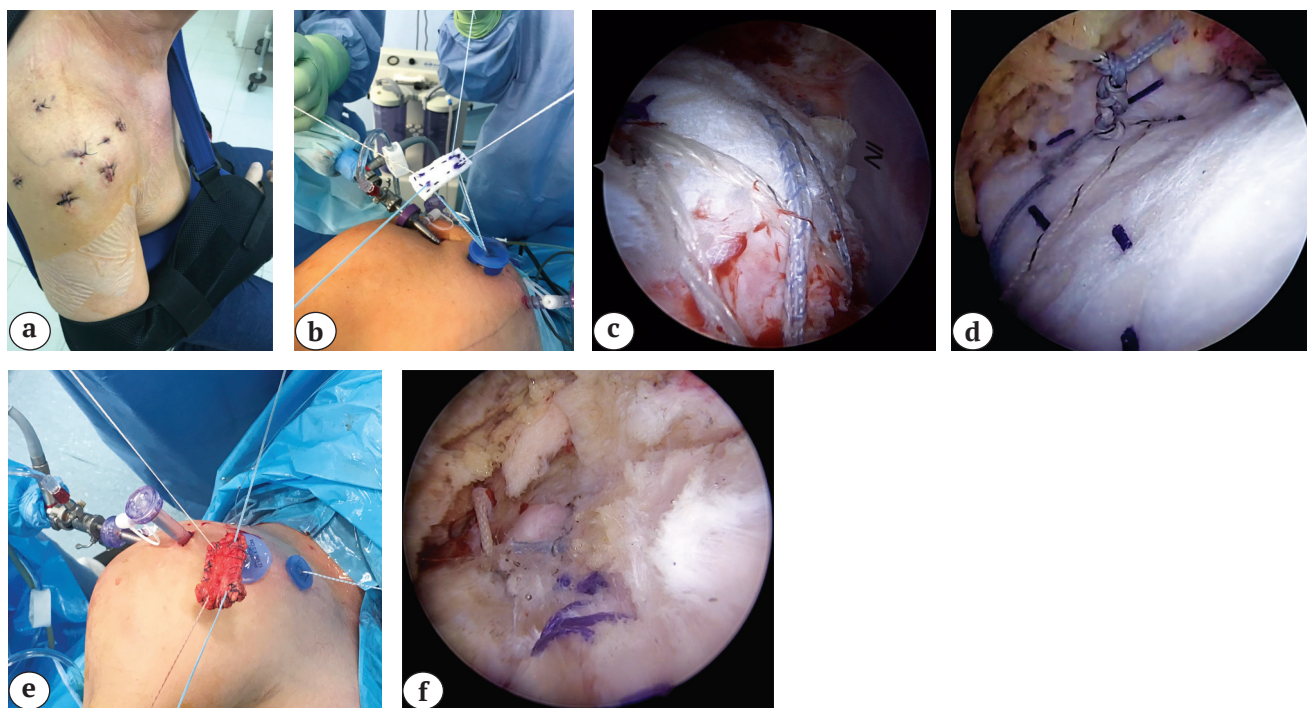


Рис. 2. Этапы артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава:

- a — артроскопические порты;
 b — внешнее прошивание трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса лигатурами из якорных фиксаторов перед введением в сустав;
 c — двурядная мостовидная якорная фиксация трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса к большому бугорку плечевой кости, техника SpeedBridge;
 d — однорядная якорная фиксация трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса;
 e — внешнее прошивание ауто трансплантата подвздошно-большеберцового тракта лигатурами из якорных фиксаторов перед введением в сустав;
 f — вид имплантированного ауто трансплантата подвздошно-большеберцового тракта

Fig. 2. Stages of the arthroscopic reconstruction of the upper shoulder capsule:

- a — arthroscopic portals;
 b — external suturing of an acellular dermal collagen matrix graft with ligatures from anchor fixators before insertion into the joint;
 c — double-row bridge-shaped anchor fixation of an acellular dermal collagen matrix transplant to the greater tuberosity, SpeedBridge technique;
 d — single-row anchor fixation of an acellular dermal collagen matrix transplant;
 e — external suturing of the iliotibial band autograft with ligatures from anchor fixators before insertion into the joint;
 f — view of the implanted iliotibial band autograft

Результаты

Клинико-функциональные исходы

В соответствии с показателями по шкале функциональной оценки ASES были определены следующие результаты проведенных вмешательств: хорошие — 8 (26,7%), удовлетворительные — 14 (46,6%) и плохие — 8 (26,7%).

На момент обследования пациентов с массивными разрывами вращательной манжеты после выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава болевой синдром полностью отсутствовал у 15 (50%) больных, периодически беспокоил при физических нагрузках 9 (30%) пациентов, а также сохранялся

постоянно (в том числе в покое, в ночное время) у 6 (20%) больных. Следует отметить, что среди пациентов с сохраняющимся болевым синдромом у всех мы регистрировали нейропатическое происхождение боли. Ожидания оперированных пациентов по снижению или исчезновению выраженности дооперационной боли по ВАШ оправдались у 22 (73,3%) больных в среднем на $6,0 \pm 1,5$ баллов.

Средние показатели по шкале ASES до операции и на момент проведения осмотра составили $34,6 \pm 8,7$ и $64,6 \pm 17,8$ баллов соответственно. По сравнению со средними дооперационными показателями у всех обследованных пациентов имелась положительная динамика (высокосignificant различия показателей; $p < 0,001$).

Устранение признаков псевдопаралича верхней конечности было достигнуто у 16 из 22 имевших его признаки до операции (53,3%) пациентов, однако у 3 (10%) пациентов на момент осмотра сохранялись признаки глубокого псевдопаралича верхней конечности, выражающиеся в положительных тестах «падающей» руки, ERLS-тесте и, соответственно, в трудностях в их бытовой и профессиональной деятельности. У 10 (33,3%) больных на момент осмотра регистрировали комбинированную контрактуру. Средний возраст пациентов с псевдопараличами верхней конечности и контрактурой в послеоперационном периоде составил $67,2 \pm 2,3$ лет. Как правило, на момент осмотра у этих больных был также отмечен сниженный тонус дельтовидной мышцы.

Мышечная сила оперированной конечности ожидаемо страдала в той или иной степени у всех пациентов. На момент осмотра была зарегистрирована возможность отведения и элевации с грузом 0,5–1,5 кг у 22 (73,3%), 2–3 кг — у 5 (16,7%), 5 кг и более — у 3 (10%) пациентов. Из 30 обследованных пациентов 20 (66,6%) до операции имели деятельность, связанную с физическим нагружением, 15 (50%) из них смогли вернуться к прежнему уровню физической активности.

Группу больных с хорошими результатами составили 8 (26,7%) пациентов. Средний возраст таких пациентов составил $55,6 \pm 11,4$ лет. У них отсутствовали какие-либо жалобы на боль и дискомфорт в области оперированного плечевого сустава. Объем движений в оперированном суставе был следующим: отведение и сгибание (элевация) находились в диапазоне 160 – 180° , активная и пассивная наружная ротация приведенного плеча достигала 45° с возможностью активно удерживать плечевой сустав в положении максимальной наружной ротации. Все пациенты этой группы имели возможность выполнять тяжелую физическую работу, а 6 (75%) из них продолжили занятия физической культурой на любительском уровне. Средний показатель функциональной оценки оперированного сустава у этих пациентов составил $85,6 \pm 7,5$ баллов по шкале ASES.

Удовлетворительный исход был зарегистрирован у 14 (46,6%) пациентов. Больные этой группы отмечали жалобы на снижение амплитуды движений в оперированном суставе — активная элевация и отведение находились в диапазоне 90 – 160° , наружная ротация — до 45° . У 6 (40%) пациентов амплитуда активной элевации плеча была в диапазоне 90 – 100° , что позволяло констатировать наличие у них умеренного псевдопаралича верхней конечности. Активное отведение было возможно с грузами весом 1,5–2,0 кг. Пациенты этой группы отмечали снижение уровня повседневной физической активности: снижение мышечной силы в их повседневной деятельности, отсутствие возможности выполнять тяжелую физическую работу, отсутствие возможности точно позиционировать оперированную конечность в пространстве при совершении сложных движений. Средний показатель функциональной оценки оперированного сустава у этих пациентов составил $65,1 \pm 5,4$ баллов по ASES.

Плохой исход отмечен у 8 (26,7%) пациентов. У таких больных, несмотря на отсутствие стойкого болевого синдрома, отмечалось снижение амплитуды активного отведения и подъема руки в диапазоне 0 – 90° . При этом отмечался положительный ERLS-тест. Перечисленные признаки позволяют констатировать наличие у этих пациентов умеренного и глубокого псевдопаралича верхней конечности. Активное отведение было возможно с грузами менее 1 кг.

В одном случае плохой исход был связан с развитием в раннем послеоперационном периоде ГИОХВ (через 6 нед. после выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава) и инфекционного артрита плеча, диктующего необходимость удаления трансплантата и якорных фиксаторов (в результате микробиологического исследования биоптатов был выявлен возбудитель — MRSE) (рис. 3). Также у одной пациентки с артропатией плечевого сустава IV стадии по классификации К. Namada имел место разрыв трансплантата на протяжении во время прохождения курса реабилитации через

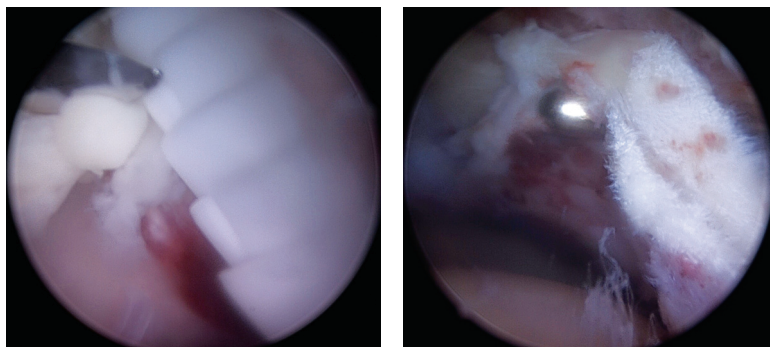


Рис. 3. Артроскопическая картина миграции имплантатов из суставного отростка лопатки и лизиса трансплантата на фоне развития ГИОХВ

Fig. 3. Arthroscopic picture of implant migration from glenoid and the graft lysis against a background of the surgical site deep infection

3 мес. после выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава с использованием бесклеточного дермального коллагенового матрикса (рис. 4).

Данные о количестве, видах осложнений, вариантах лечения после артроскопической

реконструкции верхней капсулы плечевого сустава в группах пациентов с использованием бесклеточного дермального коллагенового матрикса и аутокани подвздошно-большеберцового тракта представлены в таблице 2.

Данные, представленные в таблице 3, указывают на тот факт, что при сопоставимых показателях удовлетворенности пациентов исходами артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава средние показатели амплитуды движений оперированного сустава и средний показатель ASES в группе пациентов с бесклеточным дермальным коллагеновым матриксом были выше аналогичных показателей в группе пациентов с аутотрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта. Средний срок наблюдения за пациентами составил $14,1 \pm 6,3$ мес.



Рис. 4. Артроскопическая картина разрыва трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса:

- а — дооперационные рентгенологические признаки артропатии плечевого сустава в стадии IV по K. Hamada;
- б — повреждения хряща в верхней части суставного отростка лопатки — признак изменения вертикального профиля гленоида;
- с — разрыв трансплантата и рентгенография после выполнения временной баллонопластики

Fig. 4. Arthroscopic picture of the rupture of an acellular dermal collagen matrix graft:

- a — preoperative radiological signs of stage IV shoulder arthropathy according to K. Hamada;
- b — cartilage damage in the upper part of glenoid;
- c — transplant rupture and X-ray after temporary balloonoplastics

Таблица 2

Осложнения и варианты их лечения после артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава

Источник трансплантата	Кол-во осложнений	Вариант осложнения	Повторная операция
Бесклеточный дермальный коллагеновый матрикс	2	Один разрыв, одна инфекция	Одна баллонопластика, одно удаление трансплантата, антибиотикотерапия
Аутокани подвздошно-большеберцового тракта	2	Два разрыва	Две баллонопластики
Всего	4	Три разрыва, одна инфекция	Три баллонопластики, одно удаление трансплантата, антибиотикотерапия

Таблица 3

Сравнительная характеристика групп

Показатель		Группа 1 (n = 15)	Группа 2 (n = 15)	p
Функциональный результат по ASES, баллы	До	36,7±10,7	32,7±5,9	0,213*
	После	69,8±21,0**	59,5±12,6**	0,051*
	p	0,001**	0,001**	—
Боль по ВАШ, баллы	До	5,9±1,6	5,6±1,3	0,663*
	После	1,9±1,6**	2,2±1,3**	0,384*
	p	0,001**	0,001**	—
Сгибание, °	До	92,1±9,4	84,8±7,3	0,231*
	После	162,3±13,2**	137,8±10,8**	0,156*
	p	0,001**	0,001**	—
Акромиально-плечевой интервал, мм	До	1,0±0,7	1,2±1,0	0,754*
	После	3,62±1,35**	3,9±2,44**	0,803*
	p	0,001**	0,001**	—

* — критерий Манна–Уитни; ** — критерий Вилкоксона.

Структурные результаты выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава (по данным МРТ)

В соответствии с данными послеоперационных МРТ среди обследованных пациентов были выделены больные с полной перестройкой и приживлением трансплантата — 6 (20%) пациентов, с признаками частичного и полного разрыва и лизиса трансплантата — 20 (66,7%) и 4 (13,3%) пациента соответственно (рис. 5).

Согласно полученным данным, наибольшее количество хороших и удовлетворительных исходов выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава отмечалось у пациентов с полным или частичным приживлением трансплантата, по данным МРТ, происходившим в сроки от 3 до 12 мес. динамического наблюдения за пациентами (табл. 4).

Особый интерес представляет вопрос динамической оценки изменений структуры ткани бесклеточного дермального коллагенового матрикса по данным МРТ. Уже на сроке 3 мес. после выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава мы наблюдали МР-признаки значительных изменений в структуре ткани трансплантатов в местах их контакта с костной тканью суставного отростка лопатки, головки плечевой кости и в особенности в зоне шов-

ной фиксации к остаткам ткани подостной мышцы. Характер МР-признаков перестройки трансплантата в серии Т2-ВИ представлял собой изменение его цвета с насыщенно-черного на светло-серый с отчетливым проявлением ячеистой структуры при использовании в качестве замещающего материала бесклеточного дермального коллагенового матрикса. На сроках 6 и 12 мес. структура трансплантата в местах контакта с костной и мышечной тканями вновь меняется — в серии Т2-ВИ серый цвет и ячеистая структура трансплантата вновь становятся насыщенно-черными (рис. 6).

Акромиально-плечевой интервал, по данным МРТ, уменьшается с течением времени после операции в группе 1, в группе 2 такая тенденция отсутствует. Это свидетельствует о большей растяжимости и удлинении трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса по сравнению с аутоотрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта. Так, акромиально-плечевой интервал в группах пациентов с бесклеточным дермальным коллагеновым матриксом и аутоотрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта варьировал от 0,1 до 2,5 мм и от 0,2 до 3,1 мм в дооперационном периоде, в то время как через год после операции достигал значений от 1,9 до 6,4 и 3,9 до 8,9, а через 2 года — от 1,7 до 5,9 и 3,7 до 8,7 мм соответственно.

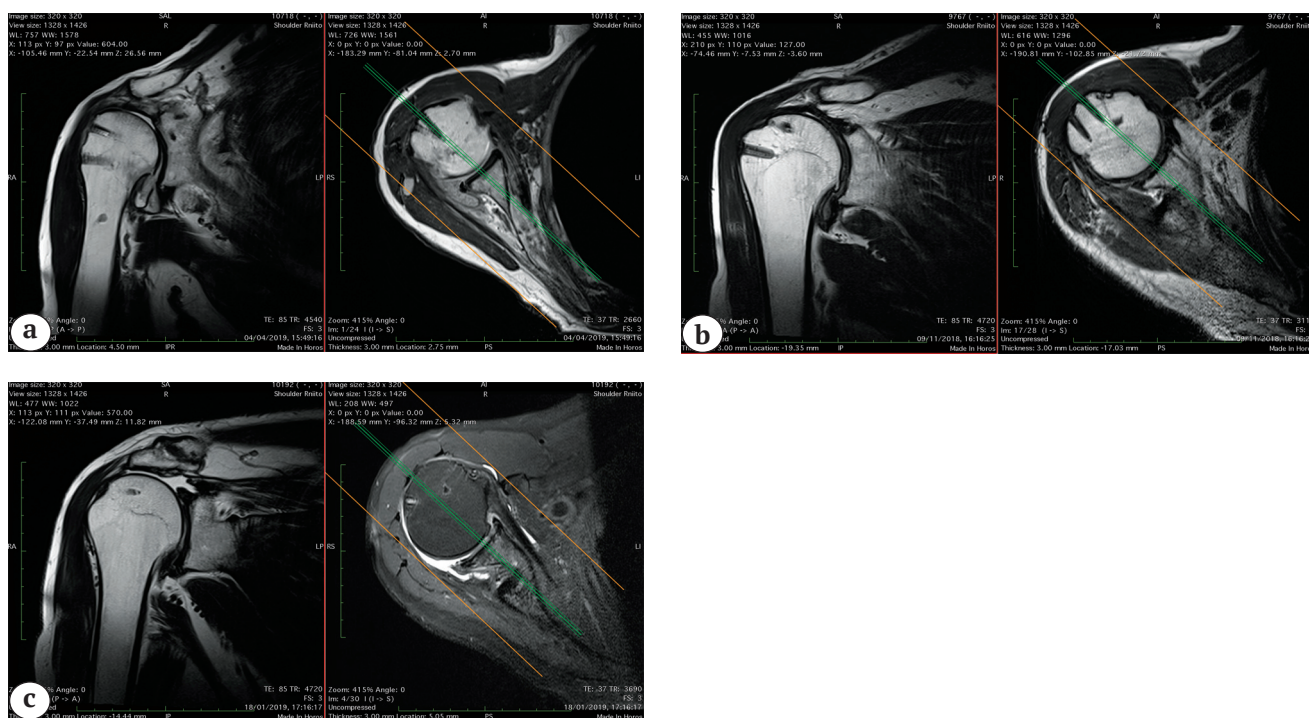


Рис. 5. Варианты МР-картины перестройки трансплантата верхней капсулы плечевого сустава:
 а — полная перестройка и приживление (12 мес. после операции);
 б — вариант частичной резорбции ненагружаемой части трансплантата в месте его фиксации к мышечной и сухожильной части подостной мышцы (9 мес. после операции);
 с — полный разрыв на протяжении и лизис трансплантата (4 мес. после артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава)

Fig. 5. Variants of the MRI picture of the transplant of the upper shoulder capsule:
 a — complete restructuring and replantation (12 months after surgery);
 b — variant of partial resorption of the unloaded part of the graft at the place of its fixation to the muscle and tendon parts of the infraspinatus muscle (9 months after surgery);
 c — complete rupture throughout the graft and its lysis (4 months after arthroscopic reconstruction of the upper shoulder capsule)

Таблица 4

Распределение пациентов по клинко-функциональным результатам выполнения артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава

Клинко-функциональный результат	Группы пациентов в зависимости от данных послеоперационных МРТ, характеризующих степень приживления трансплантата		
	Полная перестройка и приживление трансплантата (n = 6)	Частичное повреждение трансплантата (n = 20)	Полный разрыв и лизис (n = 3) / удаление трансплантата в связи с ГИОХВ (n = 1)
Хороший	4	4	0
Удовлетворительный	2	12	0
Плохой	0	4	4

p<0,005.

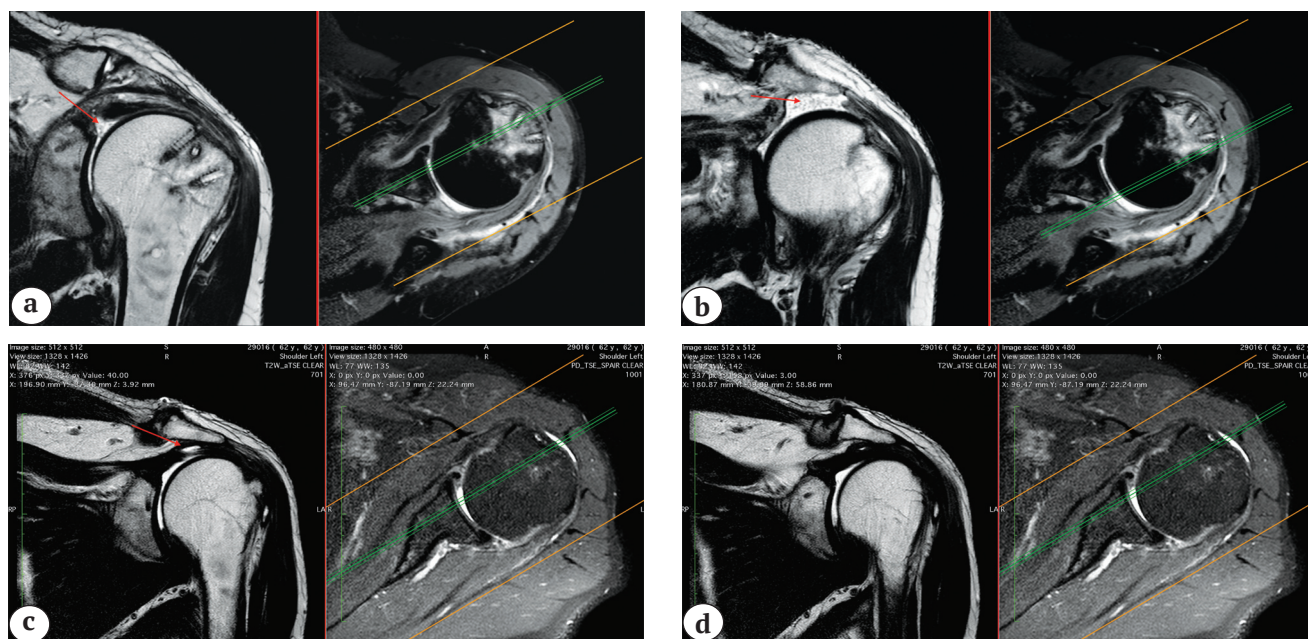


Рис. 6. Динамика перестройки ткани трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса: а — в местах его якорной фиксации к костной ткани суставного отростка лопатки, головке плеча; б — в местах шовной фиксации к подостной мышце на сроке 3 мес. после операции; в — 6 мес. после операции: структура трансплантата ячеистая (рыхлая); г — 12 мес. после операции: структура трансплантата более плотная (полная перестройка). Стрелкой отмечен трансплантат

Fig. 6. Dynamics of tissue restructuring of an acellular dermal collagen matrix graft: а — in places of its anchor fixation to the bone tissue of the glenoid and humeral head; б — in places of suture fixation to the infraspinatus in 3 months after surgery в — 6 months after surgery — graft structure cellular (loose); г — 12 months after surgery — more dense graft structure (complete transplant remodeling) The graft marked with arrow

Обсуждение

К сегодняшнему дню для коррекции массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава в мировой практике разработаны и активно применяются многочисленные варианты хирургических вмешательств, но рациональный алгоритм их применения в лечении таких повреждений по-прежнему не определен [23]. Так, например, хирургические техники частичного артроскопического восстановления сухожильной ткани вращательной манжеты плечевого сустава дают возможность достигать уровня клиничко-функциональных исходов в 77,0–85,7 баллов при изолированном применении, а в комбинации с мостовидными биотрансплантатами-заплатами — 72,3–88,7 баллов по шкале ASES [24, 25, 26, 27, 28]. Однако оба эти варианта лечения, по данным клинических исследований, имеют высокую частоту повторных разрывов сухожильной ткани вращательной манжеты плечевого сустава и случаев выполнения ревизионных вмешательств (41,6–52,0% и 12–24% соответственно) [8, 24, 26, 27, 28].

Хирургическая техника артроскопического трансфера сухожилия широчайшей мышцы спи-

ны также позволяет восстановить амплитуду движений в плечевом суставе и улучшить показатели клиничко-функционального состояния пациентов до 61–70 баллов по ASES, но сложна в исполнении, кардинальным образом меняет нормальную биомеханику плеча и, по данным исследований, имеет высокий риск формирования хронического болевого синдрома с прогрессированием остеоартрита в плечевом суставе у 29–50% пациентов [29, 30].

Наконец, у пациентов с сопутствующей массивному разрыву артропатией плечевого сустава IV–V стадии по классификации K. Hamada самым распространенным выбором ортопедов сегодня является реверсивное эндопротезирование плечевого сустава [31]. Известно, что реверсивное эндопротезирование плечевого сустава эффективно решает проблему болевого синдрома и позволяет достичь неплохих показателей в 65,8–77,0 баллов по ASES, но ограничивает сгибание плеча до 117–121°, что может быть причиной вынужденного снижения уровня физической активности и неудовлетворенности результатами такого лечения у пациентов трудоспособного возраста [32, 33, 34]. Кроме того, реверсивное эндопротезирование

плечевого сустава имеет переменные данные о развитии осложнений (от 13,9% до 39%), но при этом очень ограниченный перечень ревизионных вмешательств [31, 32].

По данным литературы, применение технологии артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава дает возможность достичь уровня в 67,5–82,0 баллов по шкале ASES, что совпадает с данными нашего исследования: средний балл — 69,8±21,0 и 59,5±12,6 при использовании бесклеточного дермального коллагенового матрикса и ауто трансплантата подвздошно-большеберцового тракта соответственно. Такие показатели исходов артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава вполне сопоставимы с аналогичными показателями результативности перечисленных альтернативных вмешательств, а также имеют преимущества в достижении большей амплитуды сгибания (147–160°) в плечевом суставе, чем после выполнения реверсивного эндопротезирования плечевого сустава (117–121°), и более низкой частоты выполнения ревизионных вмешательств (11,7%), чем после частичного артроскопического восстановления вращательной манжеты плечевого сустава (12–24%) [29, 30, 32, 33, 34]. Применение артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава в нашем исследовании позволило достичь амплитуды сгибания плеча 162,3±13,2° и сопровождалось необходимостью ревизионных операций лишь у 4 (13,3%) пациентов.

Хирургическая техника артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава в современной практике продолжает совершенствоваться специалистами с целью достижения лучших функциональных результатов и уменьшения частоты развития осложнений [35]. Предшествующими биомеханическими исследованиями было установлено, что медиальная фиксация биотрансплантатов-заплаток к сухожильной и мышечной ткани остатков вращательной манжеты плечевого сустава, скомпрометированной процессами жировой дегенерации и атрофии, а не к костной ткани суставного отростка лопатки, как при артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава, с большей долей вероятности ведет к возникновению неудачных клинико-функциональных и МРТ-результатов [11].

Т. Mihata с соавторами в кадаверном исследовании циркулярного восстановления верхней капсулы плечевого сустава с фиксацией трансплантата к костной ткани суставного отростка лопатки, головки плечевой кости и к остаткам вращательной манжеты плечевого сустава доказал значимые улучшения показателей стабильности плечевого сустава за счет восстановления тонуса и компрессирующего действия потенциально ин-

тактной подлопаточной мышцы, а также привел данные о значимом снижении подакромияльного контактного давления на элементы вращательной манжеты плечевого сустава при использовании акромиопластики [13, 36]. Данные об особенностях динамики МР-изменений структуры трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса в нашем исследовании нашли подтверждение в опубликованном недавно клиническом наблюдении авторов из США с гистологическим исследованием удаленной головки плечевой кости вместе с фиксированным бесклеточным дермальным коллагеновым матриксом — трансплантатом верхней капсулы, установленным 4 мес. назад. В статье авторы представили доказательства активной перестройки (процессов рецелюризации и неоваскуляризации) бесклеточного дермального коллагенового матрикса в местах крепления его к костной ткани гленоида и головки плеча и мышечно-сухожильной ткани вращательной манжеты плечевого сустава [37].

Самым противоречивым вопросом техники артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава является использование альтернативных источников биологической ткани. Несмотря на то, что первоначально техника артроскопической реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава была предложена и разработана с использованием ауто трансплантата фасции подвздошно-большеберцового тракта, в США сегодня в широкой практике регулярно используется бесклеточный дермальный коллагеновый матрикс [19, 20]. К настоящему времени в литературе мы не встретили клинических исследований артроскопической реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава с высоким уровнем доказательности и стратифицированных по типу трансплантата.

В кадаверном исследовании Т. Mihata с соавторами обнаружили, что после аппаратного биомеханического тестирования однотипными циклическими нагрузками бесклеточного дермального коллагенового матрикса и трансплантата подвздошно-большеберцового тракта первый удлинился на 15%, тогда как размеры последнего не менялись [11]. Кроме того, целый ряд исследований разных авторов показывают удлинение трансплантата и стойкую передне-верхнюю дислокацию головки плечевой кости при использовании в качестве трансплантата верхней капсулы плечевого сустава бесклеточного дермального коллагенового матрикса, о чем свидетельствует уменьшение акромиально-плечевого интервала у наблюдаемых пациентов [38, 39]. Предоперационные показатели акромиально-плечевого интервала варьировали от 4,5 до 7,1 мм, улучшались до 7,6–10,8 мм в ближайшем послеоперационном периоде, а затем ре-

грессировали до 6,7–9,7 мм в период дальнейшего наблюдения за пациентами [38, 39].

S.J. Lee с соавторами рассматривали акромиально-плечевой интервал в качестве ключевого прогностического фактора, определяющего несостоятельность трансплантата для артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава [38].

N. Taniguchi с соавторами обнаружили статистически значимую корреляционную связь показателей послеоперационного акромиально-плечевого интервала после восстановления массивного разрыва вращательной манжеты плечевого сустава с уровнем клинико-функциональных исходов [39].

В доступной литературе мы не встретили оценки изменений в показателях акромиально-плечевого интервала до и после артроскопической реконструкции верхней капсулы плечевого сустава с использованием аутооттрансплантата фасции подвздошно-большеберцового тракта. По данным нашего исследования, акромиально-плечевой интервал в группе пациентов с артроскопической реконструкцией верхней капсулы плечевого сустава из аутооткани подвздошно-большеберцового тракта через один и два года наблюдения находился примерно на одном уровне и составлял в среднем 7,3 мм и 6,9 мм соответственно. Также имеются данные исследований о том, что частота разрыва трансплантата с использованием бесклеточного дермального коллагенового матрикса составила 15,2% — в три раза больше, чем у аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта (5,0%), вероятно, из-за вышеупомянутого удлинения и передне-верхней миграции плечевой кости [8, 23, 26]. В нашем исследовании разрывы трансплантата были зарегистрированы у одного (3,3%) и у двух (6,6%) пациентов в группах бесклеточного дермального коллагенового матрикса и аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта соответственно.

Также различными в зависимости от источника трансплантата были и осложнения — соотношение показателей частоты повреждений трансплантата было в пользу аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта, тогда как в отношении других осложнений наблюдалась иная картина: несостоятельность швов — 23,5% аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта против 0% бесклеточного дермального коллагенового матрикса; послеоперационные разрывы подостного сухожилия — 17,6% аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта против 3,0% бесклеточного дермального коллагенового матрикса; послеоперационная контрактура плечевого сустава — 11,8% аутооттрансплантата подвздошно-большеберцового тракта против 0%

бесклеточного дермального коллагенового матрикса [40]. Большая прочность на растяжение фасции подвздошно-большеберцового тракта по сравнению с бесклеточным дермальным коллагеновым матриксом, вероятно, способствует последнему осложнению. В частности, T. Mihata с соавторами показали, что циркулярная капсулярная конвергенция аутооттрансплантата фасции подвздошно-большеберцового тракта уменьшает диапазон движений и может привести к контрактуре плеча, тогда как при использовании бесклеточного дермального коллагенового матрикса аналогичных эффектов не наблюдалось [40]. В нашем исследовании послеоперационные контрактуры имели место у 3 (10%) пациентов с использованным в качестве трансплантата бесклеточного дермального коллагенового матрикса и у 7 (23,3%) пациентов с аутооттрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта. Существует также не проверенная пока гипотеза о том, что циркулярная непрерывность верхней капсулы может быть полезна при реконструкциях с использованием дермального матрикса, поскольку она обеспечивает дополнительную его фиксацию и может ограничить удлинение трансплантата в медиально-латеральном направлении [41].

Таким образом, современная научная литература показывает, что артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава является перспективным методом хирургического лечения физически активных пациентов трудоспособного возраста с артропатией плечевого сустава на фоне массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава. С технической точки зрения, артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава больше всего напоминает вмешательство с применением биоапатки («скаффолда»), но концепция и биомеханическая основа для них — принципиально разные. При замещении дефекта биотканью трансплантата разрыв сухожилия рассматривается как значимое существенное повреждение вращательной манжеты плечевого сустава, а цель проводимого вмешательства — восстановить анатомическую непрерывность сократившегося и фиксированного к окружающим тканям сухожилия как на протяжении, так и в месте крепления к костной ткани в проксимальном отделе плечевой кости. В противоположность этому артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава имеет своей основной целью восстановление вертикальной стабильности плечевого сустава, центрированного положения головки плечевой кости по отношению к суставной впадине лопатки и улучшения биомеханики плеча в целом.

Этика публикации

Пациенты дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Вклад авторов

Доколин С.Ю. — идея и дизайн исследования, оценка и интерпретация результатов, подготовка рукописи.

Кузьмина В.И. — сбор и обработка материала, оценка и интерпретация результатов, подготовка рукописи.

Марченко И.В. — сбор и обработка материала, оценка и интерпретация результатов, статистическая обработка.

Литература [References]

- Архипов С.В., Кавалерский Г.М. Хирургия плечевого сустава. М.: ГРАНАТ, 2015. 206 с. Arkhipov S.V., Kavalerskii G.M. Khirurgiya plechevogo sustava [Surgery of the Shoulder Joint]. Moscow: GRANAT; 2015. 206 p. (In Russian).
- Логвинов А.Н., Ильин Д.О., Каданцев П.М., Макарьева О.В., Бурцев М.Е., Рязанцев М.С. и др. Особенности диагностики частичных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(2):143-149. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149. Logvinov A.N., Ilyin D.O., Kadantsev P.M., Makarieva O.V., Burtsev M.E., Ryazantsev M.S. et al. [Features of partial rotator cuff tears diagnostics]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(2):143-149. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149.
- Зоря В.И., Зарайский А.С. Лечение деформирующего артроза плечевого сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова* [N.N. Priorov Journal]. 2011;(3):79-67. Zorya V.I., Zaraiyskiy A.S. [Treatment of shoulder deforming arthrosis]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2011;(3):79-67. (In Russian).
- Wani Z., Abdulla M., Habeebullah A., Kalogriantis S. Rotator cuff tears: Review of epidemiology, clinical assessment and operative treatment. *Trauma*. 2016;18(3):190-204. doi: 10.1177/1460408615596770.
- Läderrmann A., Denard P.J., Collin P. Massive rotator cuff tears: definition and treatment. *Int Orthop*. 2015;39(12):2403-2414. doi: 10.1007/s00264-015-2796-5.
- Oh J.H., Park M.S., Rhee S.M. Treatment Strategy for Irreparable Rotator Cuff Tears. *Clin Orthop Surg*. 2018;10(2):119-134. doi: 10.4055/cios.2018.10.2.119.
- Доколин С.Ю., Кузьмина В. И., Марченко И.В., Бельх О.А., Найда Д.А. Артроскопический шов больших и массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава: клинические результаты и данные МРТ. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(3):53-68. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68. Dokolin S.Yu., Kuz'mina V.I., Marchenko I.V., Belykh O.A., Naida D.A. [Arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears: clinical outcomes and postoperative MRI findings]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(3):53-68. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68.
- Anley C.M., Chan S.K., Snow M. Arthroscopic treatment options for irreparable rotator cuff tears of the shoulder. *World J Orthop*. 2014;5(5):557-565. doi: 10.5312/wjo.v5.i5.557.
- Jost B., Koch P.P., Gerber C. Anatomy and functional aspects of the rotator interval. *J Shoulder Elbow Surg*. 2000;9(4):336-341. doi: 10.1067/mse.2000.106746.
- Pouliart N., Somers K., Eid S., Gagey O. Variations in the superior capsuloligamentous complex and description of a new ligament. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007;16(6):821-836. doi: 10.1016/j.jse.2007.02.138.
- Mihata T., McGarry M.H., Pirolo 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. doi: 10.1177/0363546512456195.
- Bond J.L., Dopirak R.M., Higgins J., Burns J., Snyder S.J. Arthroscopic replacement of massive, irreparable rotator cuff tears using a GraftJacket allograft: technique and preliminary results. *Arthroscopy*. 2008;24(4):403-409. doi: 10.1016/j.arthro.2007.07.033.
- Mihata T., McGarry M.H., Kahn T., Goldberg I., Neo M., Lee T.Q. Biomechanical Role of Capsular Continuity in Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Tears of the Supraspinatus Tendon. *Am J Sports Med*. 2016;44(6):142314-142330. doi: 10.1177/0363546516631751.
- Boutsiadis A., Chen S., Jiang C., Lenoir H., Delsol P., Barth J. Long Head of the Biceps as a Suitable Available Local Tissue Autograft for Superior Capsular Reconstruction: «The Chinese Way». *Arthrosc Tech*. 2017;6(5):e1559-e1566. doi: 10.1016/j.eats.2017.06.030.
- Adams C.R., DeMartino A.M., Rego G., Denard P.J., Burkhart S.S. The Rotator Cuff and the Superior Capsule: Why We Need Both. *Arthroscopy*. 2016;32(12):2628-2637. doi: 10.1016/j.arthro.2016.08.011.
- Hirahara A.M., Adams C.R. Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction for Treatment of Massive Irreparable Rotator Cuff Tears. *Arthrosc Tech*. 2015;4(6):637-641. doi: 10.1016/j.eats.2015.07.006.
- Pogorzelski J., Muckenhirn K.J., Mitchell J.J., Kattbogen J.C., Schon J.M., Dahl K.D. et al. Biomechanical Comparison of 3 Glenoid-Side Fixation Techniques for Superior Capsular Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2018;46(4):801-808. doi: 10.1177/0363546517745626.
- Pennington W.T., Bartz B.A., Pauli J.M., Walker C.E., Schmidt W. Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction With Acellular Dermal Allograft for the Treatment of Massive Irreparable Rotator Cuff Tears: Short-Term Clinical Outcomes and the Radiographic Parameter of Superior Capsular Distance. *Arthroscopy*. 2018;34(6):1764-1773. doi: 10.1016/j.arthro.2018.01.009.
- 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. doi: 10.1016/j.arthro.2012.10.022.
- Wall K.C., Toth A.P., Garrigues G.E. How to Use a Graft in Irreparable Rotator Cuff Tears: A Literature Review Update of Interposition and Superior Capsule Reconstruction Techniques. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(1):122-130. doi: 10.1007/s12178-018-9466-3.
- Denard P.J., Brady P.C., Adams C.R., Tokish J.M., Burkhart S.S. Preliminary Results of Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction with Dermal Allograft. *Arthroscopy*. 2018;34(1):93-99. doi: 10.1016/j.arthro.2017.08.265.
- Adams C.R., Denard P.J., Brady P.C., Hartzler R.U., Burkhart S.S. The Arthroscopic Superior Capsular

- Reconstruction. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016;45(5):320-324.
23. Mihata T., Lee T.Q., Fukunishi K., Itami Y., Fujisawa Y., Kawakami T., Ohue M., Neo M. Return to Sports and Physical Work After Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction Among Patients With Irreparable Rotator Cuff Tears. *Am J Sports Med*. 2018;46(5):1077-1083. doi: 10.1177/0363546517753387.
 24. Chen K.H., Chiang E.R., Wang H.Y., Ma H.L. Arthroscopic partial repair of irreparable rotator cuff tears: Factors superior capsule reconstruction for rotator cuff tears 2533 related to greater degree of clinical improvement at 2 years of follow-up. *Arthroscopy*. 2017;33:1949-1955. doi: 10.1016/j.arthro.2017.06.047.
 25. 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. doi: 10.1177/0363546515585122.
 26. Venouziou A.I., Kokkalis Z.T., Sotereanos D.G. Human dermal allograft interposition for the reconstruction of massive irreparable rotator cuff tears. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2013;42(2):63-70.
 27. Gupta A.K., Hug K., Berkoff D.J., Boggess B.R., Gavigan M., Malley P.C., Toth A.P. Dermal tissue allograft for the repair of massive irreparable rotator cuff tears. *Am J Sports Med*. 2012;40(1):141-147. doi: 10.1177/0363546511422795.
 28. Steinhaus M.E., Makhni E.C., Cole B.J., Romeo A.A., Verma N.N. Outcomes After Patch Use in Rotator Cuff Repair. *Arthroscopy*. 2016;32(8):1676-1690. doi: 10.1016/j.arthro.2016.02.009.
 29. El-Azab H.M., Rott O., Irlenbusch U. Long-term follow-up after latissimus dorsi transfer for irreparable posterolateral rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(6):462-469. doi: 10.2106/JBJS.M.00235.
 30. Grimberg J., Kany J. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable postero-superior cuff tears: current concepts, indications, and recent advances. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2014;7(1):22-32. doi: 10.1007/s12178-013-9196-5.
 31. Доколин С.Ю., Варфоломеев А.П., Кузьмина В.И., Артюх В.А., Марченко И.В. Среднесрочные результаты реверсивного эндопротезирования у пациентов с артропатией плеча после массивного разрыва вращательной манжеты. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):7-18. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-7-18.
 - Dokolin S.Yu., Varfolomeev A.P., Kuz'mina V.I., Artyukh V.A., Marchenko I.V. [Outcomes of reverse arthroplasty in patients with shoulder arthropathy and massive rotator cuff tear]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2):7-18. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-7-18.
 32. Sershon R.A., Van Thiel G.S., Lin E.C., McGill K.C., Cole B.J., Verma N.N. et al. Clinical outcomes of reverse total shoulder arthroplasty in patients aged younger than 60 years. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(3):395-400. doi: 10.1016/j.jse.2013.07.047.
 33. Kiet T.K., Feeley B.T., Naimark M., Gajju T., Hall S.L., Chung T.T., Ma C.B. Outcomes after shoulder replacement: comparison between reverse and anatomic total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(2):179-185. doi: 10.1016/j.jse.2014.06.039.
 34. Ernstbrunner L., Suter A., Catanzaro S., Rahm S., Gerber C. Reverse Total Shoulder Arthroplasty for Massive, Irreparable Rotator Cuff Tears Before the Age of 60 Years: Long-Term Results. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(20):1721-1729. doi: 10.2106/JBJS.17.00095.
 35. Ono Y., Dávalos Herrera D.A., Woodmass J.M., Boorman R.S., Thornton G.M., Lo I.K. Graft Augmentation Versus Bridging for Large to Massive Rotator Cuff Tears: A Systematic Review. *Arthroscopy*. 2017;33(3):673-680. doi: 10.1016/j.arthro.2016.08.030.
 36. Mihata T., McGarry M.H., Kahn T., Goldberg I., Neo M., Lee T.Q. Biomechanical Effects of Acromioplasty on Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Supraspinatus Tendon Tears. *Am J Sports Med*. 2016;44(1):191-197. doi: 10.1177/0363546515608652.
 37. Hartzler R.U., Softic D., Qin X., Dorfman A., Adams C.R., Burkhart S.S. The Histology of a Healed Superior Capsular Reconstruction Dermal Allograft: A Case Report. *Arthroscopy*. 2019;35(10):2950-2958. doi: 10.1016/j.arthro.2019.06.024.
 38. Lee S.J., Min Y.K. Can inadequate acromiohumeral distance improvement and poor posterior remnant tissue be the predictive factors of re-tear? Preliminary outcomes of arthroscopic superior capsular reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(7):2205-2213. doi: 10.1007/s00167-018-4912-8.
 39. Taniguchi N., D'Lima D.D., Suenaga N., Ishida Y., Lee D., Goya I., Chosa E. Translation of the humeral head scale is associated with success of rotator cuff repair for large-massive tears. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18:511. doi: 10.1186/s12891-017-1874-9.
 40. Mihata T., Bui C.N.H., Akeda M., Cavagnaro M.A., Kuenzler M., Peterson A.B. et al. A biomechanical cadaveric study comparing superior capsule reconstruction using fascia lata allograft with human dermal allograft for irreparable rotator cuff tear. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(12):2158-2166. doi: 10.1016/j.jse.2017.07.019.
 41. Shim S.B., Jeong J.Y., Kim J.S., Yoo J.C. Evaluation of risk factors for irreparable rotator cuff tear in patients older than age 70 including evaluation of radiologic factors of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(11):1932-1938. doi: 10.1016/j.jse.2018.07.0.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Доколин Сергей Юрьевич — канд. мед. наук, старший научный сотрудник, отделение лечения травм и их последствий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Кузьмина Владислава Игоревна — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, отделение лечения травм и их последствий, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Марченко Илья Владимирович — аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

AUTHORS' INFORMATION:

Sergey Yu. Dokolin — Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Vladislava I. Kuz'mina — Cand. Sci. (Med.), Assistant Researcher, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Ilya V. Marchenko — Graduate Student, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation