

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ ИМЕНИ Р.Р.ВРЕДЕНА»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

НАЙДА

Дарья Александровна

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ВАРИАНТА  
ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ  
ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ С МАССИВНЫМИ  
ЗАДНЕВЕРХНИМИ РАЗРЫВАМИ ВРАЩАТЕЛЬНОЙ МАНЖЕТЫ  
(клинико-экспериментальное исследование)

3.1.8 – травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук  
Сергей Юрьевич Доколин

Санкт-Петербург

2022

ОГЛАВЛЕНИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С АРТРОПАТИЕЙ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ВСЛЕДСТВИЕ МАССИВНЫХ РАЗРЫВОВ ВРАЩАТЕЛЬНОЙ МАНЖЕТЫ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	17
1.1. Медико-социальная значимость массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава	17
1.2. Анатомия и биомеханика верхнего капсульно-сухожильного комплекса плечевого сустава и его роль в обеспечении соответствия центров ротации головки плечевой кости и суставной впадины лопатки	19
1.3 Вертикальная нестабильность и артропатия плечевого сустава как следствие полнослойного разрыва вращательной манжеты плечевого сустава. Актуальные классификации повреждения вращательной манжеты плечевого сустава	23
1.4. Хирургические методы лечения пациентов с дефектами верхней части капсулы сустава	31
1.5. Резюме	41
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	43
2.1. Обоснование и общая структура исследования	43
2.2. Материал исследования	45
2.2.1. Материалы экспериментального исследования	45
2.2.2. Материалы клинического исследования	46
2.3. Методики исследований	48
2.3.1. Методика проведения экспериментальной части работы	48
2.3.2. Методики клинических исследований	53
2.3.2.1. Методика измерения амплитуды движений в плечевом суставе	53
2.3.2.2. Методика выполнения клинических тестов для выявления патологии вращательной манжеты плечевого сустава	54

2.3.2.3. Методика оценки функционального состояния плечевого сустава	63
2.3.2.4. Методика проведения магнитно-резонансной томографии плечевого сустава и оценки структурных изменений в зоне реконструкции	65
2.3.2.5. Методика восстановительного лечения после операции	71
2.5. Статистическая обработка количественных данных	71
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ БИОМАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ ДЛЯ ПЛАСТИКИ ВЕРХНИХ ОТДЕЛОВ КАПСУЛЫ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА	73
3.1. Характеристика изученных биоматериалов	73
3.2 Результаты экспериментальной оценки прочности и растяжимости изученных биоматериалов	77
3.3. Итоги экспериментального изучения прочности хирургических швов, наложенных на исследованные биоматериалы	80
3.4. Обсуждение полученных результатов	82
ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ИЗУЧЕННОГО ПРОФИЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ ДЛЯ ПЛАСТИКИ ВЕРХНИХ ОТДЕЛОВ КАПСУЛЫ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА	87
4.1. Методика выполнения транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины в комбинации с реконструкцией верхней части капсулы ауто сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча	87
4.2. Клинико-функциональные результаты лечения пациентов пяти клинических групп	99

4.3. Результаты сравнительной оценки значений акромиально-плечевого интервала до и после оперативного лечения пациентов пяти клинических групп	106
4.4. Сравнительная оценка структурных изменений пересаженных биотрансплантатов	109
4.5. Анализ осложнений и их влияние на исходы лечения пациентов пяти клинических групп	116
ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КЛИНИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИССЛЕДОВАННЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ И ОБОСНОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИХ ВЫБОРУ ДЛЯ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ	125
5.1. Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов клинического применения различных трансплантатов в ходе реконструктивных операций	125
5.2. Сравнение показателей акромиально-плечевого интервала у пациентов пяти клинических групп	132
5.3. Структурные изменения трансплантатов у пациентов пяти клинических групп	134
5.4. Сопоставление и обсуждение результатов экспериментального и клинического исследований	138
5.5. Обоснование рекомендаций по выбору предпочтительной методики пластики верхних отделов капсулы плечевого сустава у профильных пациентов	142
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	145
ВЫВОДЫ	149
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	151
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	153
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	154
ПРИЛОЖЕНИЯ	180

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Разрывы сухожилий мышц вращательной манжеты плечевого сустава (ВМПС) являются одной из наиболее частых причин обращения за медицинской помощью пациентов старше 60 лет [26, 71, 126, 136, 150, 156, 223]. Известно, что от 20 до 50% населения указанной возрастной группы имеют повреждения сухожильной ткани ВМПС, при этом 56% этих разрывов сопровождаются выраженной клинической симптоматикой: болью и нарушениями функции верхней конечности [172, 179, 211, 227]. Поэтому, например, в Великобритании ежегодно выполняется свыше 25 000 артроскопических вмешательств по восстановлению симптоматических разрывов ВМПС, и этот показатель продолжает постоянно увеличиваться в последние годы [147].

По данным научной литературы, от 10% до 40% всех повреждений ВМПС приходятся на массивные разрывы [31, 127, 184]. Большинство авторов относят полнослойный разрыв ВМПС к массивному, если в повреждение вовлечено два и более сухожилий [128]. Поскольку значимое жировое перерождение мышечной части вращателей плеча при полнослойных разрывах их сухожилий происходит уже в первые 3–6 месяцев после повреждения, для таких разрывов характерна ретракция поврежденных сухожилий до уровня центральной части головки плечевой кости (ГПК) или края суставной впадины лопатки (СВЛ) [73, 117, 132, 159, 160, 174, 175, 198, 202]. Известно, что возможность полного анатомического восстановления при хирургическом лечении массивных разрывов ВМПС значительно ограничена дегенеративными изменениями ее мышечной и сухожильной тканей, что определило использование термина «невосстановимый разрыв» [168, 75, 82, 130, 231]. Однако при острой травме нередко встречаются массивные разрывы, характеризующиеся хорошим качеством и мобильностью поврежденных сухожилий, что определяет реальные возможности для раннего хирургического восстановления с использованием артроскопических технологий и якорного шва [61, 173, 181].

При массивных полнослойных разрывах ВМПС обычно происходит децентрация ГПК, которая смещается кверху относительно СВЛ под действием тяги дельтовидной мышцы в условиях отсутствия адекватного компрессирующего действия мышц-вращателей плеча [78, 97, 102, 209]. Это приводит к возникновению вторичной вертикальной нестабильности плечевого сустава и развитию его артропатии – уникального варианта остеоартрита плечевого сустава из-за клинически значимого смещения ГПК в передне-верхнем направлении, который характеризуется существенным ограничением движений и болью в области плечевого сустава (ПС) [183]. В свою очередь, артропатия плечевого сустава (АПС) примерно в 20% случаев осложняется развитием псевдопаралича верхней конечности (ППВК), отличающегося почти полной потерей активных движений в плечевом суставе и приводящего пациентов к инвалидизации [98, 114, 209].

Для устранения вертикальной нестабильности ПС, обусловленной массивными разрывами ВМПС и приводящей к грубым нарушениям нормальной биомеханики, разработаны различные варианты хирургических реконструктивных вмешательств – от различных вариантов якорного шва сухожильной ткани и замещающих утраченные ротаторы мышечно-сухожильных трансферов до реверсивного эндопротезирования плечевого сустава (РЭПС) [40, 137, 153, 171, 184, 203]. Однако в настоящее время результаты таких операций далеки от ожиданий пациентов и врачей, а единые подходы к выбору тактики лечения пациентов обсуждаемого профиля находятся в стадии разработки и согласований между специалистами [39, 122, 153, 208]. Поэтому можно констатировать, что, несмотря на многочисленные исследования и предлагаемые варианты хирургических решений, в настоящее время проблема эффективного лечения пациентов с вертикальной нестабильностью и артропатией плечевого сустава вследствие массивных разрывов ВМПС окончательно не решена и требует дальнейшей разработки [31, 62, 67, 153, 169].

### **Степень разработанности темы исследования**

На протяжении многих лет пациенты изучаемого профиля лечились преимущественно консервативно с диагнозом «плечелопаточный периартрит», а ле-

чение включало инъекции кортикостероидов, физиотерапию и лечебную физкультуру, направленную на укрепление окружающих мышц и увеличение амплитуды движений в ПС [58, 122, 208]. В настоящее время считается, что при длительном консервативном лечении ввиду отсутствия потенциала поврежденных структур ВМПС к самовосстановлению значительно увеличивается риск развития АПС [39, 41, 224]. Длительно существующие массивные разрывы ВМПС характеризуются прогрессированием дегенеративных изменений, приводящих к необратимой жировой инфильтрации (ЖИ) и атрофии мышечной части, ретракции сухожилий. При этом наиболее часто встречаются задневерхние разрывы ВМПС, для которых характерны повреждения и последующее жировое перерождение надостной мышцы [73, 115, 130, 134, 175, 216]. Подобные изменения возникают и у пациентов с повторными разрывами ВМПС после выполнения первичной реконструкции с наложением костно-сухожильных якорных швов [103, 105, 125]. Поэтому в популяции увеличивается количество невосстановимых массивных разрывов ВМПС, что затрудняет дальнейшее лечение и в конечном счете существенно нарушает у профильных пациентов функции ПС, снижает качество их жизни и даже приводит к инвалидизации в трудоспособном возрасте. Так, при массивных разрывах ВМПС частота развития ППВК достигает 20–80% [95, 96, 98, 114, 115].

С учетом сказанного в настоящее время для пациентов с вертикальной нестабильностью и артропатией ПС вследствие массивных разрывов ВМПС предпочтительным считается хирургическое лечение [62, 173, 189, 220]. Хирургические методики включают: артроскопическую обработку сухожилий (дебридмент), удаление подакромиальной синовиальной сумки и резекцию акромиального конца ключицы, установку биодеградируемого «баллона» между акромиальным отростком лопатки и ГПК, тенотомию или тенодез сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча с частичной или полной артроскопической реконструкцией поврежденных тканей ВМПС костно-сухожильным якорным швом, транспозицию в дефекты ВМПС лоскутов из подлопаточной или надостной мышцы, а также сухожилий широчайшей мышцы спины (ШМС), нижней части трапецевидной,

большой круглой и дельтовидной мышц, реконструкцию верхней части капсулы ПС с использованием алло- и ауто трансплантатов, а также реверсивное эндопротезирование плечевого сустава [14, 18, 42, 49, 54, 153, 173, 214, 223]. К сожалению, ни одна из перечисленных методик не является универсальной, а показания к их выбору не определены достаточно точно и дискутируются в научной литературе.

Известно, что в среднем у 86% пациентов при массивных разрывах ВМПС наблюдается комбинированный отрыв сухожилий надостной и подостной мышц, что приводит к их жировому перерождению в течение 3–4 месяцев [142]. Эти патологические изменения обуславливают высокую долю случаев несостоятельности артроскопического якорного шва (АЯШ) поврежденных сухожилий. Аугментация сухожилий алло- и ауто трансплантатами, хотя и позволяет закрыть имеющиеся дефекты тканей, по данным ряда авторов, также ассоциирована с высокой долей несостоятельности АЯШ и с неудовлетворительными клинико-функциональными исходами лечения. В частности, при частичном АЯШ ВМПС частота таких проблем, как увеличение размеров дефектов сухожильной ткани в области бугорков ГПК или повторное ее повреждение, составляет от 20% до 96%. По данным магнитно-резонансной томографии (МРТ), после выполнения частичной реконструкции сохранившейся части сухожилий подостной и подлопаточной мышц с использованием АЯШ у таких пациентов восстанавливается горизонтальный баланс сил, компрессирующих ГПК к СВЛ, но при этом сохраняется вертикальная нестабильность ПС [79]. Неустраненная передневерхняя дислокация в виде подвывиха ГПК является биомеханической основой артропатии ПС, имеющей такие клинические проявления, как боль и ППВК [181].

В этой связи перспективными признаны операции, создающие «спейсер-эффект» между ГПК и акромиальным отростком лопатки. Среди них выделяют биомеханически-ориентированные реконструкции (БОР), при выполнении которых используются ауто- и/или аллоткани или синтетические имплантаты. В 2012 г. была описана новая методика для лечения пациентов с использованием биодеградируемого субакромиального спейсера InSpace (Orthospace, Израиль) [32, 225,



226]. Эта методика является технически простой и безопасной, но, к сожалению, не дает долгосрочных улучшений при применения у физически активных пациентов трудоспособного возраста [148, 159].

Среди БОР, помимо операций, обеспечивающих «спейсер-эффект», существуют также варианты динамической стабилизации ПС за счет транспозиции сухожилий мышц, окружающих плечевой сустав. Так, в литературе описаны транспозиции сухожилия ШМС, нижней части трапециевидной, большой круглой и дельтовидной мышц. Использование мышечных трансферов имеет ограничения: в частности, одним из противопоказаний является наличие у пациентов ПВВК [222]. В научной литературе отмечается высокий уровень частоты несостоятельности трансферов: частота разрывов в зоне сухожильно-мышечного перехода достигает 43%, а отрыв от места прикрепления к кости – 26% [71, 136, 185, 223]. Эти факты указывают на необходимость дополнительной аугментации и укрепления перемещаемых сухожилий за счет применения различных пластических биоматериалов и совершенствования способов их фиксации в местах анатомического прикрепления [48, 71, 126, 136, 150, 223].

Наиболее перспективным вариантом БОР в настоящее время считается артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава (АРВКПС), которую можно рассматривать как статический биологический спейсер. Биомеханическое обоснование и первое описание техники АРВКПС были сделаны японскими ортопедами Т. Mihata с коллегами в 2012 году [176]. С тех пор методика получила широкое распространение во всем мире, показав хорошие и отличные как среднесрочные, так и долгосрочные результаты [65, 67, 87, 209]. Данная методика является воспроизводимой и доступна хирургам, уверенно оперирующим поврежденные ротаторы плеча, и может быть реализована с любыми якорными фиксаторами. Одним из главных факторов, определяющих успех операции, является правильный выбор биоматериала для пересадки, но четких критериев для этого до сих пор не выработано. В частности, в научной литературе обсуждается приоритет схожести гистологического строения с утерянными тканями или же прочностных характеристик биотрансплантатов [83, 99, 194, 219]. Кроме того, немаловаж-

ным является доступность и возможность применения различных биоматериалов в разных странах, а также стоимость проведения операций [123, 144, 151, 186].

Помимо рассмотренных операций, в качестве крайнего варианта спасения функции пораженного ПС рассматривается также технология РЭПС, которая позволяет компенсировать функциональные потери от безвозвратной утраты элементов ВМПС за счет внешних мышц лопатки, прежде всего дельтовидной мышцы [15, 158, 222]. Однако при хороших ближайших исходах РЭПС в среднесрочном и отдаленном периодах наблюдения за пациентами отмечен высокий риск развития различных осложнений, а также низкая долгосрочная выживаемость (от 5 до 15 лет) установленных компонентов эндопротезов [88, 191, 230].

Таким образом, рациональный и обоснованный выбор наиболее подходящего варианта хирургического лечения пациентов с вертикальной нестабильностью и артропатией плечевого сустава вследствие массивных разрывов ВМПС имеет особую актуальность в современных условиях [32]. Потому обоснование рационального выбора пластического биоматериала для трансплантатов, замещающих верхнюю часть капсулы ПС, а также показания к применению и совершенствование техники реконструктивных артроскопических операций у пациентов обсуждаемого профиля стало темой нашего диссертационного исследования.

**Цель исследования** – посредством собственных экспериментальных и клинических исследований обосновать рациональные подходы к выбору предпочтительных видов пластических биоматериалов и вариантов артроскопической реконструкции плечевого сустава у пациентов с вертикальной нестабильностью и артропатией вследствие массивных задневерхних разрывов вращательной манжеты.

#### **Задачи исследования:**

1. Провести сравнительное изучение в эксперименте с использованием специальной испытательной машины показателей прочности на разрыв и устойчивости к прорезыванию швов трех образцов биологических материалов, применяющихся для пластики верхней части капсулы плечевого сустава.

2. Изучить в сравнительном плане динамику изменений функциональных исходов лечения после различных вариантов артроскопической реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава у пациентов с его артропатией и вертикальной нестабильностью вследствие массивных задневерхних разрывов вращательной манжеты.

3. Выполнить посредством магниторезонансной томографии и рентгенограмм сравнительный анализ структурных изменений и состоятельности пересаженного пластического материала и степени коррекции вертикальной нестабильности плечевого сустава у профильных пациентов после проведения пяти различных вариантов реконструктивных артроскопических операций.

4. На основании сравнительной оценки результатов проспективного клинического исследования уточнить показания и обосновать рекомендации по выбору предпочтительных видов пластических биоматериалов и вариантов артроскопической коррекции вертикальной нестабильности плечевого сустава у пациентов с массивными задневерхними разрывами его вращательной манжеты.

#### **Научная новизна исследования.**

1. Получены новые экспериментальные данные о прочности на разрыв и устойчивости к прорезыванию перспективных биоматериалов, применяющихся для пластики верхней части капсулы плечевого сустава в ходе реконструктивных артроскопических операций.

2. Разработана и успешно внедрена в клиническую практику оригинальная методика выполнения артроскопически ассистированной транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины у пациентов с вертикальной нестабильностью плечевого сустава вследствие массивных разрывов его вращательной манжеты, на которую получен патент РФ на изобретение № 2729020.

3. В ходе проспективного клинического исследования получены новые сведения об эффективности использования различных пластических биоматериалов и разных вариантов артроскопической реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава у пациентов изученного профиля.

4. На основании собственных экспериментальных и клинических исследований обоснованы рекомендации по выбору предпочтительных видов пластических биоматериалов и вариантов артроскопической коррекции вертикальной нестабильности плечевого сустава у пациентов с массивными задневерхними разрывами его вращательной манжеты.

### **Практическая значимость диссертационной работы**

1. Новые данные о прочностных характеристиках перспективных пластических биоматериалов, полученные в эксперименте с использованием специальной испытательной машины, расширили представления о целесообразности их клинического использования.

2. Разработанная и успешно апробированная в клинике оригинальная методика выполнения артроскопически ассистированной транспозиции широчайшей мышцы спины расширяет арсенал реконструктивных операций и снижает затраты на лечение пациентов с артропатией плечевого сустава, вызванной массивными разрывами его вращательной манжеты.

3. Обоснование рекомендаций по рациональному выбору пластического биоматериала и уточнение показаний к выполнению разных вариантов оперативных вмешательств будут способствовать улучшению результатов лечения пациентов с вертикальной нестабильностью и артропатией плечевого сустава, обусловленных массивными задневерхними разрывами вращательной манжеты.

### **Методология и методы исследования**

Проведенное диссертационное исследование включало экспериментальную и клиническую части, объединенные общим замыслом и целью. В ходе предварительно выполненного экспериментального исследования с использованием специальной испытательной машины были изучены в сравнительном плане прочность на разрыв и устойчивость к прорезыванию швов трех образцов биологических материалов, применяющихся в клинике в ходе реконструктивных артроскопических

операций. Это позволило оценить их пригодность и перспективность для пластики верхней части капсулы плечевого сустава у пациентов изученного профиля.

Далее в ходе проспективного клинического исследования в пяти клинических группах у 65 пациентов были изучены в динамике в сроки до 18 месяцев после выполненных операций клиничко-функциональные исходы лечения с использованием балльных оценочных шкал ASES, UCLA и Constant shoulder. Помимо этого, у прооперированных пациентов на основании данных МРТ-исследований были проанализированы в сравнительном плане структурные изменения и состоятельность пяти разных видов пересаженных биотрансплантатов, оценены изменения после оперативного лечения величины акромиально-плечевого интервала, а также изучены возникшие осложнения. Кроме того, в ходе клинической части диссертационного исследования успешно прошла клиническую апробацию предложенная оригинальная методика артроскопически-ассистированной транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины у пациентов с вертикальной нестабильностью плечевого сустава вследствие массивных разрывов его вращательной манжеты, на которую был получен патент РФ на изобретение № 2729020.

На заключительном этапе диссертационной работы, на основании проведенного совокупного анализа результатов экспериментального исследования прочностных характеристик ряда биоматериалов, клинических исходов выполненных реконструктивных артроскопических операций и оценки данных МРТ, характеризующих состояние пересаженных биотрансплантатов, были обоснованы рекомендации по рациональному выбору предпочтительных видов пластических биоматериалов и вариантов артроскопической коррекции вертикальной нестабильности плечевого сустава у пациентов изученного профиля.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Изученные в эксперименте прочностные свойства бесклеточного дермального матрикса и аллотрансплантата подвздошно-большеберцового тракта представляются перспективными для применения их в качестве пластических в ходе операций артроскопической реконструкции при массивных разрывах вращатель-

ной манжеты плечевого сустава, а аллотрансплантат твердой мозговой оболочки имеет существенный недостаток, обусловленный его малой прочностью на разрыв.

2. Все изученные варианты реконструктивных артроскопических операций на плечевом суставе, за исключением пластики верхней части его капсулы аллотрансплантатом твердой мозговой оболочки, обеспечивают через 12 месяцев после оперативного лечения значимое улучшение утраченных функций, а к сравнительно лучшим функциональным исходам приводят артроскопическая пластика верхней части капсулы плечевого сустава бесклеточным дермальным матриксом и аутоотрансплантатом сухожилия двуглавой мышцы плеча в сочетании с транспозицией широчайшей мышцы спины.

3. Наибольшие доли полного приживления биотрансплантатов, пересаженных в ходе выполненных артроскопических вмешательств, а также наилучшие показатели коррекции акромиально-плечевого интервала, характеризующего степень выраженности артропатии плечевого сустава, обеспечивают варианты артроскопических реконструкций, использованные у пациентов четвертой и пятой клинических групп.

4. В качестве предпочтительных реконструктивных операций для пациентов с вертикальной нестабильностью и артропатией плечевого сустава вследствие массивных задневерхних разрывов вращательной манжеты могут быть обоснованно рекомендованы артроскопическая пластика верхней части капсулы бесклеточным дермальным матриксом и аутоотрансплантатом сухожилия двуглавой мышцы плеча в сочетании с транспозицией широчайшей мышцы спины, а от применения в ходе подобных операций аллотрансплантата твердой мозговой оболочки следует отказаться.

### **Апробация и реализация результатов исследования**

Результаты исследования диссертационной работы были доложены и обсуждались на научно-практических конференциях с международным участием: конгрессе ESSKA (Глазго, Шотландия, 2018), «Вреденовские чтения» (Санкт-

Петербург, 2019; 2021), XXVI всероссийской конференции молодых ученых «Актуальные проблемы биомедицины» (Санкт-Петербург, 2020), «Артромоств» (Москва, 2020; 2021), Евразийском ортопедическом форуме (Москва, 2021).

По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации научных результатов диссертационных исследований, в том числе получен патент РФ на изобретение № 2729020.

Результаты диссертационного исследования используются в практике работы и при обучении ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программе дополнительного образования в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и в ГВКГ им. Н.Н. Бурденко Минобороны России.

#### **Личное участие автора в получении результатов.**

Диссертант самостоятельно провел анализ профильной отечественной и зарубежной научной литературы для обоснования цели и задач диссертационного исследования, лично выполнил стендовые экспериментальные исследования, провел анализ полученных результатов.

В ходе клинической части работы автор принимал участие в отборе профильных пациентов, участвовал в качестве оператора или ассистента в части операций, проводил контрольные осмотры прооперированных пациентов на всех сроках наблюдения, заносил в протоколы результаты опросов, клинических тестов и измерений, анализировал МРТ и рентгенограммы, выполнял телефонные опросы пациентов, а также провел статистическую обработку полученных количественных данных. Им также были сформулированы выводы и практические рекомендации диссертационной работы, написан текст диссертации. Помимо этого, диссертант принимал активное участие в подготовке публикаций и заявки на изобретения по теме диссертации, выступал с научными докладами по результатам проведенных исследований.

**Объем и структура диссертации.**

Диссертационная работа изложена на 185 страницах текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы и приложений. Диссертация содержит 71 рисунок и 23 таблицы. Список литературы включает 231 источник, из них 60 отечественных и 171 – иностранных авторов.



# ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С АРТРОПАТИЕЙ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ВСЛЕДСТВИЕ МАССИВНЫХ РАЗРЫВОВ ВРАЩАТЕЛЬНОЙ МАНЖЕТЫ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

## 1.1. Медико-социальная значимость массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава

Вращательная манжета, состоящая из сухожилий надостной, подостной, подлопаточной и малой круглой мышц играет огромную роль в движениях и стабилизации ПС [24, 166, 212]. Впервые повреждение сухожилий ВМПС описал J.G. Smith в 1834 году, опубликовав в *London Medical Gazette* семь подробных случаев повреждения, выявленные при диссекции трупов [205]. На данный момент проведены и опубликованы многие тысячи исследований, посвященных данной проблематике.

Повреждение ВМПС является наиболее частой причиной инвалидности среди заболеваний ПС и особенно распространено среди людей старшего и пожилого возраста [228]. Необходимо учитывать и тот факт, что массивные разрывы ВМПС больше характерны для пациентов старше 60 лет, а у людей среднего возраста чаще встречаются бессимптомно протекающие частичные разрывы, которые могут со временем или на фоне незначительных травм прогрессировать. Ряд авторов предполагают, что дегенеративные процессы, происходящие в сухожилиях ВМПС, связаны с естественным старением [179, 211].

С ростом доли пожилого населения мы становимся свидетелями увеличения количества пациентов, жалующихся на боль в ПС. Повышенные требования людей к состоянию здоровья обусловлены не только необходимостью повседневной и профессиональной жизнедеятельности, но и желанием заниматься спортом. И среди пожилых людей отмечается необходимость оставаться физически активными с высоким уровнем функциональных возможностей [76,

210]. Это является обоснованием проведения хирургического лечения пациентов пожилого возраста.

Большая часть операций, проводимых на ПС у пациентов среднего и пожилого возраста преимущественно связана с реконструкциями сухожилий вращательной манжеты [189]. Так, в США ежегодно выполняется до 10 000 реконструктивных операций на сухожилиях ВМПС [67]. В литературе выделяют ряд факторов, предрасполагающих к формированию разрыва ВМПС: мужской пол, доминирующая рука, травмы ПС в анамнезе, анатомические особенности ПС, генетические факторы [228].

Современные исследования показывают, что частота разрывов сухожилий ВМПС увеличивается пропорционально возрасту: у людей 60 лет повреждение вращательной манжеты наблюдается у 20%, у лиц старше 80 лет разрывы возникают в 80% случаев [179]. Позднее К. Yamaguchi с соавт. обнаружили, что пациенты с симптоматическим разрывом манжеты в возрасте 66 лет и старше имеют 50% вероятность разрыва на контралатеральной конечности [227], при этом часть разрывов протекает бессимптомно [211].

У 30-40% пациентов с асимптомными разрывами в течение 2–5 лет регистрируются клинические проявления [154, 180]. Ряд авторов сообщают, что в среднем 30% всех разрывов ВМПС приходится на массивные [184, 220]. Именно эти разрывы чаще приводят к потере работоспособности, длительному лечению и связаны с высокими затратами медицинских учреждений на проведение их лечения [104].

С учетом перечисленных выше данных становится очевидной насущная необходимость совершенствовать подходы к лечению профильных пациентов, чтобы улучшить послеоперационные результаты и сократить экономические затраты.

## **1.2. Анатомия и биомеханика верхнего капсульно-сухожильного комплекса плечевого сустава и его роль в обеспечении соответствия центров ротации головки плечевой кости и суставной впадины лопатки**

Биомеханика ПС очень сложна. В обеспечении движений в ПС участвуют четыре сустава: плече-лопаточный, акромиально-ключичный, лопаточно-реберный и грудино-ключичный [42]. Движения в суставе осуществляют 18 мышц, которые действуют синергично. ПС – один из самых подвижных суставов в организме человека, он имеет шесть степеней свободы [16]. Эта подвижность обеспечивается благодаря тому, что площадь суставной поверхности ГПК примерно в три раза больше площади СВЛ [24]. Следствием этой подвижности является предрасположенность к нестабильности сустава [2]. Для компенсации нехватки костной конгруэнтности ГПК и СВЛ, в ПС существуют статические и динамические стабилизаторы. Динамическими стабилизаторами являются: ДМ, двуглавая мышца плеча и мышцы вращательной манжеты, которые обеспечивают соответствие центров ротации ГПК и СВЛ в середине дуги амплитуды движений. Статические стабилизаторы обеспечивают соответствие центров ротации в крайних точках диапазона движений и включают в себя суставную губу, плечевые связки и капсулу ПС [167]. Большинство исследований и публикаций о роли и функции статических стабилизаторов посвящены лечению нестабильности, а именно – участию суставной губы и передненижней части капсулы в обеспечении стабильности сустава. А функция верхней части капсулы ПС в поддержании нормальной биомеханики до недавнего времени была недооценена и присваивалась всецело вращательной манжете ПС [146].

В своей работе мы выделяем верхний капсуло-сухожильный комплекс ПС, который включает верхнюю часть капсулы, ротаторный кабель и сухожилия надостной и подостной мышц [195, 207]. Впервые диссекцию плечевого сустава провел Р. J. Rudinger в 1857 году, описав ее как довольно тонкую синовиально-фиброзную муфту. Общая площадь поверхности капсулы сустава в два раза больше, чем ГПК [102]. Толщина капсулы ПС, по данным одних авторов, варьирует от 1,32 до 4,47 мм, в то время, как по данным других исследователей,

находится в более узком диапазоне от 1,6 до 4,0 мм [67, 102, 146, 187]. Кровоснабжение капсулы ПС описал в 2002 году J. L. Andary [68]. Капсула имеет обширную сосудистую сеть, берущую начало от передней и задней огибающих артерий плеча, огибающей артерии лопатки и надлопаточной артерии. Капсула ПС имеет несколько дубликатур, которые образуют верхнюю, среднюю и нижнюю суставно-плечевые связки. Нижняя суставно-плечевая связка имеет передний и задний пучки, между ними капсула сустава прикрепляется значительно ниже хирургической шейки плечевой кости, увеличивая полость сустава и образуя карман Риделя, который позволяет максимально отводить плечо, а капсула, образующая его, поддерживает ГПК во время максимального отведения руки [12, 44, 56]. Верхняя часть капсулы ПС представляет собой фиброзную структуру, расположенную между сухожилиями вращательной манжеты и полостью сустава [146]. Утолщение волокон верхней части капсулы впервые описал J. Clark в 1990 году, отнеся это к части клювовидно-плечевой связки [91]. Верхнюю часть капсулы ПС можно сравнить с гамаком, покрывающим сустав и предотвращающим вместе с сухожилиями ротаторной манжетой контакт ГПК с нижней поверхностью акромиального отростка лопатки [102]. Верхняя часть капсулы сустава прикрепляется к большому бугорку плечевой кости и занимает от 30% до 61% площади его поверхности [187]. При измерении в медиально-латеральном направлении разброс ширины прикрепления капсулы сустава к большому бугорку составляет от 3,5 мм до 9,1 мм, а сухожилий вращательной манжеты – от 3,5 мм до 9,7 мм, соответственно; капсула занимает такую же площадь прикрепления на большом бугорке, как и сухожилия вращательной манжеты (рис 1.).

Структура капсулы ПС переменна в популяции. Варианты ее различной анатомии были описаны N. Pouliart с соавт. в 2007 году [195]. Было доказано, что капсула ПС неоднородна по своей структуре и имеет утолщения и истончения [187]. Исходя из вариантов анатомии, истончение капсулы в области прикрепления сухожилий ВМПС может быть предрасполагающим фактором к их повреждению, а утолщение в этой области способствует увеличению прочности [102].

Стоит отметить, что в области переднего края надостной и заднего края подостной мышц имеются утолщения. В средней же части крепления к большому бугорку плечевой кости у заднего края надостной мышцы капсула имеет наименьшую толщину крепления. Таким образом, участки с наибольшим по ширине прикреплением верхней капсулы ПС соответствуют точкам крепления ротаторного кабеля, и ряд авторов рассматривает его как утолщение верхней капсулы [67, 146, 195, 206, 207].

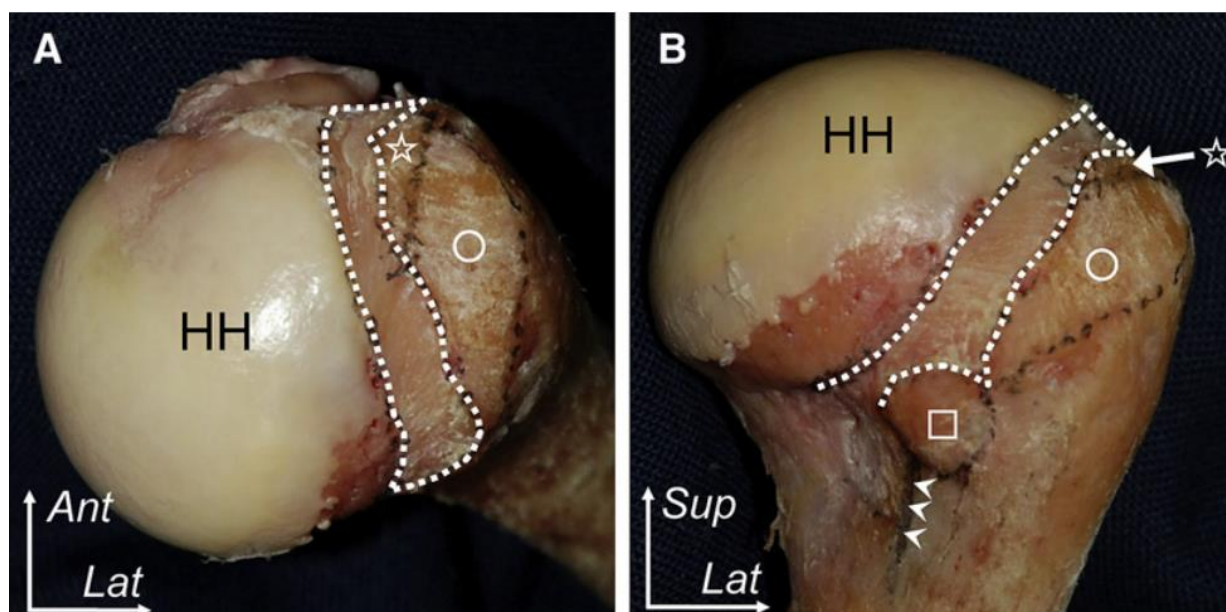


Рис. 1. Область прикрепления суставной капсулы на головке плечевой кости: А – вид сверху; Б – вид сзади: НН – головка плечевой кости; Ant – перед; Lat – наружная часть; Sup – верх. Область, очерченная белыми пунктирными линиями, – зона прикрепления суставной капсулы. Область, очерченная черными пунктирными линиями, – место крепления надостной (звезда), подостной (круг), сухожильной части (квадрат) и мышечной части (наконечники стрел) малой круглой мышцы

Термины «ротаторный кабель» и «полумесяц ротаторов» ввел в 1993 году S. S. Burkhart, впервые описав их в структуре сухожильной части ВМПС [81]. Ротаторный кабель является утолщением коллагеновых волокон в структуре верхнего капсуло-сухожильного аппарата, также встречается название «полукруглая плечевая связка» и описывается как продолжение клювовидно-плечевой связки. В переднем отделе ротаторный кабель представляет собой бифуркацию волокон,

начинающихся с обеих сторон от сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча (СДГДМП), продолжается кзади и прикрепляется у нижнего края подостной мышцы. Через этот плотный соединительно-тканый тяж передается и перераспределяется нагрузка от сокращающихся надостной и подостной мышц к ГПК. Еще одна важная структура — это «полумесяц ротатора», который расположен латеральнее кабеля. Он имеет серповидную форму, по сути являясь основанием прикрепления сухожилий надостной, подостной мышц и капсулы сустава к плечевой кости. Из-за анатомических особенностей кровоснабжение в зоне «полумесяца ротаторов» снижено, что является основной причиной прогрессирования дегенеративных изменений в этой области [195].

В этой зоне капсула сустава играет крайне важную роль, поглощая и рассеивая избыточное напряжение, передаваемое от ротаторной манжеты к кости, тем самым создавая эффект экранирования нагрузки. Ротаторный кабель сравним с подвесным мостом, где свободный край сухожилия соответствует тросу, а области переднего и заднего прикрепления – опорам у каждого из концов троса [42]. Ротаторный кабель – одна из самых важных структур верхнего капсульно-сухожильного комплекса, благодаря которой даже при наличии полнослойного разрыва сухожилий ВМПС в области полумесяца ротаторов, при условии интактности самого кабеля, сохраняется возможность передачи нагрузки от сухожилий вращательной манжеты по нему [82]. Это позволяет обеспечивать центрацию ГПК и, соответственно, сохранять амплитуду движений в ПС.

В своей работе Y. Ishihira с соавт. в 2014 году подробно описали важную роль капсулы в обеспечении стабильности сустава [145]. Повреждение капсулы нарушает «эффект присоски» и приводит к избыточной подвижности ГПК во всех направлениях. T. Mihata с соавт. в 2017 году опубликовали результаты биомеханических исследований, проведенных на кадаверном материале, где было наглядно продемонстрировано и описано, что нарушение целостности верхнего капсульно-сухожильного комплекса приводит к вертикальной нестабильности ПС [177]. Это доказывает и диссекционное исследование, проведенное N. Pouliart с соавт. на 110 кадавер-блоках ПС [195].

Принимая во внимание важность капсулы в поддержании соответствия центров ротации ГПК и СВЛ при полнослойных разрывах, необходимо учитывать, что происходит не только повреждение сухожилий ВМПС, но и повреждение капсулы сустава. Данное обстоятельство, безусловно, стоит учитывать при выборе хирургической тактики лечения пациентов с повреждениями ВМПС.

### **1.3. Вертикальная нестабильность и артропатия плечевого сустава как следствие полнослойного разрыва сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава**

Вертикальная нестабильность (ВН) ГПК является патологическим состоянием ПС и проявляется в виде передне-верхней трансляции ГПК вследствие массивного разрыва сухожилий ВМПС. ВН плеча характеризуется разобщением центров ротации СВЛ и ГПК, уменьшением акромиально-плечевого интервала (АПИ) до 7 мм и, как следствие, приводит к АПС [30, 34]. АПС – это уникальный вариант артрозо-артрита плече-лопаточного сустава, вызванный массивным повреждением ВМПС с утратой возможности ее компрессирующего влияния на ГПК к СВЛ [181, 198, 203].

Таким образом, одним из основных показателей ВН является уменьшение АПИ. В литературе также встречаются названия: акромиально-плечевой индекс, акромиально-плечевое пространство, акромиально-плечевая дистанция, акромиально-плечевое расстояние [128]. Он измеряется на прямых рентгенограммах и соответствует наименьшему расстоянию между нижним краем акромиального отростка лопатки и ГПК [141].

F.C. Golding в 1962 году впервые описал вариабельность АПИ в пределах от 6 мм до 14 мм на прямых рентгенограммах у 150 пациентов [131]. Исследования, опубликованные позднее R. E. Cotton и D. F. Rideout, подтвердили данные предыдущей публикации и отметили, что уменьшение АПИ меньше 7 мм коррелирует с разрывом ВМПС. A. Weiner и I. Masnab высказали предположение, что дисбаланс между направленной вверх силой дельтовидной мышцей (ДМ) и отсутствием давящей силы на ГПК, обычно создаваемой мышцами вращательной манжеты, поз-

воляет ГПК перемещаться вверх, что приводит к миграции ГПК и снижению акромиально-плечевой дистанции [77, 170].

В 1977 году С.S. Neer с соавт. впервые ввели и описали термин «cuff tear arthropathy», который можно перевести как «АПС, возникшая вследствие разрыва его вращательной манжеты» [183]. Этот термин скорее описывает конечные изменения, произошедшие в суставе при длительно существующем массивном разрыве ВМПС и проявляющемся в виде коллапса субхондральной кости ГПК и разрушения костно-хрящевой основы ПС. С.S. Neer с соавт. предположили, что данное состояние возникает под воздействием как биологических, так и механических факторов. Утечка синовиальной жидкости из полнослойного разрыва вращательной манжеты является биологическим фактором и приводит к снижению перфузии питательных веществ в суставной хрящ. Этот дефицит питания хряща в сочетании с вторичной ВН ГПК является механическим фактором, который приводит к повреждению суставных поверхностей [167]. К. Hamada с соавт. (1990) создали рентгенологическую классификацию АПС, исходя из патомеханических процессов, происходящих в ПС при массивном разрыве его вращательной манжеты [141]. В своей классификации они соотносили длину АПИ, ширину суставной щели ПС и разрыв ВМПС с разрывом или без разрыва СДГДМП.

Создатели классификации предположили, что массивные разрывы ВМПС вызывают формирование артропатии, сопровождающейся повреждением костно-хрящевой основы ПС через ряд последующих друг за другом патомеханических процессов, соответствующих конкретным рентгенологическим признакам [77]. Во-первых, сокращение ДМ во время подъема руки вперед вызывает верхнее смещение ГПК и тем самым приводит к уменьшению АПИ. Далее, без противодействующей силы вращающей манжеты, которая в норме давит на ГПК, центрируя ее в СВЛ, возникает повышенная нагрузка на СДГДМП, выступающую в качестве депрессора ГПК. Повышенная нагрузка на это сухожилие, наряду с механическим трением между верхним краем ГПК и нижней поверхностью акромиального отростка лопатки, приводит к разрыву СДГДМП и дальнейшему сужению АПИ. В последующем, по мере продолжения верхней миграции, ГПК упира-



ется в акромиальный отросток лопатки или коракоакромиальную связку, которая теперь действует как точка опоры для ГПК, и происходит «ацетабулизация» ГПК в акромиальном отростке лопатки, то есть формируется вогнутая деформация на нижней поверхности акромиального отростка лопатки, которую можно сравнить с формой вертлужной впадины тазовой кости. В дальнейшем возникает нарушение ротации в ПС, что сопровождается возникновением нестабильности в горизонтальной плоскости, приводящей к сужению между суставными поверхностями, а в последующем и коллапсу ГПК [141]. На тот момент подобная попытка соотнести рентгенологические признаки с происходящими изменениями в ПС была предпринята впервые.

В 2005 году L. Nove-Josserand с соавт. и G. Walch с соавт. описали пациентов, у которых было сужение суставной щели ПС без ацетабулизации ГПК [188, 218]. Это привело к тому, что группа G Walch и соавт. модифицировала классификацию Namada, выделив в четвертой стадии два подтипа.

Существует ряд альтернативных рентгенологических классификаций, таких как Favard, Visotsky-Seebauer, Sirveaux, Samilson and Prieto [152]. Важно отметить, что классификация K. Namada лучше других классификаций подходит для описания ранних стадий формирования АПС и используется в предоперационном планировании реконструктивных операций. При планировании артропластики ПС целесообразнее использовать альтернативные классификации, в которых в большей степени учитываются эрозивные изменения СВЛ. По данным ряда исследований, касающихся определения достоверности радиологических классификаций АПС при разрыве его вращательной манжеты, классификация K. Namada обладает достаточной достоверностью [77, 141]. В связи с вышесказанным классификация K. Namada в полной мере отражает патологические процессы, происходящие в ПС при массивном разрыве ВМПС и подходит для использования в повседневной практике и в научных целях.

Кроме рентгенологических классификаций, существует множество классификаций повреждений ВМПС, описывающих конфигурацию и место разрыва, ко-

личество вовлеченных в разрыв сухожилий, их состояние (жировое перерождение, атрофию и ретракцию) [35, 38, 53, 54].

Выделяют частичные и полнослойные разрывы вращательной манжеты. Частичный разрыв сухожилий ВМПС не запускает каскад паталогических изменений в ПС и не приводит к развитию артропатии, в то время как основным пусковым механизмом для патологической трансляции ГПК вверх является полнослойный разрыв сухожилий вращательной манжеты. Среди полнослойных разрывов чаще всего учитывается размер повреждения. Например, одна из первых классификаций была опубликована в Северной Америке R.H. Cofield в 1982 г. [103]. Авторы предложили выделить среди полнослойных разрывов 4 группы: маленькие – менее 1 см в диаметре, средние – от 1 до 3 см, большие – от 3 до 5 см, и массивные – более 5 см [38]. Однако эта классификация не учитывает антропометрические данные пациента [57].

M.S. Ellman и G.M. Gartsman в своей классификации описали форму разрыва и выделили следующие формы: полумесяц, прямую и обратную L-форму, трапециевидную форму, и отдельной группой выделяли массивные разрывы, если диаметр разрыва превышал 4 см в диаметре [110, 121]. В Швейцарии С. Gerber с соавт. предложили называть разрыв массивным при наличии полного отрыва от бугорков плечевой кости двух или более сухожилий [128]. Предпосылкой к такому определению стало то, что в Американской классификации при определении диаметра разрыва на учитывается размер ПС. При этом среди массивных разрывов выделяют задневерхние и передневерхние разрывы. Задневерхние разрывы встречаются чаще всего, при этом в разрыв вовлекаются сухожилия надостной и подостной мышц, и происходит отрыв и задней точки крепления ротаторного кабеля. В передневерхний разрыв вовлечены сухожилия надостной и подлопаточной мышц и ткани, участвующие в образовании «переднего троса» ротаторного кабеля [91, 187, 195].

Массивные разрывы ВМПС могут протекать как бессимптомно, так и иметь клинические проявления от незначительной слабости в руке до формирования в 20% случаев ППВК [97, 114]. Псевдопаралич – это невозможность активного сги-

бания руки вперед более  $90^\circ$  при сохранении полного объема пассивных движений при отсутствии неврологических нарушений в ПС [96]. Стоит отметить, что до сих пор нет четкого представления, какие именно структуры и в каком объеме должны быть повреждены чтобы возник ППВК [114].

Интересное ретроспективное исследование в 2012 году провел P.J. Denard, выявив, что ППВК формируется со специфичностью 88,8%, чувствительностью 44,8% и точностью 77,8% при разрыве обеих точек крепления ротаторного кабеля. Также он описал, что у пациентов с псевдопараличом всегда обнаруживался отрыв хотя бы одной из точек крепления ротаторного кабеля [97].

Ряд исследователей отмечают, что кроме повреждения ротаторного кабеля важную роль в формировании ППВК имеет повреждение подлопаточной мышцы. При этом основополагающее значение имеет протяженность разрыва с вовлеченностью в разрыв нижней порции сухожилия подлопаточной мышцы в сочетании с отрывом надостной мышцы. Например, исследование, опубликованное в феврале 2021 года L. Ernstbrunner с соавт. показало, что при разрыве более 50% сухожилия подлопаточной мышцы с жировой инфильтрацией 3 степени по классификации D. Goutallier происходит формирование ППВК [223]. Было проведено биомеханическое исследование при помощи алгоритма, разработанного на оригинальной модели ПС, предложенной в 2005 году P. Favre с соавт. [116] (рис. 2).

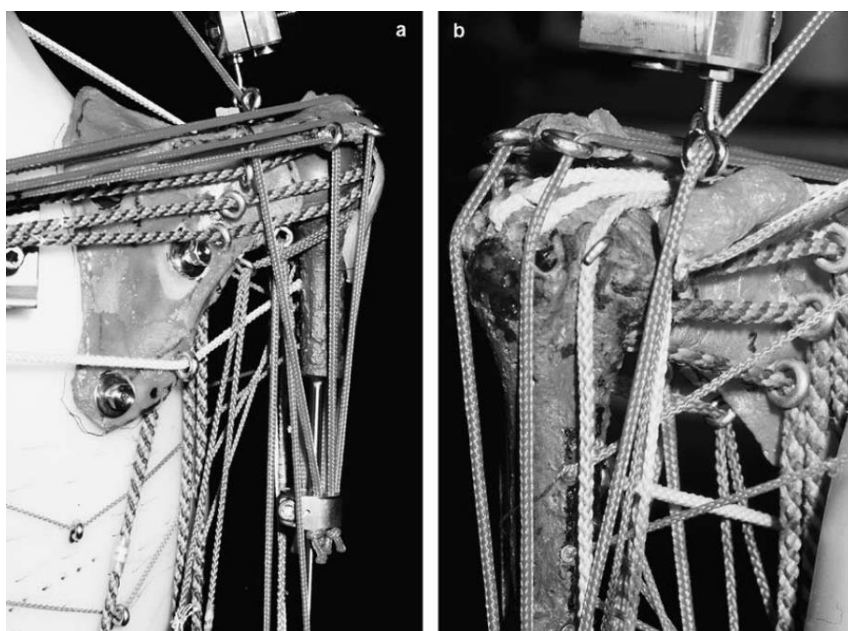


Рис. 2. Биомеханическая модель плечевого сустава, разработанная P. Favre

Созданная ими адаптивная модель ПС позволяет определять силу и направление действия мышц при 12 разных положениях ПС. Предложенный алгоритм включает ряд последовательных действий, позволяющих выбрать группу мышц и поступательно увеличивать у выбранной группы силу противодействия внешним силам с целью сохранения соответствия точек ротаций в ПС [116].

L. Ernstbrunner с соавт. опубликовали данные о том, что биомеханическая модель ПС не смогла найти комбинацию мышц, которая могла бы противодействовать внешним силам и сохранить соответствие точек ротации ГПК и СВЛ, если разрыв включал сухожилие надостной мышцы и распространялся за пределы верхней части сухожилия подлопаточной мышцы [113].

P. Collin с соавт. в 2014 г. опубликовали исследование, в котором описали наличие ППВК у 80% пациентов с разрывом сухожилий надостной и полным отрывом подлопаточной мышц, и в 45% случаев с разрывами надостной, подостной мышц и верхней трети сухожилия подлопаточной мышцы. Таким образом, можно сказать, что повреждение более 50% сухожилия подлопаточной мышцы приводит к выраженным функциональным нарушениям ПС [92].

Как только повреждение вращательной манжеты вызывает клинические проявления в виде функциональных нарушений и боли, достаточных для обращения пациента за специализированной медицинской помощью, специалисту необходимо подробно исследовать ПС. Проведение мануальных диагностических тестов дает представление о топографии разрыва. Но, безусловно, не только наличие повреждения сухожилий ротаторной манжеты как факта учитывается при лечении пациентов профильной группы. Одним из наиболее важных факторов, влияющих на выбор тактики лечения и прогнозирование исхода, является ЖИ и ретракция мышц (РМ) вращательной манжеты.

Подробная классификация была предложена в 1990 г. французскими ортопедами D. Patte совместно с J. Debeyre и D. Goutallier и являлась результатом их опыта, накопленного более чем за 25 лет [192]. Классификация была разработана как алгоритм для принятия решения о тактике лечения пациентов с повреждением ВМПС. В ней учитываются: полнослойность повреждения, топография, размер

разрыва, вовлеченность структур в разрыв в сагиттальной плоскости и степень РМ во фронтальной плоскости, степень атрофии мышц и состояние СДГДМП. D Patte писал: «Предложенный метод оценки позволяет клиницисту оценить, какие повреждения можно лечить консервативно, какие стоит оперировать, а какие технически уже не поддаются хирургическому восстановлению» [134].

На сегодняшний день наибольшей популярностью пользуется часть классификации, описывающая изменения во фронтальной плоскости сухожилия надостной мышцы, в которой легко распознаются три стадии (рис. 3).

В зависимости от выраженности ретракции надостной мышцы D. Patte предлагал следующее лечение пациентов. На I стадии хирургическое восстановление возможно без технических трудностей, так как проксимальная культя сухожилия находится в непосредственной близости к большому бугорку ГПК. На II стадии ретракция проксимальной культи является умеренной, но планирование оперативной техники затруднено, так как невозможно судить о степени атрофии мышц и жизнеспособности края проксимальной культи, а именно оценить ее кровоснабжение и эластичность. На III стадии выраженная ретракция требует проведения пластической операции для замещения дефекта сухожилия.



Рис. 3. Классификация D. Patte ретракции сухожилия надостной мышцы во фронтальной плоскости: 1 – стадия I: незначительная ретракция проксимальной культи, 2 – стадия II: культя на уровне головки плечевой кости, 3 – стадия III: культя на уровне суставной впадины лопатки

Так же они отметили, что схожие морфологические разрывы при идентичной хирургической технике приводили к разным функциональным результатам.

Результат определялся восстановлением силы реконструированных мышц. В свою очередь предиктором восстановления мышечной силы являлась выраженность мышечной атрофии на предоперационном этапе. Выраженность атрофии мышцы они предложили рассчитывать, оценивая процент ЖИ мышцы.

Спустя 4 года, в 1994 г. D. Goutallier опубликовал классификацию жировой дегенерации мышц ВМПС, актуальную и на сегодняшний день. Степень дегенерация мышцы была охарактеризована инфильтрацией этих мышц участками жира на компьютерной томографии (КТ) и подтверждена гистологическими исследованиями. Классификация включает пять стадий: стадия 0 соответствует полностью нормальной мышце без каких-либо жировых прожилок; на стадии I мышца содержит некоторые жировые прожилки; на стадии II ЖИ затрагивает менее 50% мышцы; на стадии III мышечная атрофия соответствует 50%; и на стадии IV жировое перерождение затрагивает более 50% мышцы. Исследовав популяцию здоровых людей, было принято решение, что ЖИ должна считаться патологической начиная с II стадии [132]. При исследовании обнаружилось, что дегенерация может предшествовать разрыву. То есть, дегенерация мышц может быть как следствием, так и причиной разрыва.

Традиционно для определения ЖИ используются КТ и МРТ. Согласно исследованиям, достоверность результатов является хорошей и отличной между наблюдателями при оценке жировой дегенерации как для КТ, так и для МРТ. Как правило, расчеты проводятся на срезе в косо-сагиттальной плоскости на уровне ости лопатки, соотнося площадь поперечного сечения истинной и должной мышц. Также появились сообщения об использовании количественной трехмерной объемной оценке дегенерации мышц, показывающей более точные результаты по сравнению со стандартной двухмерной оценкой [118, 133, 160, 174, 175, 221].

Существует ряд вопросов, на которые пытаются ответить исследователи: с какой скоростью прогрессирует жировая дегенерация; регрессирует ли она после успешного восстановления сухожилий; и какова корреляция между мышечной силой и ЖИ?

Суммируя результаты исследований, можно сказать, что жировая дегенерация надостной мышцы, как правило, является быстро прогрессирующей и охватывает всю мышцу, но при этом показывает самый высокий потенциал к регрессу дегенеративных изменений после выполнения реконструкции. Дегенеративные изменения подостной мышцы распространяются на всю мышцу в случае повреждения более 50% его сухожилия и показывают очень низкий процент восстановления нормальной структуры мышцы. В этом с ней схожа подлопаточная мышца, но у подлопаточной мышцы дегенерация не распространяется за пределы мышцы, соответствующей оторванной части сухожилия. Подостная мышца чаще других подвергается дегенерации без повреждения ее сухожилия, при массивных передневерхних разрывах вращательной манжеты [128, 130, 160, 172, 210, 217].

В связи с низким потенциалом к регрессу дегенеративных изменений проведение реконструктивных операций предпочтительнее выполнять на более ранних стадиях жировой дегенерации. При выполнении сухожильно-якорного шва у пациентов с высокой степенью ЖИ отмечается до 86% повторных разрывов. Чем большее количество сухожилий вовлечено в разрыв и подвержено дегенерации, тем худший результат лечения следует ожидать. На поздних стадиях дегенерация необратима и прогрессирует, если ее не лечить [101, 102, 103, 127, 202].

Таким образом, выбор рационального метода хирургического лечения в зависимости от оценки состояния структур, участвующих в обеспечении нормальной работы ПС, соматического состояния здоровья пациента и его готовности к послеоперационной реабилитации имеет особую актуальность в современных условиях.

#### **1.4. Хирургические методы лечения пациентов с дефектами верхней части капсулы сустава**

Традиционно для лечения больных с массивным разрывом ВМПС использовался костно-сухожильный шов, эволюционно претерпевший множество модификаций: от открытого чрескостного шва до выполняемого артроскопически связанного двухрядного якорного шва [23].

В настоящее время использование костно-сухожильного шва при лечении профильных пациентов является наиболее распространенной методикой, показывая отличную субъективную и объективную оценки лечения при малых и средних размерах разрыва сухожилий. Оценка же многолетнего опыта привела к выводу, что при массивных разрывах данная методика является малоэффективной. В практике такие разрывы зачастую называют невосстановимыми [223]. Интраоперационно разрыв можно оценить как невосстановимый при невозможности после тщательного релиза сухожилий дотянуть их до края бугорка плечевой кости, так как процесс ретракции и жирового перерождения необратимо приводят к уменьшению длины поврежденных структур [159]. Методика «частичной реконструкции» сухожилий вращательной манжеты, применяемая у таких пациентов, показала неудовлетворительные функциональные результаты. Рациональным объяснением данной методики считалось создание пары сил в аксиальной плоскости между внутренним (подлопаточная мышца) и наружными ротаторами (подостная и малая круглая мышца) [79]. Но создания пары сил в аксиальной плоскости недостаточно для нормального функционирования ПС. Как известно, при нормальной кинематике вращательная манжета обеспечивает направленный вниз вектор силы, который противодействует вектору силы ДМ. Это позволяет ГПК прижаться к СВЛ, обретая на ней точку опоры. Когда силы не сбалансированы, при поврежденной вращательной манжете сила ДМ преобладает, вызывая передне-верхнюю миграцию ГПК. Проксимальная миграция плечевой кости приводит к нарушению пространственной атаксии верхней конечности. Таким образом, неустраненная в ходе операции по методике частичной реконструкции вращательной манжеты проксимальная трансляция ГПК приводит к дальнейшему прогрессированию артропатии и в долгосрочной перспективе не дает удовлетворительных функциональных результатов [148].

Дегенеративно измененные сухожилия и атрофированные мышцы после их рефиксации к бугоркам плечевой кости, к сожалению, обладают очень низким потенциалом к регрессу дегенеративных изменений, в связи с чем процент повтор-



ных разрывов после костно-сухожильных реконструкций крайне высок и оценивается, по данным разных авторов, от 12 до 86% [101, 103, 220].

Исторически лечение было сосредоточено на восстановлении целостности сухожилий ВМПС, и при этом не учитывался негативный эффект от повреждения верхней части капсулы сустава. Вероятно, это так же является одной из причин неудовлетворительного результата при наложении традиционного якорно-сухожильного шва, особенно при попытках восстановления массивных разрывов ВМПС. В связи с этим разрабатываются и вводятся в практику новые методики. Один из таких методов предложили в 2008 J.L. Bond et с соавт. С целью восполнения дефекта сухожильной ткани ВМПС они использовали лоскут ткани в качестве «заплатки» из алло- и ауто трансплантатов [69]. Но многочисленные биомеханические исследования показали, что при данной методике из-за остаточной верхней трансляции ГПС происходит перетирание подшитого лоскута ткани об нижнюю часть акромиального отростка лопатки [108]. Ранее считалось, что это обусловлено недостаточной прочностью используемых тканей и недостаточной фиксацией трансплантата. Но, несмотря на многочисленные варианты использования разных материалов в качестве «заплатки», результаты лечения остаются неудовлетворительными [79, 184]. На данный момент можно объяснить несостоятельность данной методики тем, что она не учитывает восстановление верхней капсулы, не обеспечивая полноценно восстановление ее точек фиксации, тем самым не устраняет верхнюю трансляцию ГПК и не обеспечивает восстановление нормальной биомеханики ПС. Основное различие методик подшивания лоскута ткани в дефект вращательной манжеты в качестве «заплатки» и АРВКПС заключается в фиксации медиального края трансплантата. Фиксация латерального края в обеих методиках осуществляется на большом бугорке ГПК. Медиальная же фиксации при использовании трансплантата в качестве «заплатки» происходит к свободному краю сократившегося сухожилия вращательной манжеты «край в край», в случае АРВКПС накладываются якорно-сухожильные швы с фиксацией к верхней части СВЛ, в месте анатомического крепления капсулы сустава [105, 106,

107, 108, 169]. Таким образом, использование лоскута ткани без фиксации к СВЛ не приводит к устранению ВН ГПК.

Первым кто предложил, обосновал использование и подробно описал технику реконструкции верхней капсулы ПС, был японский ортопед Т. Mihata в 2012 г. [176]. В исследовании, проведенном на кадаверных блоках, Т. Mihata с соавт. после разрушения верхнего капсульно-сухожильного комплекса добились полноценного устранения верхнего подвывиха ГПК только на образцах, где выполнялась реконструкция верхней капсулы трансплантатом с фиксацией как к большому бугорку ГПК, так и верхнему краю СВЛ. Восстановление же дефекта сухожилия надостной мышцы при помощи трансплантата с фиксацией его к свободному краю сухожилия и большому бугорку плечевой кости не давало полноценного устранения верхней трансляции ГПК. Такой вариант техники дает возможность эффективно устранить ВН ГПК и, как следствие, служит профилактикой дальнейшего прогрессирования АПС за счет воссоздания точки опоры [177].

На данный момент методики, направленные на восстановление верхней капсулы ПС, приобретают все большую популярность. Количество публикаций по данной тематике за последние три года (с 2018 г. по 2020 г.) возросло по сравнению с предыдущим трехлетним периодом (с 2015 по 2017 г.) в 5 раз, 173 публикации против 35 (согласно PubMed/Medline).

Можно рассмотреть работающий ПС при парезе надлопаточного нерва как существующую в реальной жизни биомеханическую модель реконструкции верхней капсулы. Так, при повреждении надлопаточного нерва отсутствует иннервация сухожилий надостной и подостной мышц, при этом остается интактной место крепления сухожилия вращательной манжеты и капсулы сустава. Важно отметить, что при неработающих надостной и подостной мышцах у этих пациентов хоть и ослаблена мышечная сила, но сохраняется возможность осуществлять движения верхней конечности над головой [67].

Исследования показали, что полная блокада надлопаточного нерва в надлопаточной вырезке приводит к потере примерно 75% силы отведения, однако активное отведение плеча сохраняется. Вопрос: как это возможно без динамическо-

го вклада надостной и подостной мышц?. С.Р. Adams предполагает, что отведение возможно благодаря сохранению статической стабилизации, обеспечиваемой верхней капсулой при наличии дисфункции вращательной манжеты. В сущности верхняя капсула поддерживает стабильную точку опоры при движении ПС, позволяя оставшимся парам внутренних и внешних сил оказывать свое воздействие вокруг этой стабильной точки опоры. Это реальная биомеханическая модель «реконструкции верхней капсулы», которая показывает функциональную важность интактной верхней капсулы [63].

Так же стоит отметить интересное заявление С. R. Adams о том, что причина восстановления активного отведения руки у пациентов после выполнения костно-сухожильного якорного шва при массивном разрыве ВМПС с выраженной ЖИ и атрофией надостной и/или подостной мышц и ППВК связана не с «эффектом тенodesа», а с восстановлением анатомии капсулы сустава и восстановлением статической точки опоры для ГПК [38]. В 2015 г. P J. Denard с соавт. описали регресс ППВК у большинства пациентов (94,6%), перенесших АЯШ по поводу массивного разрыва ВМПС, ЖИ мышц 3 стадии по классификации D. Goutallier, с АПИ менее 7 мм, но без выраженных явлений артропатии [98]. Предположение С.Р. Adams основано на том, что при выполнении контрольной послеоперационной МРТ картина ЖИ мышц после реконструкции либо остается неизменной, либо прогрессирует, но при этом восстанавливается возможность активного отведения в ПС. С. Gerber с соавт. выявили прогрессирование ЖИ надостной, подостной и подлопаточной мышц после реконструкции ВМПС у 29 пациентов, при этом было отмечено снижение болевого синдрома и статистически значимое улучшение функции ПС по шкале Constant Shoulder [128]. Интересно отметить, что S.S. Burkhart не считает противопоказанием наличие ЖИ III и IV стадий по D. Goutallier надостной мышцы для проведения АЯШ. В работе, опубликованной им в 2007 г., было продемонстрировано статистически значимое функциональное улучшение у 22 пациентов с массивным разрывом ВМПС и ЖИ III и IV стадий. При этом он отмечает, что степень ЖИ и, соответственно, мышечной атрофии влияет на послеоперационный результат [80].

В современной ортопедической практике происходит активное накопление опыта и совершенствование хирургической техники АРВКПС, а также изучение клинико-функциональных ближайших и отдаленных результатов таких вмешательств. Биомеханическими исследованиями обоснована фиксация биологического трансплантата не только к СВЛ и ГПК, но и к сохранившейся части ВМПС (в особенности к ткани подостной мышцы боковыми швами) с целью обеспечения аугментации, получения дополнительных источников кровоснабжения для трансплантата и создания наилучших условий для его интеграции и биологической перестройки [14, 38, 85, 161, 176]. Также наложением швов «край в край» между трансплантатом верхней капсулы и сухожилием подостной мышцы обеспечивается восстановление целостности верхнего капсульно-сухожильного комплекса, что также является механическим препятствием для проксимальной трансляции ГПК; это было наглядно продемонстрировано на кадаверных исследованиях [177, 201]. Принимая во внимание все вышеперечисленные доказательства того, что верхняя капсула имеет крайне важное значение в обеспечении стабильности ПС, чем предполагалось ранее, не стоит думать, что капсула может функционировать изолированно от других компонентов ПС.

Существует корреляция между стадией артропатии и клинико-функциональным результатом после выполнения АРВКПС. Так, после выполнении данной операции при артропатии I-II ст., К. Hamada удалось достичь хороших и отличных функциональных результатов, при III-IV ст. показатели клинической эффективности были значимо ниже.

ППВК не считается противопоказанием для проведения АРВКПС, и при ряде условий может быть успешно устранен после ее выполнения.

В процессе отработки методики возник ряд вопросов: поиск оптимального материала трансплантата, количество точек фиксации и варианты крепежной системы трансплантата, уменьшение травматичности и времени проведения операции, снижение себестоимости операции.

На данный момент одним из самых обсуждаемых вопросов является вид материала, используемого в качестве трансплантата при АРВКПС. Среди ортопедов,

использующих данную методику в повседневной практике, нет консенсуса относительно вида биологической ткани и требований, предъявляемых к ней. Обсуждаются такие физические характеристики, как прочность и устойчивость к деформации, эластичность, а также схожесть гистологического строения с утерянной тканью капсулы плечевого сустава и сухожилий ВМПС, способов обработки и подготовки трансплантатов.

Несмотря на относительную «молодость» АРВКПС, она претерпела ряд модификаций, в том числе и видов используемых трансплантатов. Первоначально Т. Mihata предложил использовать ауто сухожилие подвздошно-большеберцового тракта (ПБТ) в качестве трансплантата [176]. Но данная методика является травматичной для пациента. Так как площадь трансплантата в среднем составляет 15 см<sup>2</sup>, при этом его толщина должна быть минимум 3 мм, а толщина ПБТ составляет в среднем 1 мм, т.е. его необходимо складывать в несколько слоев. Все это приводит к необходимости забора большого по площади участка ткани [109, 119, 155]. Такая травматизация приводит к формированию мышечных грыж, т.к. образовавшийся дефект не всегда возможно ушить, длительно существующему стойкому болевому синдрому в реципиентной зоне, хромоте, а также косметическому дефекту [65, 85, 155, 157, 163, 204]. Также данная техника приводит к удлинению времени операции либо требует дополнительной бригады хирургов. Стоит принимать во внимание разные укладки пациента на этапе забора трансплантата и на этапе АРВКПС.

В связи с вышеперечисленным широкую популярность приобрели ксено- и аллотрансплантаты, в частности кожные, т.к. они обладают хорошими прочностными характеристиками. На данный момент бесклеточный дермальный матрикс (БДМ) используется наравне с ауто сухожилием ПБТ.

В последнее время появились публикации об использовании местных биологических жизнеспособных ауто трансплантатов, таких как СДГДМП. Данная методика является рентабельной, потенциально экономящей время и технически выполнимой альтернативой для АРВКПС [64, 100, 157].

АРВКПС следует рассматривать как статический стабилизатор. В качестве же динамической стабилизации для восстановления нормальной работы ПС применяют сухожильно-мышечные трансфера. В зависимости от типа разрыва используют транспозиции сухожилия ШМС, нижней части трапецевидной, большой круглой и ДМ.

В случаях массивного задневерхнего разрыва ВМПС клиническим проявлением является пространственная атаксия верхней конечности в виде ограничения или потери (если малая круглая мышца вовлечена в разрыв) активной наружной ротации и передней элевации. Как один из методов, способных вернуть наружную ротацию, применяются транспозиция сухожилия ШМС или транспозиция нижней части трапецевидной мышцы [220].

Биомеханически и анатомически ШМС отвечает всем требованиям, необходимым для проведения успешной мышечной транспозиции: натяжение, направление вектора сил, возможность сохранения сосудисто-нервного пучка, минимальная травматизация окружающих тканей [135, 149, 150, 190, 223].

Неблагоприятными факторами для проведения транспозиции широчайшей мышцы спины является ЖИ малой круглой мышцы (более второй степени по классификации D. Goutallier), клинически проявляющаяся как нарушение активной наружной ротации (положительный тест функциональной несостоятельности наружных ротаторов плеча – LagSign). АПС более второй степени по классификации K. Namada также негативно влияет на результат лечения. Важными условиями эффективности данной операции являются интактное или потенциально восстанавливаемое повреждение сухожилия подлопаточной мышцы, а также отсутствие признаков повреждения двигательных ветвей подмышечного нерва (сохранение хорошей двигательной активности ДМ) [162]. Наличие у пациента ППВК является спорным моментом для проведения данного вмешательства.

Существующий сегодня опыт выполнения АРВКПС и артроскопической транспозиции широчайшей мышцы спины (АТШМС) в невосстановимый дефект ротаторов при больших и массивных разрывах ВМПС, позволяющих скорректировать ВН ГПК, свидетельствует о необходимости выработки более широких по-

казаний к их применению в ситуациях выраженной ЖИ и мышечной атрофии наружных ротаторов плеча, особенно у физически активных пациентов молодого возраста. У пациентов с высокими показателями жирового перерождения не только надостной, но и подостной, малой круглой мышц обосновано выполнение комбинации реконструктивных вмешательств на верхней капсуле с мышечно-сухожильными трансферами.

В доступной литературе мы не встретили данных об опыте комбинированного использования статического и динамического стабилизатора ГПК.

При разрушении костно-хрящевой основы ПС проведение операций, направленных на восстановление нормальной биомеханики ПС, является малоэффективным. Несмотря на совершенствование хирургических техник, регистрируются высокая частота разрывов трансплантатов, прогрессирование артропатии и неудовлетворенность клинико-функциональными результатами (КФР). Пациентам с выраженной АПС в возрасте старше 65 лет целесообразно проведение РЭПС. При хороших ближайших результатах после выполнения РЭПС, через 5–8 лет происходит ухудшение КФР [158, 191, 196, 222, 230]. Также регистрируется от 13,9 до 39% осложнений после выполнения эндопротезирования (перипротезные инфекции, нестабильность эндопротеза, перипротезные переломы, лопаточный нотчинг-синдром). Так же стоит отметить, что проведение ревизионных операций осложнено техническими ограничениями [188]. В связи с вышеперечисленным проведение РЭПС не стоит проводить пациентам молодого возраста с высоким уровнем повседневной физической активности.

В 2012 г. было представлено описание новой методики лечения массивных разрывов ВМПС с использованием биодеградируемого субакромиального спейсера InSpace (Orthospace, Израиль). Биомеханические исследования показывают, что данное устройство восстанавливает нормальное положение ГПК и биомеханику ПС. Имплантат устанавливается между акромиальным отростком лопатки и ГПК, за счет чего увеличивается субакромиальное пространство, ГПК низводится и приобретает устойчивую точку опоры при движениях. При этом утраченная функция вращательной манжеты переключается на неповрежденные мышцы,

окружающие лопатку, прежде всего ДМ [159, 225]. Баллон InSpace заполняется физиологическим раствором и состоит из сополимера поли-L-лактид-ε-капролактона, который разлагается в течение 12 месяцев. Баллон противопоказан пациентам с аллергией на материал, при наличии активной инфекции или некроза тканей в месте имплантации.

Большинство публикаций, посвященных использованию этой методики, представляют собой когортные исследования, основанные на сравнительно небольшом количестве и сроках наблюдений за пациентами, но с благоприятными результатами лечения в виде уменьшения боли и улучшения функции. Самые долгосрочные исследования свидетельствуют о сохранении положительных результатов сроком до 5 лет [26, 31].

Имплантации баллона InSpace рекомендована для пациентов с массивным разрывом ВМПС без признаков артропатии, с сохраненным пассивным объемом движений и неповрежденной подлопаточной мышцей [32]. Учитывая, что установку баллона можно выполнять под местной анестезией под ЭОП-контролем, данная методика является крайне привлекательной для пациентов, имеющих противопоказания в отношении других методик и проведению общей анестезии [225].

Используя статическую трупную модель для изучения влияния имплантации баллона при массивных разрывах ВМПС, Y. Chevalier с соавт. обнаружили снижение пикового давления в ПС и перераспределение нагрузки в субакромиальном пространстве. Авторы предположили, что это может снижать напряжение на вращательную манжету, что делает имплантацию баллона теоретически выгодной не только для коррекции биомеханики ПС у пациентов с массивным разрывом, но и для защиты от дальнейшего развития артропатии и увеличения имеющегося разрыва ВМПС. Наблюдения за серией пациентов, у которых было проведено сочетанное лечение – имплантация субакромиального баллона и АЯШ ротаторов, также демонстрируют значимые клинико-функциональные улучшения [90].



Обсуждая преимущества и потенциальные возможности применения данной техники, мы также должны учитывать стоимость. Исследование экономической эффективности применения биodeградируемого баллона показало, что баллонная имплантация была наиболее экономически эффективным методом лечения по сравнению с консервативным лечением, методикой частичной реконструкции сухожилий вращательной манжеты и РЭПС. Однако это исследование было основано на опыте итальянских ученых, и эти результаты не могут быть экстраполированы на другие страны [225]. На территории Российской Федерации подобных исследований пока не проводилось.

В системном обзоре, опубликованном в США в 2019 г., были проанализированы результаты семи исследований по имплантации баллонов пациентам с массивным разрывом ВМПС. Время наблюдения составляло не менее 3 месяцев. Однако только одно исследование было 3-го уровня доказательности, остальные были сериями случаев с уровнем доказательности 4. Средняя оценка по функциональной шкале ASES улучшилась в среднем с 30–40 баллов на дооперационном этапе до 60–70 в послеоперационном периоде во всех исследованиях при окончательном наблюдении, общая частота осложнений составила 3%. Этот обзор подчеркивает, что необходимы качественные долгосрочные исследования баллонного спейсера, поскольку из опубликованных на данный момент работ можно сделать ограниченные выводы [148, 199, 225, 226].

Таким образом, число исследований по проблеме вертикальной нестабильности плечевого сустава, возникшей на фоне массивных разрывов его вращательной манжеты, весьма ограничено, причем все они проведены на небольшом количестве пациентов в короткие сроки наблюдения. Поэтому необходимы дальнейшие проспективные рандомизированные и сравнительные исследования для установления КФР лечения пациентов с массивным разрывом ВМПС при помощи субакромиального баллонного спейсера.

### 1.5. Резюме

Анализ научных публикаций по теме исследования показал, что на сегодняшний день не существует четких показаний и алгоритма выбора тактики опе-

ративного лечения пациентов с АПС на фоне массивных разрывов ВМПС. Появившиеся новые методики показывают обнадеживающие результаты, но требуют проведения дальнейших исследований, а радикальные методы, такие как РЭПС, должны применяться у пациентов преимущественно в возрасте старше 60 лет. У людей более молодого возраста целесообразно рассматривать реконструктивные операции.

С точки зрения биомеханики, использование как статической, так и динамической систем, а также их комбинаций для устранения ВН ГПК являются обоснованным и логичным решением и представляются предпочтительными методами хирургического лечения физически активных пациентов с АПС на фоне массивных разрывов ВМПС. При этом одним из ключевых моментов успеха реконструкции является рациональный выбор пластического биоматериала для замещения верхней части капсулы ПС. Для этого необходимо проводить экспериментальные работы по изучению физических свойств биологических и синтетических тканей с последующим сопоставлением клинических, экспериментальных и рентгенологических результатов.

На данный момент в научной литературе имеется ограниченное количество публикаций, посвященных изучению и сравнению механических свойств пластических биоматериалов, а данные о результатах их клинического применения противоречивы. Отсутствуют также обоснованные рекомендации по применению того или иного биотрансплантата.

Поэтому изучение у пациентов рассматриваемого профиля исходов реконструктивных артроскопических операций АРВКПС и АТШМС с использованием различных пластических биоматериалов изолированно и в сочетании друг с другом, несомненно, является важной и актуальной задачей современной травматологии и ортопедии. Ее решение должно обеспечить обоснованный выбор наиболее подходящих вариантов оперативного лечения пациентов с АПС на фоне массивных разрывов ВМПС, что и определило цель и задачи нашего диссертационного исследования.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Обоснование и общая структура исследования

В соответствии с целью и задачами диссертационное исследование было проведено в три этапа. На первом этапе исследования была выполнена экспериментальная часть, в ходе которой была проведена оценка механических свойств трех вариантов биологических материалов: бесклеточного дермального коллагенового матрикса (БДМ) «DX Reinforcement Matrix» (Arthrex), а также аллотрансплантатов подвздошно-большеберцового тракта (ПБТ) и твердой мозговой оболочки (ТМО). Все эти материалы применяются при использовании хирургической техники АРВКПС у пациентов с массивными разрывами ВМПС.

Указанные биоматериалы были выбраны для изучения, потому что сухожилия ПБТ и БДМ являются на данный момент наиболее распространенными биологическими тканями для выполнения АРВКПС. В США более распространен бесклеточный коллагеновый матрикс, а Японии и странах Азии – трансплантаты из ПБТ. Следует отметить, что в Российской Федерации бесклеточный дермальный матрикс «DX Reinforcement Matrix» находится на стадии получения регистрационного удостоверения. Поэтому на его ограниченное клиническое использование были получены положительные заключения локальных этических комитетов ФГБУ НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена и ГВКГ им. Н.Н. Бурденко, а Ученый совет НМИЦ ТО имени Р.Р. Вредена при утверждении темы диссертационного исследования одобрил применение в клинике для реконструктивных артроскопических операций трансплантатов БДМ у ограниченного числа (до 20) пациентов.

На первом этапе работы решали первую задачу исследования – проведение сравнительного анализа прочности на разрыв и устойчивости к прорезыванию швов трех видов пластических биоматериалов, используемых для АРВКПС.

Второй этап исследования включал клинико-функциональную и структурную оценку результатов оперативного лечения пациентов после проведения реконструктивных операций на плечевом суставе. В зависимости от биологической ткани, которая использовалась для АРВКПС, было выделено пять проспективных

клинических групп. В группе I в качестве трансплантата для пластики верхней капсулы ПС была использована аллоткань твердой мозговой оболочки (ТМО), в группе II – аллотрансплантат ПБТ, в группе III – ауто сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча, в группе IV – бесклеточный дермальный коллагеновый матрикс “DX Reinforcement Matrix”, а в V группе пациентам была выполнена комбинированная реконструктивная операция: АРВКПС аутологичным СДГДМП и АТШМС в неушиваемый дефект сухожильной ткани надостной и подостной мышц с фиксацией на большом бугорке ГПК.

По итогам второго этапа были оценены клиничко-функциональные исходы с использованием балльных оценочных шкал ASES, UCLA и Constant Shoulder. С учетом этих данных и результатов МРТ были определены структурные изменения и состоятельность различных биотрансплантатов, использованных при выполнении АРВКПС в пяти группах профильных пациентов. Кроме того, у них были проведены оценка величины АПИ до и после оперативного лечения и анализ возникших осложнений. В ходе второго этапа диссертационной работы успешно прошла апробацию также предложенная оригинальная методика артроскопически ассистированной транспозиции ШМС у пациентов с вертикальной нестабильностью и АПС, возникших вследствие задневерхнего массивного разрыва ВМПС, на которую был получен патент РФ на изобретение № 2729020.

Таким образом, второй этап работы позволил найти решение второй и третьей задач исследования – изучить в сравнительном плане ближайшие и средне-срочные (от 6 месяцев и до 1,5 лет) исходы различных вариантов хирургической коррекции ВН ПС у пациентов с АПС на фоне массивного разрыва ВМПС, а также выполнить сравнительную МРТ оценку приживления трансплантатов и эффективности коррекции ВН ГПК после выполнения АРВКПС с использованием различных биологических тканей изолированно и в комбинации с артроскопической транспозицией в дефект ротаторов плеча сухожильной части ШМС.

На третьем этапе диссертационной работы был проведен совокупный анализ результатов экспериментальной части работы по изучению прочностных ха-

рактических пластических биоматериалов, клинико-функциональных исходов лечения пациентов в проспективных клинических группах, а также данных МРТ, отражающих состояние пересаженных тканей. На основании проведенного сравнительного анализа данных, полученных в ходе экспериментальной и клинической частей работы, удалось решить четвертую задачу исследования: обосновать рациональные подходы к выбору наиболее предпочтительных методик хирургической коррекции ВН ПС у профильных пациентов и тем самым реализовать цель диссертационного исследования.

## 2.2. Материалы исследования

### 2.2.1. Материалы экспериментального исследования

Материалом эксперимента являлись 3 вида паспортизированных биологических тканей, предварительно гидратированных в 0,9% физиологическом растворе NaCl: аллотрансплантаты ПБТ и ТМО, БДМ – DX Reinforcement Matrix (Arthrex). Все виды исследованных тканей использовались в качестве трансплантата при проведении АРВКПС у пациентов с массивным разрывом ВМПС. Каждая серия эксперимента была проведена на 5–6 образцах каждого материала (рис. 4).

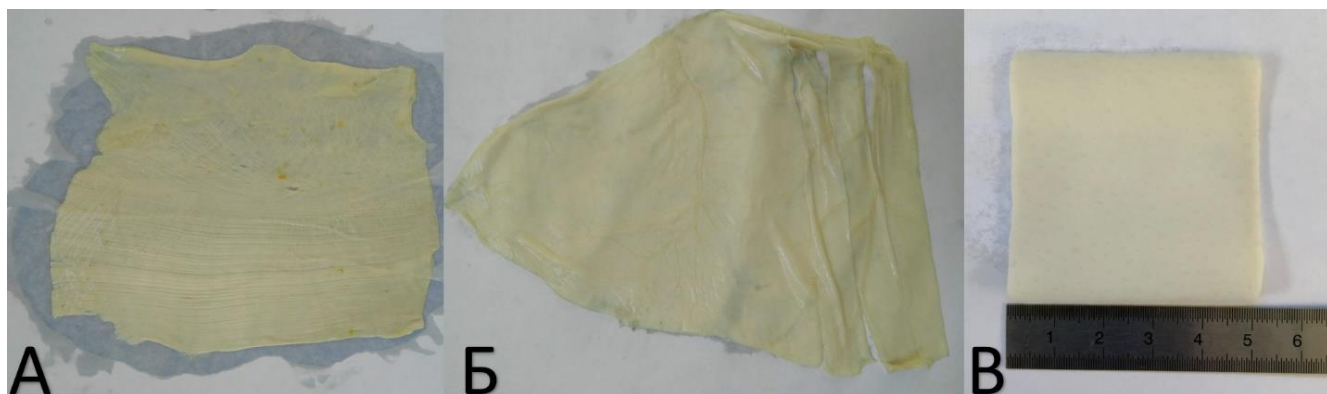


Рис. 4. Образцы исследованных биологических тканей:

А – аллотрансплантат ПБТ; Б – аллотрансплантат ТМО; В – БДМ

Исследование было проведено в испытательной лаборатории, соответствующей требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 на стандартной испытательной машине Instron ElectroPuls E3000 в Центре исследований экстремальных состояний материалов и конструкций Санкт-Петербургского государственного универ-

ситета. В эксперименте образцы имели форму полосок, нарезанных при помощи одноразового скальпеля. Каждый образец перед его фиксацией в рабочей части прибора измеряли (длину, ширину и толщину) при помощи поверенных линейки и штангенциркуля; данные заносили в таблицу.

Рабочая часть разрывной машины представляла собой держатели с плоскими губками, расстояние между которыми регулировалось в зависимости от размера исследуемого материала. При изучении механической прочности для исключения проскальзывания образца ткани в захватах между ним и щечкой захвата помещалась наждачная бумага с размером зерна 28-40 мкм (P600). В случае испытаний на удерживание вертикального шва с двух противоположных сторон образца на расстоянии 10 мм от края однократно продевалась нить FiberWire №2 (Arthrex) сквозь всю толщину образца. Концы нитей были плотно зажаты между щечками захвата. После фиксации материала проводился непосредственно сам эксперимент с видеофиксацией на портативную видеокамеру.

### **2.2.2. Материалы клинического исследования**

В диссертации изучены результаты лечения 65 больных. Критериями включения в исследование были: наличие дооперационных рентгенологических признаков АПС 1–3 стадий на фоне большого (ширина от 3 до 5 см) или массивного (ширина более 5 см) разрыва двух и более сухожилий ВМПС. Дооперационное МРТ-исследование с ретракцией сухожильного края второй и более стадии по классификации D. Patte и ЖИ мышечной части третьей или четвертой стадии по классификации D. Goutallier [133, 192]. Критериями исключения из исследования были наличие у пациентов выраженного (более 50%) жирового перерождения подостной и подлопаточной мышц по данным сагиттальных T2-взвешенных МРТ-изображений на уровне ости лопатки, а также признаки деформирующего артроза ПС 3-й и 4-й стадий, деструктивных изменений костной структуры ГПК и клювовидно-акромиальной связки на прямых рентгенограммах, существующие более 3 месяцев, и выраженное ограничение активного сгибания плечевого сустава (менее 45°).

Средний возраст обследуемых больных составил  $62,0 \pm 12,0$  лет. Мужчин было – 45, женщин – 20. Данные, характеризующие пациентов и критерии их включения в исследование по 5 сформированным клиническим группам, в зависимости от проведенного оперативного лечения, приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Характеристики пациентов в группах исследования.

Параметр	Номер группы				
	I	II	III	IV	V
Вид оперативного вмешательства	АРВКПС аллоткань ТМО	АРВКПС аллоткань ПБТ	АРВКПС аутокань СДГДМП	АРВКПС тканью БДМ	АРВКПС аутоканью СДГДМП+АТС ШМС
Количество пациентов	5	15	15	15	15
Данные, характеризующие пациентов					
Средний возраст, лет	$61,7 \pm 10,2$	$62,3 \pm 7,9$	$62,7 \pm 12,3$	$63,1 \pm 9,3$	$60,2 \pm 8,7$
Пол	М - 3 Ж - 2	М - 9 Ж - 6	М - 13 Ж - 2	М - 7 Ж - 8	М - 13 Ж - 2
Предшествующее оперативное лечение	1 (20%)	3 (20%)	0 (0%)	4 (27%)	0 (0%)
Инъекции кортикостероидов	5(100%)	10 (67%)	13 (87%)	14 (93%)	12 (80%)
Критерии включения					
Тип разрыва	Большие (от 3 до 5 см) или массивные (более 5 см) разрывы с вовлечением в разрыв двух и более сухожилий				
Стадия АПС по К. Hamada	1 – 3				
Стадия РМ по D. Patte	2 – 3				
Стадия ЖИ по D. Goutallier	2-4 стадии (критерии исключения – жировое перерождение подостной и подлопаточной мышц более 50%)				
ППВК	Отсутствовал, либо умеренный Псевдопарез являлся критерием исключения				
Нейромиография	Отсутствие нарушений иннервации и проводимости				

Проверка данных на сопоставимость показала отсутствие значимых различий между группами по параметрам, что дало основание для проведения данного клинического исследования.

Материалом исследования послужили амбулаторные карты больных; истории болезни; заполненные пациентами на каждом визите опросники и анкеты; данные клинико-функциональных и рентгенологических исследований пациен-

тов; результаты телефонного опроса пациентов, обращавшихся за медицинской помощью в период с 01.07.2018 по 01.06.2021 г., и лечившихся в хирургическом отделении №8 и в отделении восстановительной медицины №2 НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, а также Центре травматологии и ортопедии ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. Полученные сведения заносили в специально разработанную таблицу обследования больного, формализованную для последующей обработки на компьютере.

При первичном осмотре пациента и последующих контрольных осмотрах на сроках 6, 12 и 18 месяцев после оперативного лечения выполняли измерение объема движений при помощи поверенного угломера; функциональные тесты; оценку мышечной силы; заполнение опросников (шкала ASES, UCLA, CS, VAS); оценку рентгенограмм и МРТ.

## **2.3. Методики исследований**

### **2.3.1. Методика проведения экспериментальной части работы**

Эксперимент был разделен на две части. В первой части оценивалась и сравнивалась механическая прочность при разрыве образцов, во второй – устойчивость образца к наложенному вертикальному шву.

Тип проведенных испытаний включал одноосное растяжение – при этом оценивались сила, необходимая для разрыва каждого из образцов и относительное удлинение образцов до момента разрыва (рис. 5 а). Второй тип испытания заключался в оценке устойчивости изучавшихся образцов к прорезыванию шовным материалом (рис. 5 б).

В первой части эксперимента заданная скорость растяжения 50 мм/мин (0,83 мм/с) воздействовала на образец. На экран компьютера, синхронизированного с сервогидравлической машиной Instron ElectroPuls E3000, выводился график зависимости «нагрузка – перемещение». Таким образом, в этой части испытания можно было рассчитать напряжение и деформацию ткани.



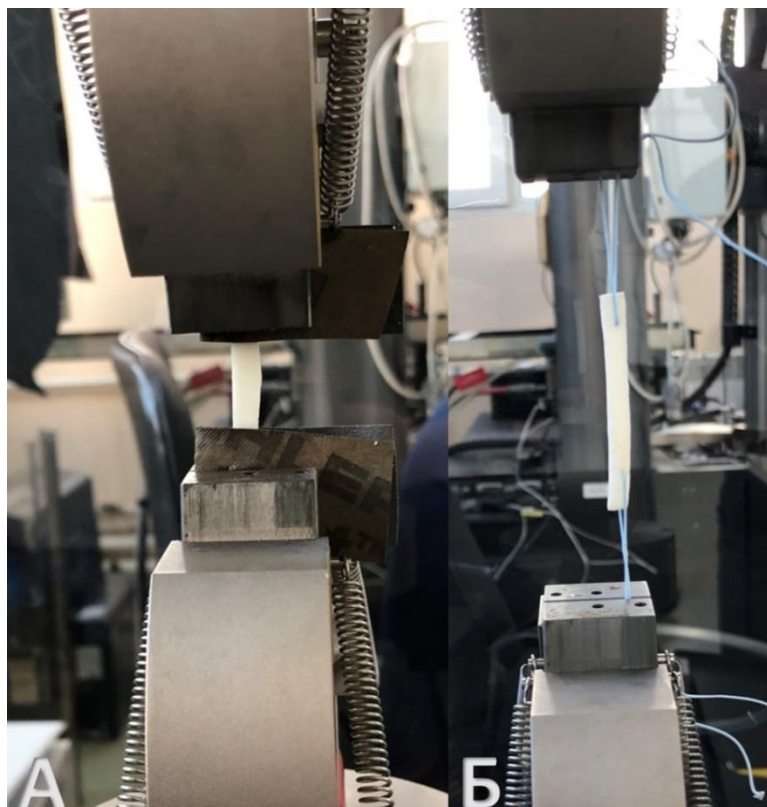


Рис. 5. Испытание образцов на универсальной сервогидравлической машине Instron ElectroPuls E3000: а – испытание на одноосное растяжение образца ткани; б – испытание на устойчивость к прорезыванию шовным материалом

В случае испытаний на удерживание вертикального шва образца после фиксации материала проводился эксперимент. Заданная скорость растяжения 50 мм/мин (0,83 мм/с) воздействовала на образец. На экран компьютера, синхронизированного с сервогидравлической машиной Instron ElectroPuls E3000 выводился график зависимости «нагрузка – перемещение». Тем самым в испытаниях была зарегистрирована сила воздействия и удлинение образца. Погрешность датчика нагрузки составляла не более 1% от измеренного значения. Максимальное усилие для прорезывания образца шовной нитью соответствовало пику нагрузки. После достижения пика нагрузки происходило устойчивое прорезывание материала. Результаты были занесены в таблицу (табл. 2), построены типичные графики «нагрузка – перемещение» при растяжении и при прорезывании (рис. 6).

Все образцы тканей были предварительно гидратированы в 0,9% физиологическом растворе NaCl, чтобы не допустить высушивания исследуемых тканей.

Пример занесения регистрируемых параметров трансплантатов на примере  
DX Reinforcement Matrix

Параметр	Номер образца				
	1	2	3	4	5
Скорость на шаге 1, мм/мин	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Локальный максимум (нагрузка 10%), N	30,63924	40,18431	28,82883	44,33586	23,59205
Максимальная нагрузка, N	30,63924	40,18431	28,82883	44,33586	23,59205
Деформация при растяжении (перемещение) при пике локального максимума (нагрузка 10%), мм/мин	0,54874	0,53166	0,52553	0,78025	0,52020
Деформация при растяжении (перемещение) при максимальной нагрузке, мм/мин	0,54874	0,53166	0,52553	0,78025	0,52020
Длина, мм	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Толщина, мм	1,340	1,340	1,340	1,340	1,340
Ширина, мм	5,220	5,220	5,220	5,220	5,220

Удлинение образца определялось по перемещению подвижной траверсы. Погрешность датчиков нагрузки и перемещения составляла не более 1% от измеренного значения.

Напряжение рассчитывалось по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{h \cdot w}$$

где  $F$  – нагрузка,  $h$  – толщина образца,  $w$  – ширина образца. Максимальное напряжение соответствует максимальному усилию, которое выдерживает образец.

Относительное удлинение рассчитывалось по формуле:

$$\varepsilon = \frac{l-l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

где  $l_0$  – начальная длина образца (расстояние между захватами);  $l$  – расстояние между захватами при растяжении. Относительное удлинение при разрыве соответствует удлинению образца в момент разрыва.

## Образцы с 1 по 5

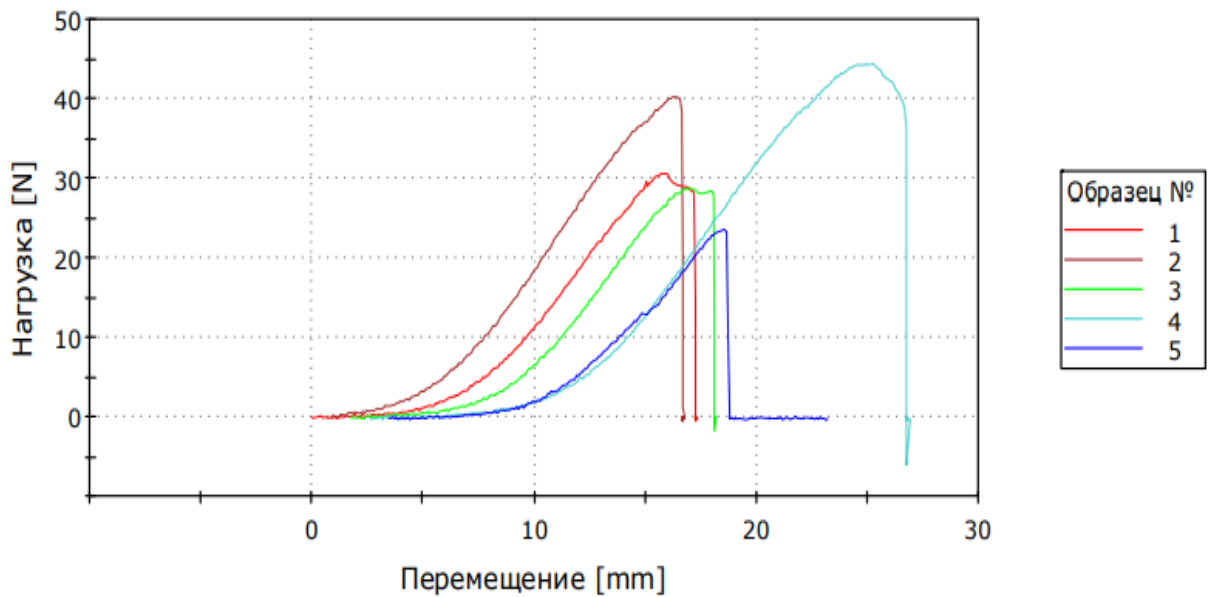


Рис. 6. Построение типичного графика при прорезывании на примере образцов ПБТ

На графике можно выделить несколько участков. Первый из них представляет собой идущую вверх вогнутую линию, при этом деформация ткани растет пропорционально увеличивающейся нагрузке, и характеризует собой «упругую деформацию». Это деформация, исчезающая после прекращения действий на тело внешних сил. При этом тело принимает первоначальные размеры и форму. При упругой деформации ее величина полностью определяется механическим напряжением и является однозначной функцией от напряжения. Для большинства материалов эту зависимость можно считать прямо пропорциональной. Механическое напряжение – это мера внутренних сил, возникающих в деформируемом теле под влиянием различных факторов. Механическое напряжение в точке тела определяется как отношение внутренней силы к единице площади в данной точке рассматриваемого сечения. Упругая деформация описывается законом Гука. Закон Гука – утверждение, согласно которому деформация, возникающая в упругом теле, пропорциональна приложенной к этому телу силе.

Второй участок – это участок с небольшим подъемом, идущий практически параллельно оси «перемещение», прямая представляет собой участок необрати-

мой «пластической деформации», т.е. если убрать нагрузку, то ткань не восстанавливает свою первоначальную форму. На этом участке деформация ткани постепенно нарастает при практически одном и том же значении нагрузки.

Следующий участок диаграммы представляет собой нисходящую линию и начинается от точки, где растягивающее усилие достигает максимального значения – предел прочности. В этот момент в рабочей части испытуемого образца появляется локальное истончение (так называемая «шейка»), вызванное нарушениями структуры материала (образованием пустот, микротрещин и т.д.). Вследствие истончения и, следовательно, уменьшения площади поперечного сечения образца растягивающее усилие, необходимое для его растяжения, уменьшается, и кривая диаграммы «идет вниз», после чего происходит разрыв образца [29]. Разрывается образец в сечении, где была образована «шейка» (рис. 7).



Рис. 7. Разрыв образца в области образовавшегося сужения после приложения максимальной нагрузки

Таким образом, зарегистрированные величины, такие как предел прочности и относительное удлинение, можно сравнить со свойствами материала любой эталонной ткани, чтобы судить о пригодности применения трансплантата.

Предельная прочность (предел текучести, предельное напряжение, предел упругости, предел пропорциональности, предел прочности) – максимальное напряжение, которое может выдержать образец (предельная нагрузка, после кото-

рой происходит разрушение). Относительное удлинение характеризует изменение первоначальной длины материала при растяжении до момента разрыва. Данные величины, которыми обладают конкретные материалы, могут иметь клиническое значение.

### **2.3.2. Методики клинических исследований**

#### **2.3.2.1. Методика оценки мышечной силы и измерения амплитуды движений в плечевом суставе**

Для оценки мышечной силы пациенту предлагали последовательно поднять перед собой и отвести в сторону гантели весом 0,5, /1,5 / 2 /3 / 4 / 5 кг, тем самым оценивая силу мышц, окружающих плечевой сустав, при сгибании и отведении. В зависимости от максимально поднимаемого веса выделяли хорошую (от 2 до 5 кг), удовлетворительную (от 1 до 2 кг) и неудовлетворительную (менее 1 кг) мышечную силу. Для получения более объективной информации о подвижности ПС оценивали амплитуду движений при помощи поверенного угломера. Располагая угломер во фронтальной плоскости, оценивали отведение плеча: в сагиттальной плоскости – сгибание и разгибание; в горизонтальной плоскости – наружную и внутреннюю ротацию плеча. Нормальные значения приведены в таблице 3. При ограничении объема движений оценивали соотношение объема активных и пассивных движений в суставе. Одинаковое ограничение объема как активных, так и пассивных движений расценивалось как поражение собственно сустава. Превышение объема пассивных движений над объемом активных расценивалось как повреждение сухожилий ВМПС [20].

Таблица 3

Амплитуда движений в плечевом суставе (нормальные значения).

Вид движения	Амплитуда, град.
Отведение / приведение	180 – 0 – 40
Сгибание / разгибание	180 – 0 – 40
Внутренняя ротация / наружная ротация	95 – 0 – 60

При ограничении подвижности в ПС важным моментом было определение причины ограничения. Уменьшение объема всех видов движений во всех плоскостях свидетельствовало о нарушении функции самого сустава, его капсулы и о наличии контрактуры. При этом движение лопатки начиналось раньше, чем отведение руки на  $90^\circ$  (в норме движение лопатки происходит после отведения в ПС на  $90^\circ$ ). Также для этих пациентов были характерны компенсаторные движения, например «пожимание плечами» – движение, при котором пациент поднимает плечо, чтобы облегчить отведение конечности. Нарушение же конкретного движения, происходящее в определенной плоскости, интерпретировалось как поражение определенной периартикулярной структуры [20].

### 2.3.2.2. Методика выполнения клинических тестов для выявления патологии вращательной манжеты плечевого сустава

Осмотр ПС производился последовательно по трем секторам, предложенным Habermeyer [138] (рис. 8).

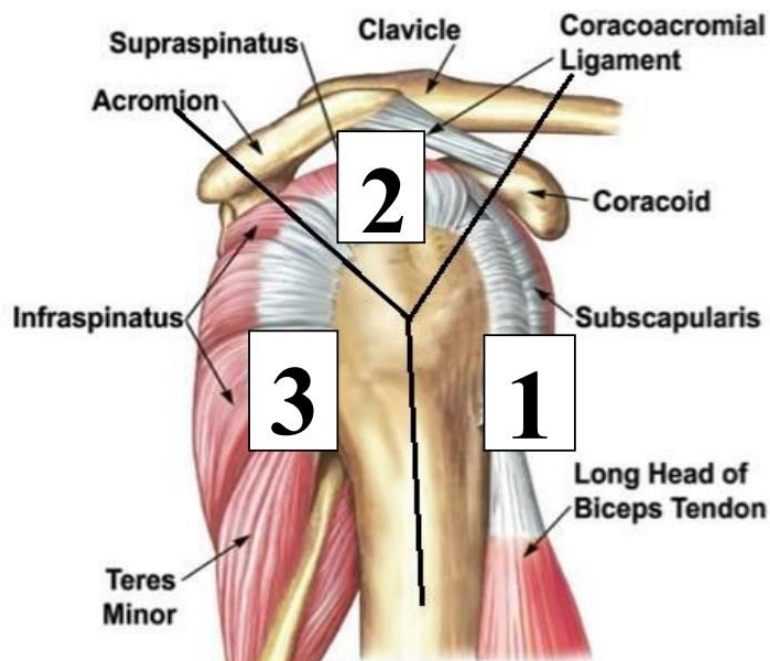


Рис. 8. Разделение плечевого сустава по секторам по Habermeyer

**Сектор I** – сухожилие подлопаточной мышцы, внесуставная часть СДГДМП:

1. Тест Belly Press позволяет оценить целостность верхней и средней частей сухожилия подлопаточной мышцы. При этом ладонь исследуемой руки лежит на животе, локоть согнут на 90°, предплечье и кисть располагаются на одной линии. Далее пациенту предлагается сильно давить кистью на живот, сохраняя взаиморасположение кисти и предплечья (рис. 9). Положительным тест считается при невозможности выполнения этого движения, а также если оно выполнимо за счет разгибания в ПС (локоть смещается назад, происходит сгибание в кистевом суставе) или за счет смещения назад плечевого пояса.



Рис. 9. Тест Belly Press

2. Bear-hug тест проводится для определения целостности верхней и средней частей сухожилия подлопаточной мышцы. Ладонь исследуемой верхней конечности располагается на противоположном плече, локоть направлен вперед и параллельно полу. Далее пациент старается удержать это положение, при этом врач толкает локтевой сустав снизу вверх (рис. 10). Положительным тест считается, если пациент не может удержать кисть у противоположного плеча, локоть опускается вниз или если выявляется снижение силы более чем 20% по сравнению со здоровой рукой.



Рис. 10. Bear-hug тест

3. Тест Gerber (Lift-off) позволяет оценить целостность нижней трети сухожилия подлопаточной мышцы. Пациент с заведенной за спину рукой прижимает кисть тыльной стороны к спине, врач давит на ладонь, а пациент старается оторвать кисть от поверхности спины, преодолевая сопротивление врача (рис. 11). При выраженной боли в ПС или снижении мышечной силы тест считается положительным.



Рис. 11. Тест Gerber (Lift-off)

4. Тест Abbott-Saunders проводится на нестабильность СДГДМП. Пациент сидит. Рука пациента ротруется наружу и отводится на  $120^\circ$ . Из этого положения врач медленно опускает руку пациента. Это движение он выполняет одной



рукой, в то время как вторым и третьим пальцами другой руки пальпирует межбугорковую борозду (рис. 12). Если пациент ощущает щелчок – тест положительный.



Рис. 12. Тест Abbott-Saunders

**Сектор II** включает в себя тесты на определение патологии надостной мышцы, суставной части СДГДМП.

5. Тест Jobe позволяет оценить целостность сухожилия надостной мышцы. ПС пациента находится в положении отведения на  $90^\circ$  и нейтральной ротации при разогнутом предплечье. Врач оказывает сверху давление на предплечья пациента, а пациент сопротивляется этому давлению, сохраняя исходное положение. Затем пациенту предлагают провести внутреннюю ротацию на  $30^\circ$  так, чтобы большой палец пациента был направлен вниз (тест также носит название «пустая банка» вследствие сходства с позой человека, демонстрирующего что в банке отсутствует содержимое). После этого пациент вновь сопротивляется давлению на предплечье (рис. 13). Появление боли и/или слабости в верхней части плеча указывает на поражение сухожилия надостной мышцы.



Рис. 13. Тест Jobe

6. Дуга Dowborn – выполнение этого теста также может свидетельствовать о поражении сухожилия надостной мышцы. Тест заключается в активном отведении и подъеме руки пациента, которая в норме описывает дугу в  $180^\circ$  (рис. 14). Появление боли при отведении руки в промежутке между  $60$  и  $120^\circ$  (средняя дуга) свидетельствует о поражении сухожилия надостной мышцы.



Рис. 14. Дуга Dowborn

Следующие три теста направлены на выявление патологии СДГДМП.

7. Тест O'Brien. Пациент с разогнутой в локтевом суставе рукой сгибает руку в ПС до  $90^\circ$ , приводит на  $10^\circ$ , направляет первый палец вниз (создавая внутреннюю ротацию). Затем врач давит на предплечье пациента в направлении сверху вниз, при этом пациент препятствует давлению. Затем этот же тест выполняет-

ся в положении наружной ротации, когда первый палец пациента повернут кверху (рис. 15). Тест считается положительным, если во время первой его части появляется боль, которая затем уменьшается или исчезает при наружной ротации ПС.



Рис. 15. Тест O'Brien

8. Тест Speed: появление боли в области межбугорковой борозды плечевой кости при выполнении пациентом сгибания в локтевом суставе с преодолением сопротивления руки врача, расположенной на дистальной части предплечья пациента, свидетельствует о наличии воспаления СДГДМП (рис. 16).



Рис. 16. Тест Speed

9. Тест Yergason. Плечо больного прижато к корпусу, локтевой сустав – в положении сгибания под углом 90°. Пациенту предлагают выполнить супи-

нацию предплечья, преодолевая сопротивление руки врача, расположенной на дистальной части предплечья пациента. Появление боли при попытке супинировать предплечье расценивается как положительный результат (рис. 17).



Рис. 17. Тест Yergason

**Сектор III** – сухожилие подостной мышцы, сухожилие малой круглой мышцы:

10. Тест подостной мышцы – позволяет оценить состояние сухожилия подостной мышцы. Плечо пациента находится вдоль туловища, локтевой сустав согнут до угла  $90^\circ$ , пациент активно ротит плечо наружу, врач при этом создает сопротивление (рис. 18). Слабость и боль (обычно невыраженная), ощущаемая в верхнем отделе плеча, указывает на поражение сухожилий подостной мышцы.



Рис. 18. Тест подостной мышцы

11. Тест Walch (тест «флейтиста») позволяет оценить степень разрыва малой круглой мышцы. Больному предлагается поднести ладонь ко рту (рис. 19). При повреждении обоих наружных ротаторов пациент сможет выполнить данное движение, только подняв руку до угла  $90^\circ$ .



Рис. 19. Тест Walch (положительный справа)

12. Тест ERLS (External Rotation Lag Sign), или симптом калитки, или симптом автоматизма наружной ротации плеча – невозможность удержать руку в положении максимальной пассивной наружной ротации (рис. 20).



Рис. 20. Тест External Rotation Lag Sign – положительный справа

При обширном повреждении ротаторной манжеты характерными симптомами являются тест падающей руки и тест Леклерка.

13. Тест падающей руки – пациент не может самостоятельно удержать пассивно отведенную руку (рис. 21).



Рис. 21. Тест падающей руки (отрицательный)

14. Тест Леклерка – при попытке отвести руку пациенту более чем на  $45^\circ$  пациент приподнимает надплечья, при этом движение напоминает недоуменное пожатие плечами [7] (рис. 22).



Рис. 22. Тест Леклерка

### 2.3.2.3. Методика оценки функционального состояния плечевого сустава

Для объективизации клинико-функционального состояния ПС были использованы три международных балльные шкалы оценки, переведенные на русский язык (приложение 1) [19, 33].

1. *Шкала American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES)* содержит следующие разделы: общая часть; интенсивность болевого синдрома; тест — вопросы, характеризующие клинико-функциональное состояние верхней конечности и уровень повседневной активности пациента. Эта шкала дает возможность подробно оценивать болевой синдром, функцию самообслуживания, мышечную силу и обладает высокой степенью валидности, чувствительности и надежности. Она сочетает в себе отдельные вопросы таких тестов, как Оксфордский опросник OSS, CMS и UCLA, подробно оценивающие объективную сторону функции ПС [17].

Методика оценки ответов шкалы ASES была следующей: при подсчетах учитывались ответы на вопросы с 7 по 17 включительно; вопрос 7 представлял собой шкалу выраженности боли от 10 до 1. Соответствие балльной оценки по визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ) и ASES представлено далее (табл. 4). Вопросы с 8 по 17 включительно имели 4 варианта ответа. Оценка за каждый вариант ответа производилась соответственно: не трудно – 5 баллов, затруднительно – 3 балла, очень трудно – 2, невозможно – 0 баллов. Всего 10 вопросов – максимальное количество по всем вопросам – 50 баллов.

Таблица 4

Соответствие показателей по шкалам ВАШ и ASES, баллы

Оценка по ВАШ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Оценка по ASES	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

В результате заполнения шкалы ASES были получены показатели простой и распространенной оценки уровня боли по ВАШ. Сама по себе она субъективна и

не содержит специфических вопросов относительно функции, объема движения и мышечной силы в ПС [17]. В связи с этим этот показатель использовался как дополнительный критерий для сравнения результатов лечения между группами.

2. *Шкала Constant Shoulder (CS)* включает в себя оценку выраженности боли, оценку физической и повседневной активности, качества сна, функции ПС; оценку мышечной силы, движений в ПС: переднего сгибания, отведения, наружной и внутренней ротации. Результаты оцениваются как разница баллов при сравнении с контралатеральной конечностью: отличный – <11 баллов; хороший – 11–20; удовлетворительный – 21–30; неудовлетворительный – >30 [28].

3. *Шкала University California Los Angeles (UCLA)*, разработанная в Калифорнийском университете Лос-Анджелеса, включает: 1) паспортные данные и анамнестические сведения о пациенте; 2) оценку болевого синдрома (10 баллов); 3) функцию сустава (10 баллов); 4) амплитуду активного отведения (5 баллов); 5) мышечную силу (5 баллов); 6) субъективную оценку пациентом (5 баллов) – всего 35 баллов [28].

Результаты лечения пациентов классифицировались по трем категориям:

1. «Хороший» – соответствовал отличным и хорошим исходам по шкальным оценкам (табл. 5). Клинически характеризовался отсутствием жалоб; полной амплитудой движений (или только уменьшением амплитуды наружной ротации плеча); мышечной силой, аналогичной контралатеральной конечности; отсутствием ограничений в профессиональной и физической активности.

2. «Удовлетворительный» – количество баллов по шкальным оценкам соответствовало удовлетворительному результату. Клинически: жалобы на периодическую болезненность в области сустава при физических нагрузках; умеренное ограничение объема движений; снижение мышечной силы оперированной конечности, вынуждающее больного снизить уровень физической активности, изменить род профессиональной деятельности.

3. «Неудовлетворительный» или «плохой» – неудовлетворительный результат по шкалам. Клинические проявления в виде болевого синдрома (в ночное время и в покое), выраженное ограничение амплитуды движений, выраженное



снижение мышечной силы, значительное ограничение физической активности больного.

Таблица 5

## Интерпретация балльной оценки по разным шкалам

Шкала	Отличный	Хороший	Удовлетворительный	Неудовлетворительный
ASES	>80	70–79	50–69	<50
UCLA	34–35	28–33	21–27	0–20
Constant Shoulder	<11	11–20	21–30	>30

#### 2.3.2.4. Методика проведения рентгенографии, магнитно-резонансной томографии плечевого сустава и оценки структурных изменений в зоне реконструкции

Всем больным проводили до- и послеоперационную стандартную рентгенографию ПС в прямой и аксиальной проекциях. По рентгенограммам определяли степень выраженности АПС с использованием классификации К. Hamada [140].

Оценка АПИ выполнялась на рентгенограммах в переднезадней проекции по общепринятой методике [221]. Первично проводили линию параллельно нижней поверхности акромиального отростка лопатки, далее параллельно этой линии проводили линию через самую верхнюю точку ГПК [36]. Затем опускали перпендикуляр, длина перпендикуляра считалась размером АПИ (рис. 23).

МРТ ПС на до- и послеоперационном этапах выполняли на высокопольном МР-томографе Siemens Espree с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла с использованием специализированной матричной катушки фирмы Siemens для ПС и толщиной срезов 3 мм. Протокол МРТ-исследования состоял из получения изображений в трех взаимно перпендикулярных проекциях (косой коронарной, косой сагиттальной и аксиальной) с применением импульсных последовательностей в T1- и T2-взвешенном изображении в режиме градиентного эха – FFE\_T2W, изображений, взвешенных по протонной плотности – TSE PDW, также с использованием эффекта подавления сигнала от жировой ткани – TSE PD SPAIR [56].

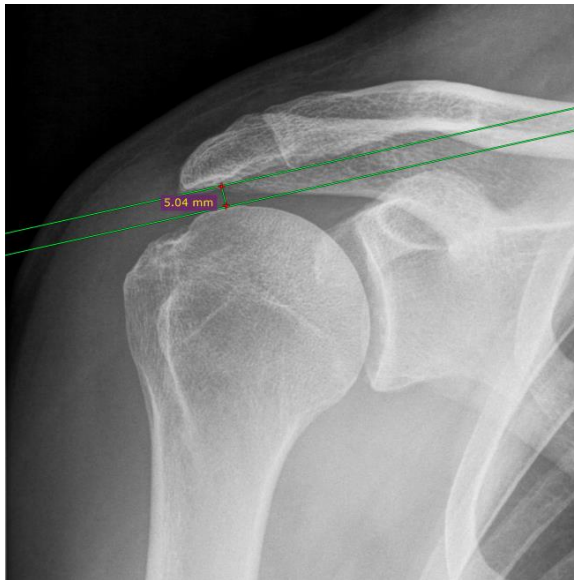


Рис. 23. Определение АПИ на рентгенограмме в переднезадней проекции

Наиболее информативными для оценки разрыва вращательной манжеты и состояния трансплантата после восстановления верхней капсулы плечевого сустава являлись режимы, чувствительные к жидкости, а именно последовательности, взвешенные по T2 и PD-взвешенные изображения с жироподавлением [15]. Для оценки ЖИ мышц использовались T2-взвешенные импульсные последовательности, которые позволяют визуализировать жировую ткань как в структуре мышечной части, так и по ее периферии. Для определения состояния костной ткани использовались последовательности, взвешенные по T1.

На дооперационном этапе проводилась оценка целостности сухожилий. При наличии разрыва регистрировали количество вовлеченных в разрыв сухожилий, объем повреждения, степень ретракции, размер и форму разрыва. Все полученные данные заносили в стандартизированную таблицу MS Office Excel (табл. 6).

Определение стадии ЖИ мышечной части мышц ВМПС осуществлялось по классификации D. Goutallier [133, 134]. Методика МРТ-оценки ЖИ и АМ вращательной манжеты была следующей: на косо-сагиттальных снимках T2-серии, выбиралось изображение на уровне ости лопатки, где хорошо визуализируются мышечные брюшки всех мышц ВМПС. Стадия ретракции надостной мышцы оценивалась по классификации D. Patte [192].

## Пример паспортизации пациента

Сухожилие мышцы	МРТ-оценка												АПИ, мм	Стадия артропат ии по Hamada
	Стадия по D. Goutallier					Объем повреждения сухожилия				D. Patte				
	0	I	II	III	IV	0	1/3	2/3	тоталь ный	I	II	III		
Подлопаточная	x					x				нет			5	2
Надостная				x				x		x				
Подостная		x					x		нет					
Малая Круглая	x					x			нет					

При оценке ЖИ (перерождения) рассчитывали процент жировой ткани внутри мышцы. При оценке атрофии мышечной ткани, проявляющейся уменьшением ее объема и наличием жировой ткани вокруг мышцы, рассчитывали процент мышцы от площади надостной и подостной ямки. Подостную и малую круглую мышцы исследовали как одно целое ввиду сложности верификации границы между ними на косо-сагиттальных срезах МРТ [17].

Особое внимание уделяли оценке целостности подлопаточного сухожилия, так как критерием включения являлось неповрежденное или подлежащее восстановлению сухожилие подлопаточной мышцы согласно критериям, разработанным Французским обществом артроскопических хирургов [162, 213].

Также по предоперационным томограммам проводилась оценка мышц, окружающих плечевой сустав. Так как для благополучного клинического исхода после АРВКПС необходимым условием являются действующие и неповрежденные динамические стабилизаторы, такие как ДМ, широчайшая мышца спины, трапециевидная и грудные мышцы. Кроме этого, оценивалось качество кости в местах предполагаемой установки якорных фиксаторов на ГПК и СВЛ. Отсутствие дефицита костной массы, остеопороза и костных кист являлось важным фактором стабильной фиксации трансплантата.

Для послеоперационной оценки целостности трансплантата, точек его фиксации и целостности боковых швов с оставшейся частью вращательной манжеты использовался рутинный протокол МРТ [1, 10, 11, 13, 37, 44, 55, 233]. Главной

задачей послеоперационного МР-исследования была оценка изменений интенсивности МР-сигнала в области фиксации и на всем протяжении самого трансплантата в динамике через 6, 12, 18 и 24 мес. после выполнения операции.

Последовательности, чувствительные к жидкости (например, последовательности, взвешенные по T2 или по плотности протонов с подавлением жира – TSE PD) были необходимы для оценки целостности трансплантата. Изображения импульсных последовательностей в T1-взвешенном изображении являлись информативными для оценки костной структуры, особенно в местах фиксации якорей.

В зависимости от данных послеоперационных МРТ пациенты были разделены на группы:

- с полным приживлением и перестройкой трансплантата;
- с МРТ-признаками неполного приживления или частичного разрыва;
- с признаками тотального разрыва (лизиса) трансплантата.

Трансплантат расценивается как неповрежденный в случаях, когда на послеоперационном МРТ биоматериал выглядит как однородная полоса с низким сигналом как на T1-, так и на T2-взвешенных последовательностях. При этом трансплантат непрерывен, прослеживается от верхнего края СВЛ до большого бугорка ГПК, и его толщина не менее 3 мм. (рис. 24 а, б). Трансплантат должен покрывать участки ГПК как «шапка Мономаха». Такое расположение трансплантата оценивается на сагиттальных изображениях, при этом центр трансплантата располагается на вершине ГПК и обхватывает переднюю и заднюю часть ГПК. Если рассматривать правое плечо, то трансплантат располагается спереди на 2 и сзади на 10 часов соответственно (рис. 24 с).

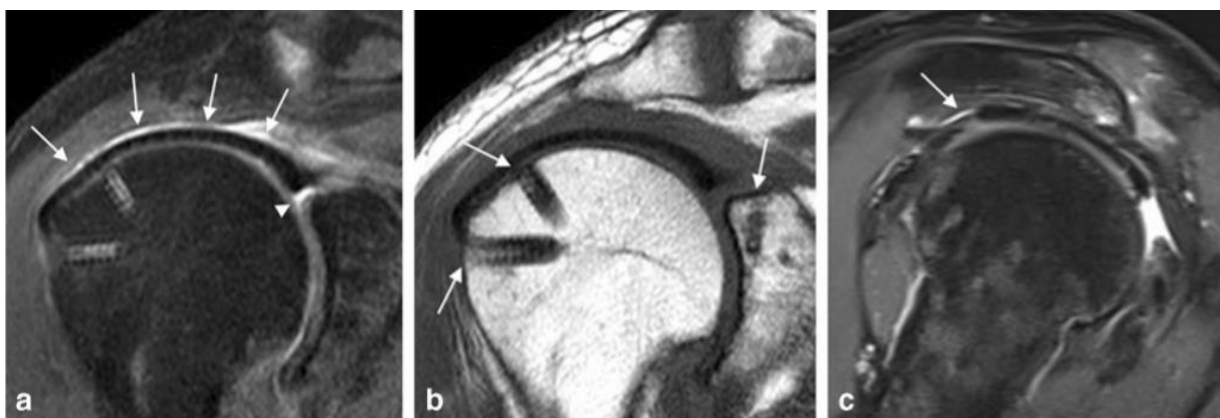


Рис. 24. Пример неповрежденного трансплантата из БДМ: а – фронтальное изображение в режиме TSE PD с подавлением жира. Стрелками указан неповрежденный трансплантат, непрерывно лежащий вдоль верхнего полюса ПС. Наконечник стрелы – узкая полоса сигнала жидкости рядом с прикреплением к СВЛ – вариант нормального прикрепления, так как фиксирующий якорь находится чуть медиальнее; б – фронтальное изображение в режиме T1. Стрелками указаны якорные фиксаторы и шовный материал; с – сагиттальный срез МРТ в режиме TSE PD с подавлением жира. На снимке видно корректное расположение трансплантата относительно ГПК. Стрелка указывает на состоятельный шов с сухожилием подостной мышцы.

В местах прикрепления трансплантата к кости не должно быть сигнала от жидкости. Допустимым является тонкий гетерогенный промежуточный сигнал или узкая полоска сигнала от жидкости в области наложения швов. Неповрежденный трансплантат должен иметь непрерывное соединение с сухожилием подостной мышцы сзади. Передний край трансплантата в зависимости от наличия тканей может быть подшит к мягким тканям ротаторного интервала или оставлен без какой-либо фиксации.

Изменение интенсивности сигнала от трансплантата не является критерием разрыва, так как даже интактный трансплантат может иметь переменный сигнал. В процессе своей перестройки трансплантат может иметь сигнал повышенной интенсивности за счет формирования грануляционной ткани.

При частичной несостоятельности трансплантата наблюдается очаг сигнала от жидкости, расположенной между костью и трансплантатом в области его прикрепления к кости. При этом затекание жидкости регистрируется не на всем

протяжении прикрепления, а только в области одного из краев либо в средней части. При выявлении на ранних сроках такой МР-картины это интерпретировалось как очаг неполного заживления трансплантата. Наличие сигнала от жидкости между сухожилием подостной мышцы и трансплантатом наблюдается при несостоятельном шве с сухожилием подостной мышцы. Это также расценивалось как частичная несостоятельность трансплантата. Толщина трансплантата менее 2 мм в сочетании с неоднородным сигналом от трансплантата рассматривалась как его истончение или удлинение и также включалась нами в понятие частичного повреждения трансплантата. В зависимости от варианта несостоятельности трансплантата было выделено 6 подгрупп, представленных и описанных в таблице 7.

Таблица 7

## Варианты несостоятельности трансплантата.

Номер подгруппы	Вариант несостоятельности трансплантата	Особенности визуализации
1	Несостоятельность в месте прикрепления к верхнему полюсу СВЛ	Частичный или полный разрыв в месте прикрепления к кости
2	Несостоятельность в месте прикрепления к ГПК	Частичный или полный разрыв в месте прикрепления к кости
3	Разрыв в средней части трансплантата	Сигнал от жидкости в середине трансплантата в сочетании с неоднородным сигналом от трансплантата
4	Лизис трансплантата	Толщина трансплантата <2 мм в сочетании с отсутствием сигнала от трансплантата на более чем одном срезе
5	Комбинированный разрыв	Комбинация из описанных выше типов разрывов. Они обычно увеличивают подвижность трансплантата и могут привести к смещению трансплантата

При полном разрыве или лизисе трансплантата выявляется зазор между трансплантатом и местом крепления к кости в области якорных фиксаторов на всем протяжении прикрепления к кости либо в случае, если материал

трансплантата отсутствует в месте расположения якорей, или есть полное прерывание трансплантата на протяжении на двух и более срезах МР-исследования.

### **2.3.2.5. Методика восстановительного лечения после операции**

Первый этап реабилитационного лечения включал иммобилизацию оперированной конечности мягкой повязкой типа Дезо с отводящей на 20° подушкой в течение 6–8 недель. С 7-й недели после операции начинали упражнения пассивной гимнастики (упражнения «маятник» и «скольжение» оперированной конечности по поверхности стола). Таким образом, стремились к восстановлению мобильности в ПС без включения мышц, окружающих ПС. Через 8–10 недель приступали к упражнениям с включением мышц плечевого пояса при помощи вспомогательных активных упражнений. После восстановления объема движений под контролем методиста по лечебной физкультуре проводились упражнения по укреплению мышц вращательной манжеты и стабилизаторов лопатки. Основной акцент в реабилитационном лечении делался на «проприорецептивные» упражнения, благодаря которым происходил постепенный возврат пациента к нормальному уровню бытовой активности, улучшение координации движений, восстановление силы мышц. Возврат пациента к повседневной бытовой активности происходит через 3–4 месяца после операции. Занятия спортом и тяжелым физическим трудом разрешались через 7–8 месяцев после операции.

## **2.5. Статистическая обработка количественных данных**

Статистическую обработку полученных данных проводили на персональном компьютере с использованием приложения Microsoft Excel и пакета статистического анализа данных Statistica 10. Использовались модули «Описательные статистики и графики», «Множественная регрессия», «Т-критерии», «Непараметрическая статистика» и «Дисперсионный анализ».

Для проверки нормальности распределения данных использовали взаимодополняющие методы: построение и оценка гистограммы распределения и кван-

товой диаграммы, критерий Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка (для небольших выборок). При нормальном распределении количественные данные представлены в виде среднее  $\pm$  стандартное отклонение. При распределении, отличном от нормального, количественные данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (25-го и 75-го перцентилей).

Сравнение при нормальном распределении количественных данных производилось с использованием параметрических методик. Сравнение двух групп производилось при помощи критерия Стьюдента для зависимых и независимых выборок. Сравнение количественных данных трех и более групп производилось при помощи однофакторного дисперсионного анализа, а для проведения попарного апостериорного сравнения между группами использовался критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони.

При сравнении двух и более групп, данные которых не соответствуют нормальному распределению, применялся непараметрический критерий Краскела – Уоллиса. При анализе корреляции применялся коэффициент Пирсона. Если одна из переменных не являлась нормально распределенной, использовалась ранговая корреляция Спирмена. Различия считали статистически значимыми при уровне ошибки  $p < 0,05$ .



## ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ БИОМАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ ДЛЯ ПЛАСТИКИ ВЕРХНИХ ОТДЕЛОВ КАПСУЛЫ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА

### 3.1. Характеристика изученных биоматериалов

Все виды изучаемых в исследовании биоматериалов представляют собой волокнистую соединительную ткань (СТ), являющуюся наиболее типичным представителем СТ, отчего эти ткани называют также собственно СТ [27]. Как и другие ткани этой группы, они характеризуются высоким содержанием межклеточного вещества, в котором ярко выражен волокнистый компонент. Пространство между волокнами заполнено основным аморфным веществом. В зависимости от относительного количества в ткани межклеточного вещества и его свойств выделяют рыхлую и плотную волокнистую СТ. Среди плотной волокнистой выделяют оформленную и неоформленную СТ. Главным свойством плотной волокнистой СТ является очень высокая механическая прочность благодаря наличию пучков коллагеновых волокон. Ориентация этих волокон соответствует направлению действия сил на ткань [8, 9].

Два изучаемых вида биоматериала, а именно ТМО и дерма кожи, представляют собой плотную волокнистую неоформленную СТ. Для данного вида ткани характерно неупорядоченное расположение пучков коллагеновых и эластических волокон в трех различных плоскостях, которые переплетаются между собой, формируя трехмерную сеть, что обеспечивает прочность ткани при воздействии деформирующих сил любой направленности [8, 9].

ТМО является одной из трех оболочек, окружающих головной и спинной мозг. ТМО, с одной стороны, плотно сращена с надкостницей костей, образующих череп. Толщина ТМО в области свода составляет 0,7–1,0 мм, на основании свода черепа – 0,2–0,5 мм [43]. Со стороны, обращенной к паутинной оболочке, она покрыта слоем плоских гиалиновых клеток, называемых менинготелием [8, 9, 52].

Другой вид аллоткани, используемый нами для АРВКПС, – ПБТ.

ПБТ представляет собой утолщенную часть широкой фасции бедра, проходящей по латеральной поверхности бедра и являющейся продолжением дистального сухожилия напрягателя широкой фасции. ПБТ имеет наиболее схожую структуру и свойства с утраченной тканью сухожилий ВМПС.

По своему гистологическому строению сухожилия и фасции представляют собой плотную волокнистую оформленную СТ. Основную часть их структуры составляют плотноупакованные толстые пучки коллагеновых волокон, располагающихся параллельно друг другу (в направлении действия нагрузки), которые связаны небольшим количеством основного аморфного вещества с присутствием небольшого числа эластических волокон [3]. Для фасций характерно, что пучки коллагеновых волокон и фиброциты располагаются в виде пластин (мембран). В каждой пластине волокна располагаются параллельно друг другу, но при этом они могут менять свое направление в различных пластинах [8, 9].

Очевидно, что кроме различия в гистологическом строении изучаемых трансплантатов, важную роль играет способ их обработки [47], так как каждый из способов стерилизации имеет свои технологические особенности, что оказывает влияние на результат перестройки и приживление трансплантата [50].

Аллотрансплантаты ТМО и ПБТ были изготовлены в лаборатории консервации и трансплантации биологических тканей (банк тканей) ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России по запатентованной медицинской технологии консервации аллогенных трансплантатов холодоустойчивой консервирующей средой (КриоБиТ) [51].

Методику можно разделить на несколько этапов. Первый этап включает механическую обработку биологических трансплантатов. В предоперационной комнате на столе, накрытом чистой тканью, раскладывают обработанный дезинфицирующими растворами инструментарий. С его помощью путем соскабливания или отсечения с анатомических препаратов удаляют остатки мягких тканей, надкостницу, жир и т.д. После механической обработки трансплантаты отмывают щетками от жира в специальной емкости с 3% раствором бикарбоната натрия. Затем препараты на 30–60 минут погружают в изотонический раствор хлорида натрия,

высушивают и подвергают стерилизации. Второй этап приготовления биологических трансплантатов включает их стерилизацию в запатентованной среде (Крио-БиТ). Для этого ткани помещают в стеклянную тару или пластиковые пакеты и заливают с соблюдением асептики консервирующей средой, приготовленной аптечным способом. Состав среды (в граммах): цитрат кислый (1,0), глюкоза (3,0), фурацилин (0,01), натрий бромистый (0,2), спирт этиловый 95° (15,0), диметилсульфоксид (5,0), амикацин сульфат (0,1), вода дистиллированная (80,0).

Благодаря диметилсульфоксиду в 7–10% концентрации не происходит образования льда в клетках при замораживании до минус 30°С. Он предупреждает повреждающее действие свободных радикалов, уменьшает электролитные изменения, способствует образованию некристаллического аморфного льда. Его комбинированное использование с этиловым спиртом позволяет снизить его рабочую концентрацию до 5%, что практически полностью устраняет возможность нежелательного воздействия данного препарата на трансплантационные качества консервируемых тканей.

Комбинированное применение антибиотика широкого спектра действия (амикацин) с фурацилином придает среде стерилизующие свойства. Амикацин входит в группу антибиотиков аминогликозидов, является полусинтетическим производным канамицина А. Он активен в отношении большинства грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов. Поскольку среда является антисептической, то в процессе приготовления ее не стерилизуют. Объем среды по отношению к объему консервируемого материала находится в пределах 1:5. После герметизации тары с трансплантатами ее помещают в холодильник с температурным режимом +4...+6°С.

По принятой технологии индивидуальная стерильная полиэтиленовая упаковка изготавливается с дополнительным кармашком, в котором находятся образцы тканей трансплантата и стерилиант (рис. 25). На 7-е сутки материал из кармашка направляется в бактериологическую лабораторию на посеvy. После получения результатов посевов на 14–16-е сутки трансплантаты передаются в экспедицию. Хранение в морозозащитной жидкой среде осуществляется при -16°С; -30°С, сте-

рильность биологических трансплантатов при соблюдении температурного режима и сохранности упаковки сохраняется на протяжении трех лет. Образцы тканей из одной серии и стерильности, в которых они находятся, дополнительно обследуются на стерильность каждые 6 месяцев.



Рис. 25. Индивидуально упакованные образцы аллотрансплантатов

Обработкой трансплантата БДМ DX Reinforcement Matrix (Arthrex) занимается компания DSM Biomedical, используя запатентованную технологию OPTRIX для создания натуральных и бесклеточных каркасов из мягких тканей – Extracellular Matrix technology (ECM) [86, 215]. Процесс OPTRIX дезинфицирует ткани, инактивирует вирусы и удаляет антигены, сохраняя при этом естественную и пористую структуру коллагенового матрикса, оставляя компоненты внеклеточного матрикса, такие как эластин, фибронектин, ламинин, гликозаминогликаны, протеогликины, факторы роста, цитокины.

При оценке остаточного количественного содержания ДНК, измеренного с помощью «PicoGreen», было продемонстрировано удаление ДНК > 94%, что доказывает эффективность методов обработки для удаления клеточных материалов.

В процессе обработки тканей по методике OPTRIX получают трансплантаты, обладающие высокой прочностью и долговечностью, пористой структурой каркаса, которая прорастает клетками реципиента. Наличие компонентов внеклеточного матрикса, сохранение трехмерной структуры с естественными сосудистыми каналами способствуют быстрой реваскуляризации и инфильтрации каркаса клетками.

DX Reinforcement Matrix (Arthrex) представляет собой бесклеточный матрикс кожи свиньи, который был создан как биомеханически прочный и биосовместимый каркас для укрепления и восстановления мягких тканей человека. Поставляется в стерильном виде, регидратированный в физиологическом растворе, находящимся в стерильной упаковке и готовым к использованию (рис. 26). Срок годности – три года, не требует специальных условий хранения.



Рис. 26. Индивидуальная упаковка бесклеточного дермального матрикса

### 3.2 Результаты экспериментальной оценки прочности и растяжимости изученных биоматериалов

Детализация данных при исследовании механической прочности во время разрыва тканей по каждому из образцов представлена в таблице 8.

## Характеристики образцов при исследовании механической прочности

Образец №	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Скорость растяжения, мм/мин	Критическая сила, Н	Критическое удлинение, мм	Время разрыва, сек	Максимальное напряжение, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
<b>Аллоткань сухожилия ПБТ</b>									
1	29	11	1,0	50	342	5,1	6,0	31,1	17,4
2	24	10	1,0	50	349	4,3	5,2	34,9	17,9
3	16	9	1,0	50	301	4,3	5,2	33,4	26,9
4	20	10	1,0	50	276	5,0	6,0	27,6	24,9
5	22	7	1,0	50	230	5,3	6,4	32,9	24,0
Среднее значение					299,6	4,8	5,76	31,98	22,22
Стандартное отклонение					49,09	0,47	0,54	2,80	4,31
<b>Аллоткань ТМО</b>									
1	27	11	0,8	50	68	3,9	4,7	7,7	14,4
2	35	11	0,8	50	49	5,5	6,4	5,5	15,6
3	23	13	0,8	50	34	4,4	5,3	3,3	19,1
4	41	10	0,8	50	18	4,9	5,9	2,2	11,9
5	31	13	0,8	50	48	4,6	5,6	4,6	15,0
Среднее значение					43,4	4,66	5,58	4,66	15,2
Стандартное отклонение					18,65	0,59	0,64	2,11	2,60
<b>Ткань БДМ</b>									
1	19	6	1,3	50	50	11,1	13,9	6,1	59,8
2	28	5	1,3	50	36	11,3	13,6	5,8	40,4
3	15	5	1,3	50	40	12,5	14,4	6,6	83,3
4	16	4	1,3	50	35	13,8	16,7	6,0	86,1
5	29	5	1,3	50	42	13,6	16,7	6,0	47,0
Среднее значение					40,6	12,46	15,06	6,1	63,32
Стандартное отклонение					5,98	1,25	1,52	0,30	20,75

В результате проведенного исследования были получены следующие усредненные данные (табл. 9). Самая большая сила разрыва была приложена к сухожилию ПБТ и составила 300 Н. Для двух других образцов она была в 7 раз меньше и не превысила 44 Н. Средние значения максимального напряжения и относительного удлинения при разрыве для аллоткани ПБТ составляют 32,0 МПа и

22,2% соответственно. Средние значения максимального напряжения и относительного удлинения при разрыве для аллоткани ТМО составляют 4,66 МПа и 15,2% соответственно, для БДМ DX Reinforcement Matrix – 6,1 МПа и 63,3% соответственно.

Таблица 9

## Результаты испытаний на растяжение

Материал	Максимальное напряжение, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
Аллоткань подвздошно-большеберцового тракта	32,0±2,8	22,2±4,3
Аллоткань твердой мозговой оболочки	4,7±2,1	15,2±2,6
Бесклеточный дермальный матрикс	6,1±0,3	63,3±20,8

Типичные графики деформации и напряжения при растяжении представлены на рисунке 27. Вершина графика соответствует усилию, необходимому для полного разрыва ткани. Крутизна начальной части графика отражает упругость сухожилия, т.е. степень его сопротивляемости нагрузке. Чем круче график, тем выше предел прочности исследуемой ткани.

Согласно результатам, аллоткань ПБТ имеет максимальную прочность на разрыв, а аллоткань ТМО – минимальную. При этом прочность аллоткани ПБТ превышает прочность БДМ и аллоткани ТМО в 5 и 7 раз соответственно.

Важно отметить, что толщина образцов ТМО составляла 0,8 мм и являлась самым тонким из всех видов материала (толщина аллоткани сухожилия ПБТ составляла 1,0 мм, толщина БДМ составляла 1,3 мм). Более того, независимо от толщины ткань ТМО показала существенный разброс значений (примерно 46%).

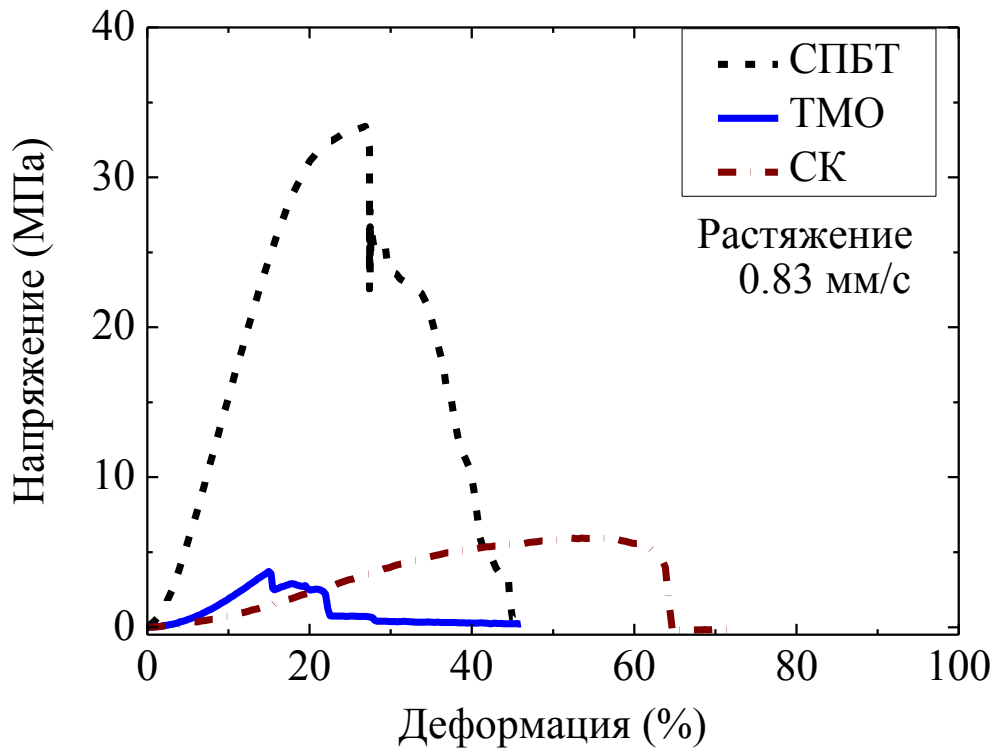


Рис. 27. Характерные графики испытаний при растяжении

Примечание: СПБТ – аллоткань подвздошно-большеберцового тракта; ТМ – аллоткань твердой мозговой оболочки, СК – бесклеточный дермальный матрикс

Все три материала показали хорошие значения относительного удлинения до разрушения. Минимальное значение было зарегистрировано у ТМО –  $15,2 \pm 2,6\%$ , максимальное – у БДМ –  $63,3 \pm 20,8\%$ , что в 4 раза превышает значения, полученные у ТМО. При этом показатели относительного удлинения у БДМ имеют высокий разброс значений, погрешность составляет примерно 33%. Данные свидетельствуют, что наибольшей эластичностью и пластичностью обладает БДМ, а наименьшей – ТМО. Средние значения имеет ПБТ –  $22,2 \pm 4,3\%$ .

### 3.3. Итоги экспериментального изучения прочности хирургических швов, наложенных на исследованные биоматериалы

Во второй части эксперимента оценивали и сравнивали устойчивость изучавшихся материалов к их прорезыванию шовным материалом. Детализация полученных данных по каждому из образцов представлена в таблице 10.



Характеристики образцов при испытании на прорезывание

	Скорость растяжения, мм/мин	Критическая сила, Н	Критическое удлинение, мм	Время разрыва, сек
Аллоткань ПБТ				
1	50	13,5	16,2	19,5
2	50	11,8	20,0	24,0
3	50	12,0	12,8	15,5
4	50	8,1	14,1	16,7
5	50	6,0	17,0	20,5
6	50	7,8	24,4	29,2
Среднее значение		9,87	17,42	20,90
Стандартное отклонение		2,96	4,23	5,05
Аллоткань ТМО				
1	50	15,2	12,3	14,8
2	50	18,9	5,0	6,1
3	50	19,8	33,9	40,7
4	50	9,7	6,7	8,1
5	50	10,0	8,6	10,4
6	50	14,2	12,5	15,1
Среднее значение		14,63	13,17	15,87
Стандартное отклонение		4,27	10,59	12,68
Ткань БДМ				
1	50	30,6	12,6	19,0
2	50	40,2	14,3	18,7
3	50	28,8	14,2	18,4
4	50	44,2	18,7	26,5
5	50	23,6	12,2	18,2
Среднее значение		33,48	14,4	20,16
Стандартное отклонение		8,48	2,58	3,56

В результате второго этапа проведенного исследования были получены с усредненными данными, представленными в таблице 11. Самое большое значение максимального усилия при прорезывании было зарегистрировано у БДМ и составило 33,5 Н. Минимальное значение выявлено у ПБТ – 9,8 Н, что в 3 раза меньше, чем у DX Reinforcement Matrix, Arthrex.

Результаты испытаний на прорезывание швов

Материал	Максимальное усилие при прорезывании, Н
Аллоткань подвздошно-большеберцового тракта	$9,8 \pm 3,0$
Аллоткань твердой мозговой оболочки	$14,6 \pm 4,3$
Бесклеточный дермальный матрикс	$33,5 \pm 8,5$

Типичные графики нагрузки при прорезывании представлены на рисунке 28. Вершина графика соответствует усилию, необходимому для полного прорезывания ткани. Крутизна начальной части графика отражает устойчивость сухожилия, т.е. степень его сопротивляемости нагрузке. Чем круче график, тем выше предельное напряжение исследуемой ткани. Скачки на диаграмме испытаний связаны с постепенными разрывами связей в материале.

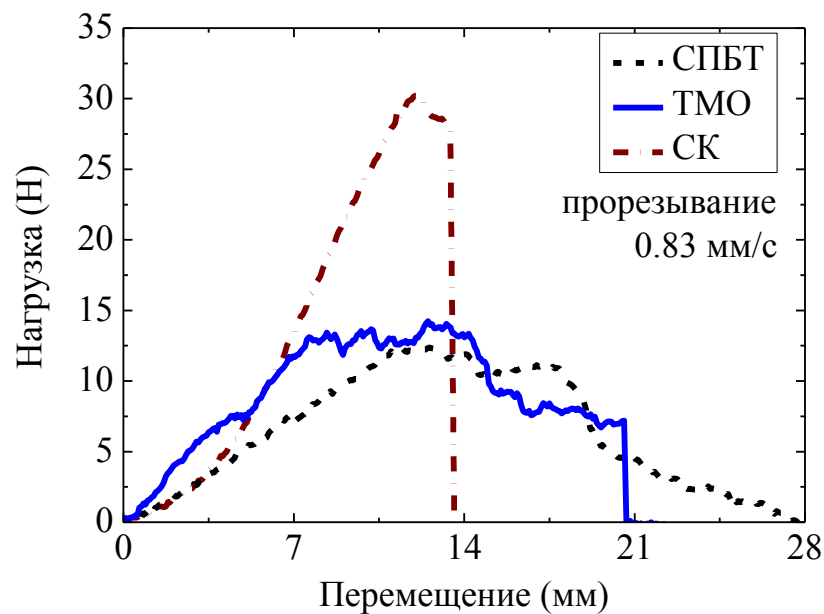


Рис. 28. Характерные графики испытаний на удерживание шва

Примечание: СПБТ – аллоткань подвздошно-большеберцового тракта; ТМ – аллоткань твердой мозговой оболочки, СК – бесклеточный дермальный матрикс

### 3.4. Обсуждение полученных результатов

На данный момент для применения в качестве аугментации тканей и закрытия дефектов поврежденной ВМПС используются разнообразные синтетические, биологические (ксено-, алло- и аутокани) и гибридные материалы [70]. Эти

материалы принято называть скаффолдами – от английского слова «scaffold», которое можно перевести как «каркасный материал». Кроме обеспечения каркаса, на котором происходит ремоделирование тканей, трансплантат должен обладать соизмеримыми с нативной тканью механическими свойствами [25]. При этом необходимо отметить, что в течение жизни в организме изменяются прочность и эластичность сухожильной ткани, что также может повлиять на выбор оптимального механического профиля имплантируемых биотрансплантатов [59].

В научной литературе активно проводится дискуссия между хирургами, выполняющими АРВКПС, относительно требований к трансплантатам для пластики верхней части капсулы ПС. По мнению ряда хирургов, на эффективность методики влияют прочностные свойства, толщина применяемого трансплантата, схожесть гистологического строения с потерянной тканью ВМПС, устойчивость к прорезыванию наложенным швам и эластичность ткани [201, 206]. Данные литературы по механическим характеристикам всех видов исследуемых трансплантатов очень вариабельны как по результатам, так и по методикам проведения экспериментов. Так, прочность на разрыв сухожилия ПБТ составляет, по данным экспериментальных исследований, 180 Н, тогда как аналогичный показатель для БДМ (DX Reinforcement Matrix, Arthrex) составляет 440 Н [161]. По другим данным, предельная прочность при растяжении, протестированная перед имплантацией образцов БДМ (DX Reinforcement Matrix, Arthrex), составила 137,5 Н [177]. Максимальная же прочность для ТМО при растяжении составляет, по данным литературы, всего от 1,44 до 4,65 Мпа [139].

Важно отметить, что условия, в которых проводилось исследование, не соответствуют биомеханическим условиям реального повреждения сухожилий вращательной манжеты ПС и условиям, которые потом испытывает трансплантат в процессе своей перестройки и функционирования. Так, например, разнонаправленные силы, действующие на сухожилие надостной мышцы в плечевом суставе, вызывают расслоение сухожильной ткани с последующим распространением повреждения по сухожилию. Трансплантат в условиях функционирующего ПС испытывает деформирующие силы не только на удлинение, но и на скручивание,

сжатие и циклические усталостные нагрузки. Поэтому данный эксперимент не стоит рассматривать как физическую модель повреждения тканей и трансплантата в условиях функционирующего ПС, а полученные результаты стоит применять только для сравнения результатов среди изученных групп. Данное исследование «нулевого времени» учитывает прочностные характеристики только в моменте до и во время имплантации, при этом важно понимать, что прочностные характеристики будут изменяться в процессе перестройки ткани. Ремоделирование ткани трансплантата занимает длительное время. Если рассматривать по аналогии с трансплантатом передней крестообразной связки, которая изучена более подробно, процесс ее лигаментизации занимает в по ряде исследований до двух лет [4, 5].

Знания о механических свойствах и биомеханике ПС дают возможность лишь предположить, как будет вести себя каждый из изученных трансплантатов после имплантации в клинике. Полученные данные нельзя экстраполировать на процесс послеоперационного ведения больных [59, 70]. Для понимания прижизненного поведения каждого из видов трансплантатов в условиях функционирующего ПС была запланирована и выполнена клиническая часть нашей работы.

По результатам проведенного нами экспериментального исследования самым прочным на разрыв материалом оказалась ткань ПБТ (рис. 29). Это можно объяснить тем, что по своему гистологическому строению сухожилия и фасции представляют собой плотную волокнистую оформленную СТ и являются наиболее прочной тканью организма. По схожести гистологического строения ПБТ также является наиболее близким к утраченной сухожильной ткани ВМПС. Однако образцы ПБТ показали наименьшую устойчивость к прорезыванию шовной нитью. Данный факт можно интерпретировать структурным строением ткани ПБТ, которая за счет разнонаправленного расположения пластин, из которых состоит фасция, а также вариабельности толщины на разных ее участках, оказалась наименее устойчивой к прорезыванию нитью. Ткани, имеющую гомогенную структуру (ТМО и БДМ), показали лучшую устойчивость к прорезыванию.

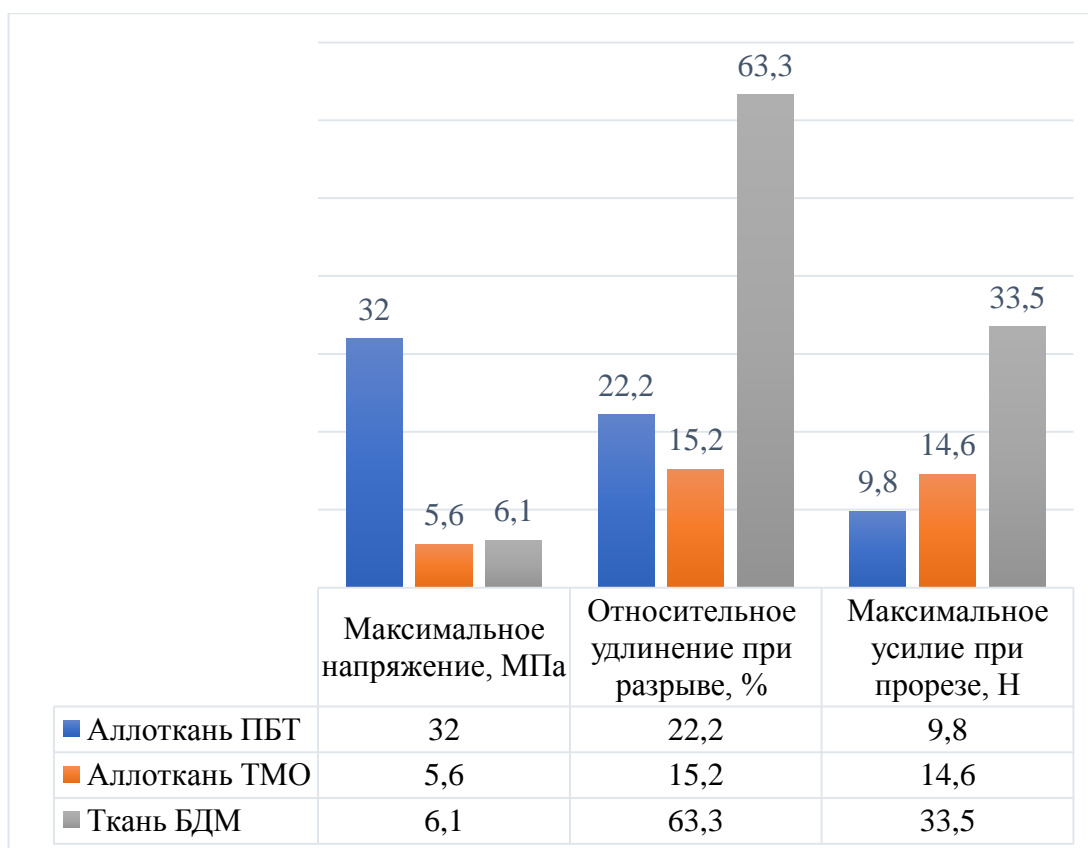


Рис. 29. Показатели характеристик трех образцов тканей, используемых для реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава

Наиболее устойчивым к прорезыванию швов и самым эластичным оказался БДМ. Необходимо отметить, что при этом БДМ показал значимо меньшие показатели прочности по сравнению с ПБТ. При исследовании ТМО были выявлены наихудшие показатели прочности и эластичности этого биоматериала, а также средние значения устойчивости к прорезыванию ТМО швами. Относительно невысокие прочностные характеристики ТМО и БДМ, предположительно, связаны с их гистологическим строением, так как оба эти вида биоматериалов представляют собой плотную волокнистую неоформленную СТ. Имея схожее гистологическое строение и наличие большого числа эластических волокон в своем строении, помимо коллагеновых, по идее, оба эти вида изученных биоматериалов должны обладать хорошей эластичностью. Однако, по результатам наших эксперимента, ТМО продемонстрировала наименьшую эластичность среди всех исследуемых тканей. Это, вероятно, было обусловлено использованной технологией обработки (химической стерилизации)

аллотрансплантата ТМО, так как у аллотрансплантата ПБТ, законсервированного по той же методике, были отмечены также схожие невысокие показатели эластичности.

Таким образом, все три изученных нами в эксперименте биоматериала показали различные свойства, обосновывающие перспективность их использования в ходе реконструктивных артроскопических операций у пациентов с массивными невосстановимыми разрывами ВМПС. Сравнительно лучшие показатели прочностных характеристик были выявлены у образцов ПБТ и БДМ, что позволяет рекомендовать их для клинического использования в приоритетном порядке. Образцы ТМО по результатам проведенных экспериментов также были признаны пригодными для применения в качестве пластического биоматериала для обсуждаемых операций, в ходе которых выполнялась пластика верхней части капсулы плечевого сустава. Однако указанные свойства ТМО нуждались в проверке клинической практикой, что и было выполнено нами в ходе проспективного клинического исследования, результаты которого представлены в следующей главе диссертации.

## **ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ИЗУЧЕННОГО ПРОФИЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ ДЛЯ ПЛАСТИКИ ВЕРХНИХ ОТДЕЛОВ КАПСУЛЫ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА**

### **4.1. Методика выполнения транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины в комбинации реконструкции верхней части капсулы ауто сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча**

Предваряя представленную в настоящем разделе оценку КФР, а также структурных изменений, происходящих в трансплантате после выполнения АРВКПС, сообщим, что группа I, в которой использовался аллотрансплантат ТМО, была закрыта ввиду получения подряд 5 случаев неудовлетворительных исходов, связанных с полным лизисом трансплантата в период наблюдения до 12 месяцев. За период существования группы I туда были включены и отслежены 5 пациентов. В связи с закрытием группы I была дополнительно введена группа V, которую составили пациенты с комбинацией двух хирургических методик, восстанавливающих вертикальную стабильность ПС, а именно – сочетание методики АРВКПС ауто СДГДМП и АТШМС в дефект вращательной манжеты. Такое сочетание методик мы сочли рентабельным, потенциально экономящим операционное время и технически выполнимым. В качестве трансплантата для АРВКПС был выбран ауто трансплантат СДГДМП. В последнее время появились многочисленные публикации об эффективном использовании данной ткани как «местного», находящегося непосредственно в зоне оперативного вмешательства, биологически жизнеспособного ауто трансплантата [64, 72, 75, 93, 109, 157]. При изолированном его использовании функциональные возможности ПС, согласно нашему исследованию, остаются удовлетворительными ввиду относительно небольшого количества биологической ткани самого сухожилия, неспособной в должной степени выполнить роль статического низведения ГПК. Согласно нашей гипотезе, применение данной методики в комбинации с АТШМС для пластики

дефекта ротаторной манжеты как динамического стабилизатора ГПК позволит обеспечить соответствие точек ротации СВЛ и ГПК и устранить ВН ГПК.

Ниже приводим подробное описание хирургической техники комбинированного использования АРВКПС ауто СДГДМП и АТШМС.

Положение пациента на операционном столе возможно как в положении на боку, так и в положении «пляжное кресло» в зависимости от предпочтений хирурга. Для удобства проведения внесуставного этапа в положении пациента на боку в изголовье устанавливается держатель предплечья (рис 30 а), В случае положения пациента в «пляжном кресле» используется специальное устройство для позиционирования конечности «TRIMANO» (рис 30 б).



Рис. 30. Укладка пациента на операционном столе: а – положение пациента на боку; б – положение пациента «пляжное кресло»

Используются четыре типичных рабочих артроскопических порта, дополнительно необходимо сформировать супрапекторальный порт и порт «Невиайзер» (рис. 31). При необходимости при установке анкерных фиксаторов формируются дополнительные мини-порты, которые обеспечивают корректное направление при их установке.





Рис. 31. Артроскопические порты, используемые при артроскопически-ассистированной транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины и реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава из сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча

Операция состоит из 5 этапов (4 артроскопических и одного открытого).

**Этап 1:** артроскопическая диагностика, оценка состояния сухожилия двуглавой мышцы плеча, подлопаточной мышцы.

Через стандартный задний порт осуществляется диагностика плечевого сустава. Под визуальным контролем формируется передний порт, в который устанавливается мягкая канюля «Pass-port» 8 мм. Это обеспечивает гидропрепаровку переднего поддельтовидного пространства и облегчает работу на втором этапе. Обязательным является оценка целостности сухожилия подлопаточной мышцы в положении внутренней и наружной ротации ГПК. При выявлении ее повреждения проводится реконструкция с использованием одного или двух якорных фиксаторов. Степень повреждения сухожилия подлопаточной мышцы и потенциал к ее восстановлению определяется по классификации французского артроскопического общества [262]. В случае невосстановимого разрыва подлопаточной мышцы проведение биомеханически-ориентированных операций не имеет смысла. Также необходимым требованием для выполнения данной опе-

рации является целостное, без видимых дегенеративных изменений, сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча. Наличие усиления сосудистого рисунка синовиальной оболочки является допустимым явлением.

Далее формируются переднелатеральный и заднелатеральный порты с установкой в них канюль. Артроскоп перемещается в заднелатеральный порт, проводятся рассечение спаек и релиз сухожильной ткани надостной и подостной мышц. Зачищаются места для предстоящей фиксации на верхнем полюсе суставной впадины лопатки и в основании клювовидного отростка с использованием переднего и «Невиайзер» портов. В костную ткань лопатки имплантируется один узловой якорный фиксатор, который в дальнейшем используется для фиксации медиальной части трансплантата верхней капсулы плечевого сустава. Также удаляются ткани с большого бугорка ГПК, и выполняется его декортикация при помощи бор-насадки шейвера.

**Этап 2:** артроскопический передний релиз, отсечение сухожилия ШМС от гребня малого бугорка плечевой кости, супрапекторальный тенodes длинной головки двуглавой мышцы плеча.

Артроскоп устанавливается в передний порт в направлении сверху вниз. Поочередно работая аблятором и мягкотканым резектором шейвера, расположенными в переднелатеральном порте, достигается сухожилие большой грудной мышцы и супрапекторальный участок СДГДМП. Кнутри от сухожилия большой грудной мышцы, по нижней трети сухожилия подлопаточной мышцы находятся «три сестры» (ветви передних огибающих плечо сосудов – артерия и две сопутствующие ей одноименные вены). Ниже от них располагается верхняя граница сухожилия ШМС (рис. 32).

После обнаружения верхнего края сухожилия ШМС формируется дополнительный супрапекторальный порт, при этом на протяжении 1 см удаляется сухожильная ткань большой грудной мышцы. Далее проводится релиз сухожильной ткани ШМС (рис. 33). Спереди и сверху находится объединенное сухожилие короткой головки двуглавой мышцы плеча и клювоплечевой мышцы, снаружи – большая грудная мышца.

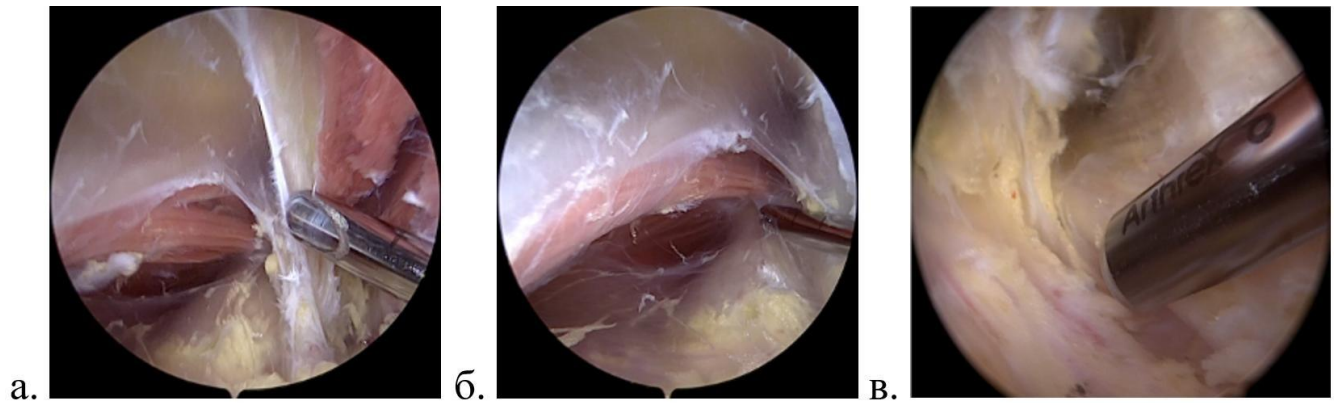


Рис. 32. Визуализация анатомических ориентиров: а – сухожилия большой грудной мышцы; б – верхнего края сухожилия широчайшей мышцы спины; в – ветвей передних огибающих плечо сосудов («три сестры»)

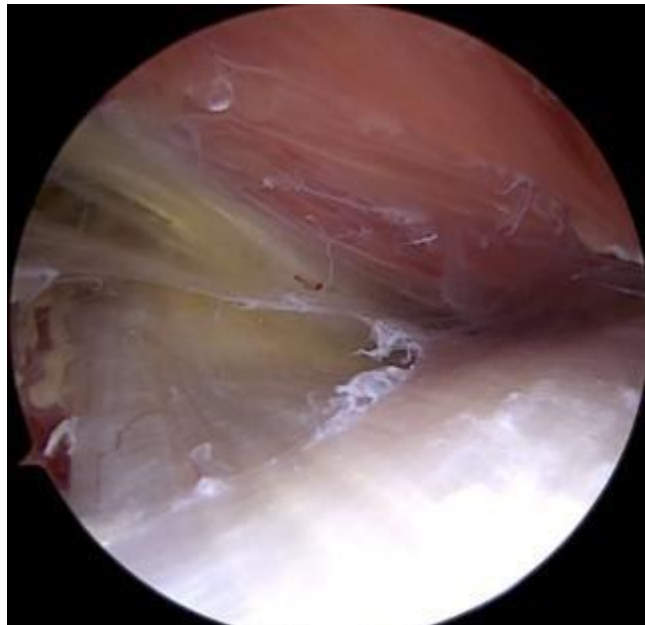


Рис. 33. Выделенное на протяжении сухожилие широчайшей мышцы спины

Мобилизацию сухожилия важно проводить аккуратно, помня о расположении поблизости сосудисто-нервных структур. Во-первых, по верхнему краю располагаются «три сестры». Во-вторых, на 3–4 см медиальнее места прикрепления к гребню малого бугорка плечевой кости сухожилий широчайшей мышцы спины и большой круглой мышц проходят лучевой нерв и сопровождающего его глубокая артерия плеча. В момент мобилизации сухожилия для уменьшения риска ятрогенного повреждения лучевого нерва конечность следует привести к телу. Далее при

помощи аблятора проводится отсечение от гребня малого бугорка сухожилия ШМС. При помощи артроскопического граспера отсеченное сухожилие смещается к подмышечной области (рис. 34).



Рис. 34. Отсеченное сухожилие широчайшей мышцы спины от гребня малого бугорка и смещение его параллельно ходу мышечных волокон большой круглой мышцы в подмышечную область

На этом этапе также выполняется супрапекторальный тенodes сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча. Для этого необходимо выделить и мобилизовать сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча. Далее в межбугорковую борозду плечевой кости на уровне верхнего края сухожилия большой грудной мышцы устанавливается якорный узловый фиксатор, нитями анкера прошивается СДГДМП по Кракову, после чего выполняется его тенотомия (рис. 35). Важным моментом является максимально возможное низкое наложение швов на сухожилие с целью увеличения длины свободной проксимальной части.



Рис. 35. Этапы супрапекторального тенодеза длинной головки двуглавой мышцы плеча

**Этап 3** – открытая часть операции: выделение отсеченного сухожилия ШМС, мобилизация его мышечной части.

Оперируемая конечность отводится в положение, обеспечивающее доступ в подмышечную область. Разрез кожи длиной 10 см располагается на 3–4 см выше подмышечной складки посередине ее задней половины и продолжается дистально по задней подмышечной линии. Далее остро и тупо рассекаются и разводятся подлежащие ткани до появления сухожилия большой круглой мышцы, медиальнее располагается участок белесоватой ткани. В этой зоне послойно рассекают ткани до момента появления отсеченного сухожилия ШМС, после чего края сухожилия берется на два зажима (рис. 36).

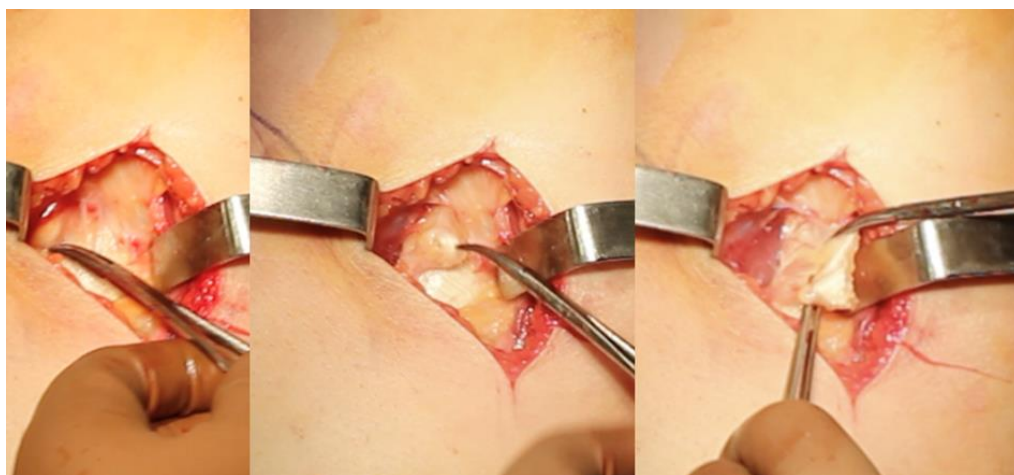


Рис. 36. Открытый этап операции – выделение сухожилия широчайшей мышцы спины

Следующим этапом выполняется мобилизация мышцы ШМС. Для этого мышца вытягивается, при этом рассекаются сухожильно-мышечные перемычки вдоль мышечного брюшка в пределах 13 см, так как ниже есть риск повреждения ветви грудоспинного нерва. Признаком достаточной мобилизации широчайшей мышцы спины при ее транспозиции является возможность дотянуть сухожилие ШМС до заднего края акромиального отростка лопатки.

Далее сухожилие ШМС оборачивается двумя слоями аллоткани ПБТ, и сухожилие вместе с аллотканью прошивается по Кинэу нерассасывающимися лентами с двух сторон снизу вверх (рис. 37).



Рис. 37. Мобилизация ШМС, укрепление аллотканью ПБТ и прошивание по Кинэу лентами FiberTape и TigerTape (Arthrex)

**Этап 4** – формирование под артроскопическим контролем канала между дельтовидной и малой круглой мышцами для проведения сухожилия ШМС в плечевой сустав.

На данном этапе конечности придается типичное для артроскопии положение. Артроскоп располагают в заднелатеральном порте. В задний порт заводится граспер. Под артроскопическим контролем из заднего порта параллельно ости лопатки, между дельтовидной и малой круглой мышцами, при помощи граспера формируется туннель для ШМС. Граспер выводится в зону подмышечного доступа, где осуществляется захват прошитых концов нити и сухожилие ШМС проводится через сформированный туннель к заднему порту (рис. 38). При этом важно использовать артроскопическую визуализацию, чтобы проконтролировать отсутствие перекручивания ШМС. На выведенные концы нитей в задний артроскопический порт накладывается зажим, чтобы удерживать ШМС в правильном положении, пока будет осуществляться реконструкция верхней части капсулы плечевого сустава сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча. Рана в подмышечной области ушивается послойно, наглухо.



Рис. 38. Проведение прошитых нитей сухожилия ШМС в безопасном анатомическом коридоре (позади четырехстороннего отверстия)

**Этап 5** – артроскопическая реконструкция верхней части капсулы плечевого сустава сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча и фиксация сухожилия ШМС. Внутри сустава выводится сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча, после чего через дополнительный мини-порт устанавливается узловый якорный фиксатор под углом  $45^\circ$ . Первый якорь располагаем в максимальной близости к межбугорковой борозде на границе с суставным хрящом головки плечевой кости (рис. 39). Далее осуществляется последовательная фиксация сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча к ранее установленным якорным фиксаторам в большом бугорке плечевой кости и на верхнем полюсе суставной впадины лопатки в положении отведения оперируемой руки на  $45^\circ$ . При этом сухожилие укладывается в три ряда, ряды располагаются спереди назад (рис. 40).

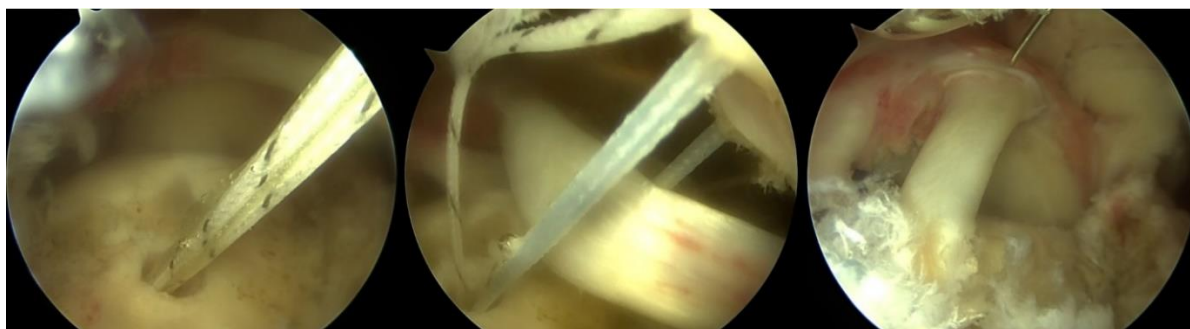


Рис. 39. Установка якорного фиксатора с последующей фиксацией к нему сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча

При выполнении трехрядной техники конец сухожилия длинной головки двуглавой мышцы прошивается при помощи пистолетного прошивателя свободными не рассасывающимися нитями № 2.

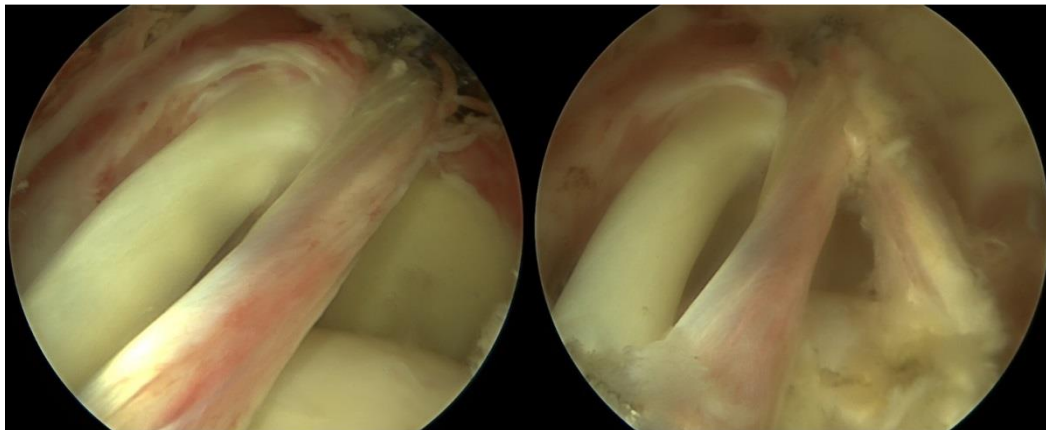


Рис. 40. Расположение сухожилия длинной головки двуглавой мышцы при реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава

На следующем этапе осуществляется фиксация аугментированного сухожилия ШМС на большом бугорке. Для этого артроскоп переводится в передне-латеральный порт. Далее через дополнительный минипорт при помощи пробойника формируется канал на границе с хрящом головки плечевой кости, в который затем устанавливается погружной якорь (медиальный ряд фиксации), в него заправляются прошитые нити конца сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча (его третий ряд) и два конца ленты, которыми был прошит передний край сухожилия широчайшей мышцы спины. Последний якорь располагается на 2–3 см латеральнее первого, в костной ткани вершины большого бугорка (латеральный ряд фиксации). Фиксация лент осуществляется в положении максимальной наружной ротации оперируемой конечности безузловыми погружными якорными фиксаторами. Задняя и передняя части фиксируются узловыми швами к остаткам сухожильной ткани надостной и подостной мышц (рис. 41). Далее производится наложение швов на артроскопические порты.



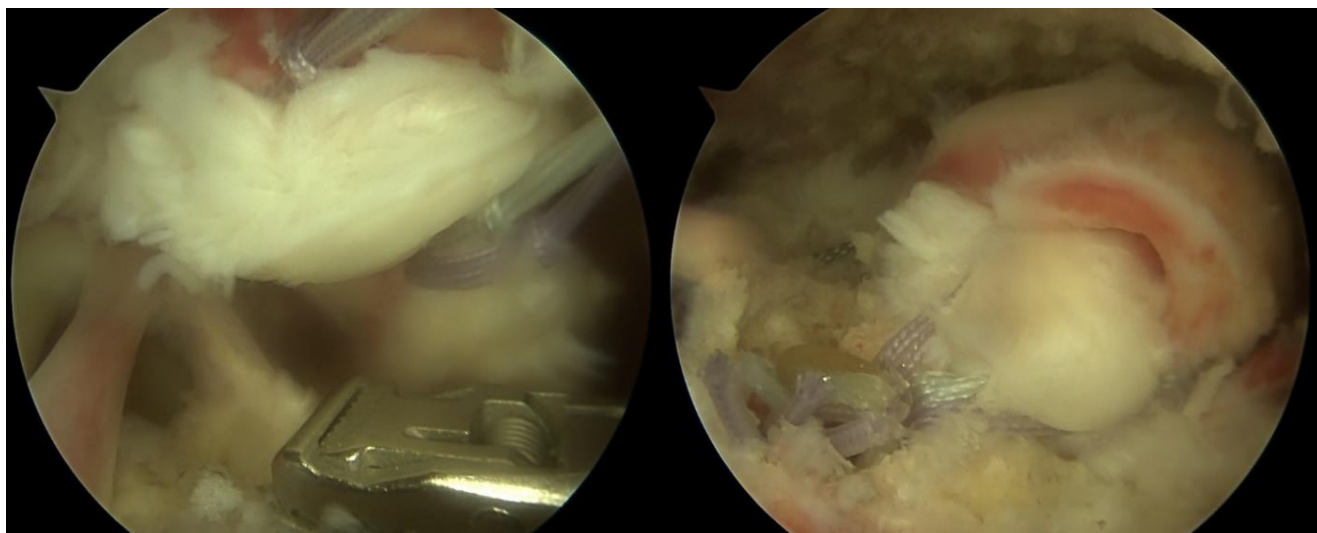


Рисунок 41. Итоговый вид фиксации сухожилия длинной головки двуглавой мышцы спины, широчайшей мышцы спины и остатков сухожилий надостной и подостной мышц к большому бугорку плечевой кости

После успешной клинической апробации на данную хирургическую технику был получен патент РФ на изобретение № 2729020 С1.

Описанная выше хирургическая техника применялась в V клинической группе. Клиническое наблюдение № 1 демонстрирует клинико-функциональный исход данного реконструктивного вмешательства.

#### *Клиническое наблюдение 1*

Пациент Г. 56 лет обратился в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с массивным задневерхним разрывом вращательной манжеты левого ПС и артропатией II ст. по К. Namada (рис. 42). В ноябре 2020 г. пациенту была выполнена АРВКПС при помощи СДГДМП в сочетании с АТШМС. Послеоперационный период – без особенностей. На контрольных осмотрах в 6 и 12 месяцев пациент жалоб не предъявлял.

После проведенного лечения у пациента восстановилась мышечная сила и объем движений в оперированном суставе (рис 44). На контрольных рентгенограммах восстановлены взаимоотношения в суставе (рис. 45).

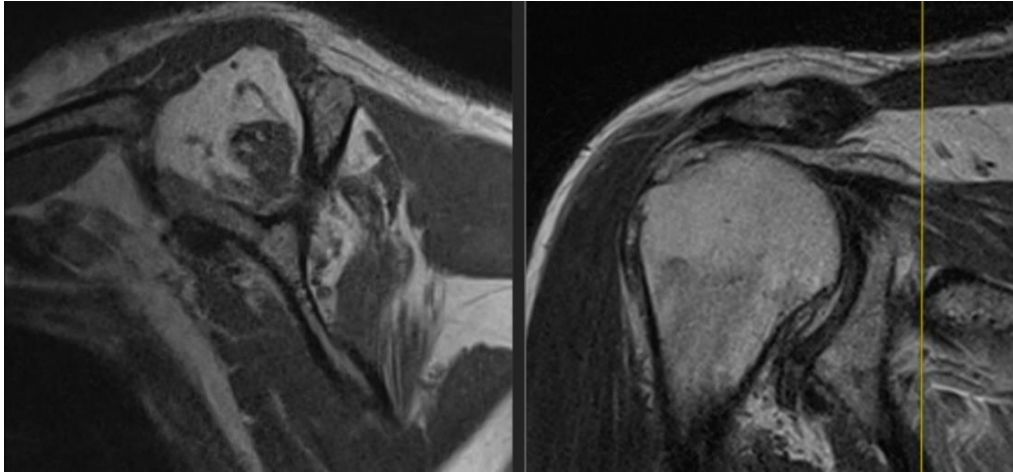


Рис. 42. Дооперационные томограммы пациента Г. с разрывом сухожилий надостной и подостной мышц с жировой инфильтрацией 3 ст. по D. Goutallier, ретракцией надостной мышцы 3 ст. по D. Patte

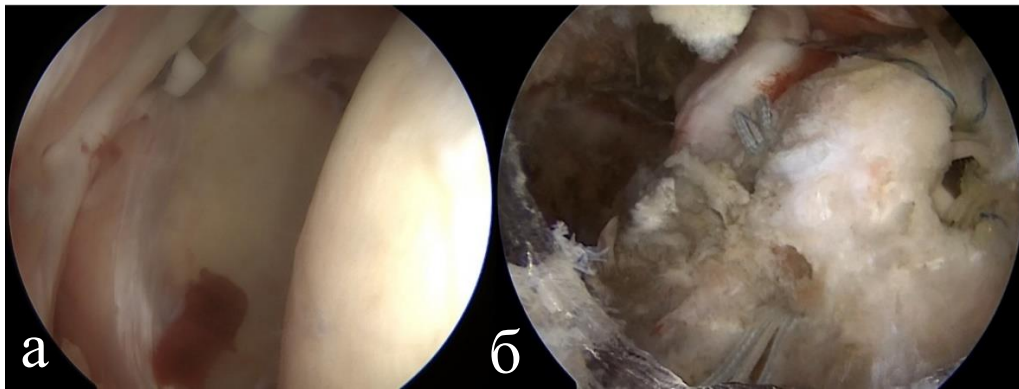


Рис. 43. Интраоперационная картина: а – на этапе релиза сухожилий вращательной манжеты; б – итоговый вид выполненной реконструкции

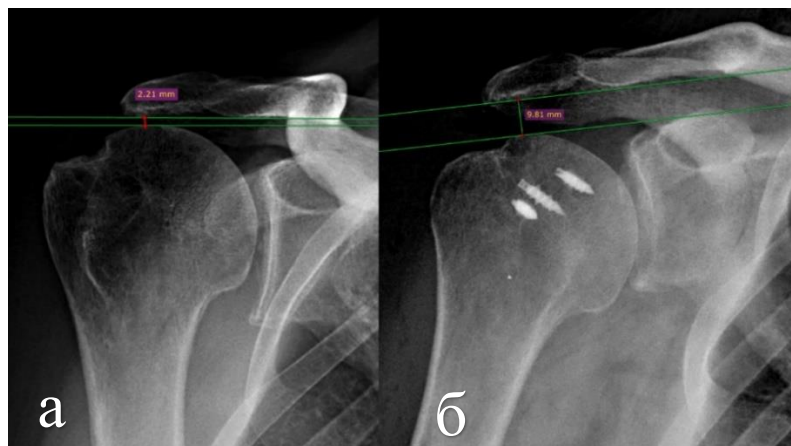


Рис. 44. Акромиально-плечевой интервал пациента Г.: а – на дооперационном этапе; б – на контрольном осмотре в 12 месяцев после операции



Рис. 45. Функциональные возможности левого плечевого сустава пациента Г.: а – до операции; б – через 12 месяцев с момента оперативного лечения: восстановление наружной ротации и регресс псевдопаралича

#### 4.2. Клинико-функциональные результаты лечения пациентов пяти клинических групп

Настоящая глава посвящена анализу КФР, выявленных у пациентов пяти проспективных групп в различные сроки после проведенного оперативного лечения. Срок наблюдения за больными составил от 6 до 18 месяцев после операции (табл. 12).

Таблица 12

Количество отслеженных пациентов на разных сроках лечения.

Срок наблюдения	Клинические группы				
	I	II	III	IV	V
До операции	5	15	15	15	15
6 месяцев	5	15	15	15	15
12 месяцев	5	15	15	15	13
18 месяцев	2	13	12	14	7

При сопоставлении результатов клинико-функционального обследования между группами на дооперационном этапе не было выявлено статистически достоверной разницы.

Средние результаты оценки по трем шкалам по каждой группе на разных сроках приведены в таблицах 13–16.

Таблица 13

## Дооперационная функциональная оценка состояния плечевого сустава

Группы пациентов	Оценка по шкалам					
	ASES		UCLA		Constant shoulder	
	балл	итог	балл	итог	балл	итог
I	36,0±2,7	неуд.	16,4±1,7	неуд.	40,4±3,8	неуд.
II	42,4±3,2	неуд.	17,6±2,0	неуд.	43,7±2,1	неуд.
III	34,7±1,9	неуд.	18,2±2,4	неуд.	36,7±1,9	неуд.
IV	44,8±2,7	неуд.	17,1±2,0	неуд.	40,2±1,6	неуд.
V	40,3±2,2	неуд.	17,4±2,0	неуд.	37,6±2,5	неуд.

При сопоставлении результатов клинико-функционального обследования между группами на дооперационном этапе не было выявлено статистически значимой разницы.

Из таблицы 13 видно, что результаты оценки по трем международным шкалам на дооперационном этапе являлись неудовлетворительными во всех группах. При клиническом обследовании пациента функция ПС была расценена как плохая. Это проявлялось в виде снижения амплитуды активного отведения и подъема руки в диапазоне 0–110°. При этом отмечались положительные клинические тесты на массивное повреждение ВМПС: тест ERLS (External Rotation Lag Sign) и тест падающей руки. Болевой синдром имел стойкий характер как в ночное время, так и в состоянии покоя. Отмечалось выраженное снижение мышечной силы, выразившееся в невозможности поднять и удержать в руке вес больше 2 кг. Пациенты испытывали значительное ограничение физической активности и снижение качества жизни.

## Функциональные исходы через 6 месяцев после оперативного лечения

Группы пациентов	Оценка по различным шкалам					
	ASES		UCLA		Constant shoulder	
	балл	итог	балл	итог	балл	итог
I	46,4±2,3	неуд.	18,2±1,1	неуд.	35,4±1,1	неуд.
II	48,4±3,2	неуд.	19,3±2,1	неуд.	29,4±2,6	удовл.
III	54,0±2,9	удовл.	21,6±2,3	удовл.	22,3±2,6	удовл.
IV	56,3±2,8	удовл.	25,4±3,1	удовл.	26,8±3,2	удовл.
V	50,6±2,4	удовл.	20,9±2,3	удовл.	31,1±2,6	неуд.

Полученные средние значения функционального состояния ПС на сроке 6 месяцев после оперативного лечения, оцененные по трем балльным шкалам на раннем послеоперационном этапе, были существенно выше, чем до оперативного лечения, а выявленные различия оказались статистически значимыми ( $p < 0,001$ ).

Разница между функциональным состоянием на сроках 6 и 12 месяцев является значимой во всех группах, кроме первой. При анализе анкет было выявлено, что на сроке 6 месяцев пациенты отмечали более выраженное ограничение объема движений, чем на сроке 12 месяцев. Это обусловлено длительно сохраняющейся постиммобилизационной комбинированной контрактурой ПС, так как реабилитацию пациентов проводили поступательно, выполняя разработку объема движений ПС в щадящем режиме. Такой подход к реабилитации принят практикующими ортопедами в отношении профильной категории пациентов после выполнения ими различных вариантов АРВКПС [164]. При этом, учитывая сроки ремоделирования трансплантата, пациентам приходилось сдерживать в желании форсировать разработку движений и приступать к выполнению активных физических упражнений в сроки от 3 до 6 месяцев после операций, так как имплантированные биоткани еще не перестроились и могли быть повреждены, о чем свидетельствуют отдельные публикации [89, 120]. В большей степени ограничения объема движения были отмечены в группах II и V. В группе II был снижен объем

как активных, так и пассивных движений, тогда так в группе V было ограничение преимущественно активных движений.

Таблица 15

## Функциональные исходы через 12 месяцев после оперативного лечения

Группы пациентов	Оценка по шкалам					
	ASES		UCLA		Constant shoulder	
	балл	итог	балл	итог	балл	итог
I	42,0±1,9	неуд.	18,4±1,5	неуд.	40,0±1,6	неуд.
II	53,6±2,9	удовл.	23,8±2,1	удовл.	26,9±3,2	удовл.
III	54,2±2,6	удовл.	25,3±3,0	удовл.	24,1±2,2	удовл.
IV	74,4±2,5	хор.	30,2±2,9	хор.	15,5±1,8	хор.
V	76,3±2,6	хор.	29,8±2,4	хор.	17,3±2,1	хор.

Таблица 16

## Функциональные исходы через 18 месяцев после оперативного лечения

Группы пациентов	Оценка по различным шкалам					
	ASES		UCLA		Constant shoulder	
	балл	итог	балл	итог	балл	итог
I	Закрыта					
II	55,0±2,8	удовл.	24,5±2,1	удовл.	25,4±2,2	удовл.
III	53,5±2,7	удовл.	24,8±2,7	удовл.	23,4±2,1	удовл.
IV	75,4±2,3	хор.	31,4±3,4	хор.	17,5±2,0	хор.
V	75,6±3,4	хор.	30,5±2,9	хор.	16,7±1,5	хор.

При внутригрупповой оценке функционального состояния с использованием шкал на сроках 12 и 18 месяцев не было выявлено статистически значимой разницы в послеоперационных результатах.

Данный факт можно объяснить тем, что по аналогии с биологическими процессами приживления передней крестообразной связки в коленном суставе, к году после выполненного оперативного вмешательства происходит окончательное завершение процессов перестройки пересаженных биологических пластических материалов, фиксированных в ходе операции к СВЛ и большому бугорку плече-

вой кости, а также к остаткам сохранившейся мышечно-сухожильной ткани вращательной манжеты пораженного плечевого сустава. К сроку 12 месяцев пациент под руководством врача-методиста и инструкторов по лечебной физкультуре достигает тех или иных максимально возможных в данных обстоятельствах КФР.

В связи с вышеизложенным функциональные возможности на сроке 12 месяцев, учитывая 97% отслеживания пациентов на данном этапе, приняты нами за окончательные послеоперационные результаты, которые остаются в дальнейшем наблюдении за пациентами неизменными или меняются крайне незначительно.

Сравнительный анализ КФР операций выявил в группах II–V высокозначимые различия ( $p < 0,001$ ) при их сопоставлении с исходными (дооперационными) значениями по таким показателям, как средние баллы по шкалам ASES, UCLA, CS и ВАШ. Это подтверждается количественными значениями указанных показателей (табл. 17). На наш взгляд, полученные данные в группах II–V однозначно свидетельствуют об улучшении функции ПС у прооперированных больных и, соответственно, о высокой эффективности проведенного оперативного лечения.

В группе I были зафиксированы самые низкие значения по всем функциональным шкалам еще в раннем послеоперационном периоде – на сроке 6 месяцев, в связи с чем набор пациентов в эту группу был приостановлен. По результатам контрольного осмотра через год после реконструкции показатели по всем шкалам оставались неудовлетворительными и были сопоставимы с дооперационными значениями. Учитывая эти результаты, было принято решение закрыть данную клиническую группу.

К моменту обследования функциональные исходы у оперированных больных суммарно по всем группам распределялись следующим образом: хорошие – 23 (35,4%), удовлетворительные – 33 (50,8%), неудовлетворительные – 9 (13,8%).

Средний возраст пациентов с хорошими функциональными исходами составил  $58,3 \pm 9,4$  лет. В этой группе оправдались ожидания по купированию или снижению выраженности болевого синдрома и по восстановлению функции ПС. Объем движений восстановился полностью: отведение и сгибание находилось в

диапазоне 160–180°, активная и пассивная наружная ротация ПС достигала 45° с возможностью активно удерживать ПС в положении максимальной наружной ротации. Активное отведение было возможно с весом 2,5–5 кг, что подтверждает восстановление силы мышц, окружающих ПС. Рецидивов симптоматики в период сроков наблюдения не отмечалось. Все пациенты данной группы полноценно вернулись к физической активности, а после завершения реабилитационного лечения могли продолжать занятия физической культурой на любительском уровне.

Таблица 17

Сравнение результатов по оценочным шкалам в клинических группах в до- и послеоперационном периодах, баллы

Группы пациентов	Шкала					
	ASES		UCLA		Constant shoulder	
	до операции	после операции	до операции	после операции	до операции	после операции
I	36,0	42,0	16,4	18,4	52,4	40,0
II	42,4	57,6	17,9	24,8	43,7	26,9
III	34,7	54,2	18,2	25,3	36,7	24,1
IV	44,8	74,4	17,1	30,2	40,2	15,5
V	40,3	76,3	17,4	29,8	37,6	17,3
p1	p<0,005		p<0,077		p<0,001	
p2	p<0,001		p<0,001		p<0,001	
p3	p<0,001		p<0,001		p<0,001	
p4	p<0,001		p<0,001		p<0,001	
p5	p<0,001		p<0,001		p<0,001	

p1 – доверительная вероятность до и после операции в группе I; p2 – в группе II; p3 – в группе III; p4 – в группе IV; p5 – в группе V.

Удовлетворительный исход оперативного лечения был зарегистрирован у половины пациентов. У этих пациентов в той или иной мере наблюдались снижение мышечной силы и ограничение объема движений. Амплитуда движений была следующей: активная элевация и отведение находились в диапазоне 90–160°, наружная ротация достигала 45°. У 8 пациентов амплитуда наружной ротации не достигла 40°, а активная элевация плеча была в диапазоне 90–100°. Таким образом у пациентов была стойкая комбинированная контрактура ПС, которая создавала



им трудности в бытовой и профессиональной деятельности. При этом большая часть этих пациентов (75%) приходилась на группу II.

Мышечная сила прооперированной конечности страдала в разной степени у всех пациентов. Активное отведение руки было возможно с грузами не более 2 кг. Следует также отметить, что у этих больных был снижен тонус ДМ. При выполнении клинических тестов отмечался положительный тест Jobe, тест подостной мышцы и Belly-press, что выражалось в снижении мышечной силы. Кроме того, у пациентов данной группы было затруднено позиционирование оперированной конечности в пространстве при совершении сложно координированных движений. Все вышеизложенное ожидаемо привело к снижению уровня повседневной физической активности, невозможности выполнять тяжелую физическую работу и заниматься спортом. Среди пациентов с удовлетворительными функциональными результатами ПС ожидания купирования или снижения выраженности дооперационной боли оправдались у 21 (63,6%) больного, у которых он снизился в среднем на  $4,8 \pm 1,3$  баллов по шкале ВАШ. Двенадцать (36,4%) пациентов боль беспокоила при физических нагрузках, у 4 (12%) сохранялась постоянно, в том числе в покое и в ночное время.

Неудовлетворительный исход был зарегистрирован у 9 (13,8%) пациентов: два пациента в группе II и два – в группе III. В группе I был зафиксирован плохой исход у 5 (100%) пациентов. У всех больных была снижена амплитуда активных движений (диапазон  $0-100^\circ$ , наружная и внутренняя ротация была снижена на  $20 \pm 10^\circ$ ), были положительные тесты «падающей руки» и ERLS, мышечная сила также была снижена – активное отведение в ПС было возможно с грузом не более 1 кг. Несмотря на отсутствие стойкого болевого синдрома, имело место значительное ограничение повседневной физической активности. У пациентов I группы болевой синдром снизился в среднем на  $3,5 \pm 1,3$  баллов по шкале ВАШ. Это можно объяснить тем, что во время операции выполнялись манипуляции, корректирующие биологические источники болевого синдрома в плече, такие как тенodes или тенотомия СДГДМП, резекция подакромиальной и подклювовидной синовиальной сумки, субакромиальная декомпрессия. Трое пациентов отмечали

боль при выполнении и после незначительной физической нагрузки и в ночное время. Этим пациентам в связи с выраженным болевым синдромом и функциональными нарушениями в течение 1,5 лет было выполнено РЭПС.

Таким образом, применение в лечении профильных пациентов биомеханически-ориентированных, или «resurface» реконструкций ПС, направленных на воссоздание прочной, эластичной и растяжимой мягкотканной структуры, ограничивающей ГПК от акромиального отростка лопатки, обладал высокой результативностью, за исключением случаев полного лизиса указанной новой структуры. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что наилучший КФР наблюдался у пациентов IV и V клинических групп. Для углубленного изучения причин несостоятельности и оценки процесса ремоделирования биологического материала далее были проведены МРТ-исследования в динамике.

#### **4.3. Результаты сравнительной оценки акромиально-плечевого интервала до и после оперативного лечения пациентов пяти клинических групп**

Оценка АПИ выполнялась на рентгенограммах в переднезадней проекции по общепринятой методике до операции и на сроках 6, 12 и 18 месяцев после операции (табл. 18).

Таблица 18

Значение акромиально-плечевого интервала в разные сроки наблюдения

Группа	Акромиально-плечевой интервал, мм			
	До операции	6 мес.	12 мес.	18 мес.
I	2,3±0,3	5,3±0,5	3,0±0,2	Закрыта
II	2,7±0,3	6,0±0,2	5,8±0,3	5,9±0,3
III	2,6±0,3	6,6±0,4	4,5±0,2	4,7±0,2
IV	3,1±0,2	7,5±0,2	7,3±0,2	7,3±0,2
V	2,8±0,3	6,7±0,3	7,1±0,2	7,2±0,2

Оценка АПИ в дооперационном периоде была необходима для определения стадии артропатии по К. Hamada. Оценка АПИ на послеоперационных снимках

позволяет количественно оценить устранение ВН ГПК и оценить восстановление точек ротации суставных поверхностей костей, образующих ПС (рис. 46).



Рис. 46. АПИ у пациента К. 62 лет до операции и через 12 месяцев после лечения: отмечается восстановление точек ротации на послеоперационных снимках

Оценка АПИ также позволяет судить о состоянии трансплантата. При состоятельном функционирующем трансплантате должны происходить восстановление конгруэнтности сустава, устранение верхней трансляции ГПК и увеличение АПИ. Уменьшение или АПИ, равный исходному, может служить предиктором лизиса или разрыва трансплантата [74, 112, 231].

Как видно из таблицы 18, на дооперационном этапе значение АПИ не превышало 5 мм, что соответствует второй и выше стадиям АПС по К. Namada. В группе I наблюдалось увеличение АПИ на сроке 6 месяцев в среднем на 2 мм, что не соответствовало даже толщине имплантируемого трансплантата и косвенно указывало на его несостоятельность. К 12 месяцам в группе I АПИ приблизилось к исходному. О данных АПИ на сроке 18 месяцев, учитывая выборку из всего 2 пациентов, делать выводы некорректно. В остальных группах был зарегистрирован значимый прирост АПИ, при этом разница между исходными показателями и данными в срок 6 месяцев наблюдения была равна или превышала толщину имплантированного трансплантата. В группах II и III показатель АПИ на

сроках наблюдения 12 и 18 месяцев оказался стабильным, и его колебания не превышали 0,3 мм. В группе III, несмотря на первоначальный прирост АПИ в срок 6 месяцев на 4,0 мм, на рентгенограммах, выполненных на сроках 12 и 18 месяцев, АПИ значительно уменьшился. В группе V, наоборот, наблюдался постепенный прирост АПИ на каждом сроке наблюдения и составил максимальную разницу среди всех изученных групп в 4,4 мм в сравнении с первоначальными данными.

Можно сказать, что у пациентов группы I сохранялась проксимальная миграция ГПК. При этом вертикальный баланс компрессирующих сил ВМПС и, соответственно, нормальная центрация по вертикальной оси остались нарушены, а расстояние от акромиального отростка лопатки до ГПК составил  $3,0 \pm 0,2$  мм, что оказалось незначимо больше предоперационного АПИ ( $2,3 \pm 0,3$  мм). Таким образом, АРВКПС с применением аллотрансплантата ТМО не только не позволяла достичь нормальных значений АПИ, но даже просто увеличить АПИ в сравнении с предоперационным значением (рис. 47).

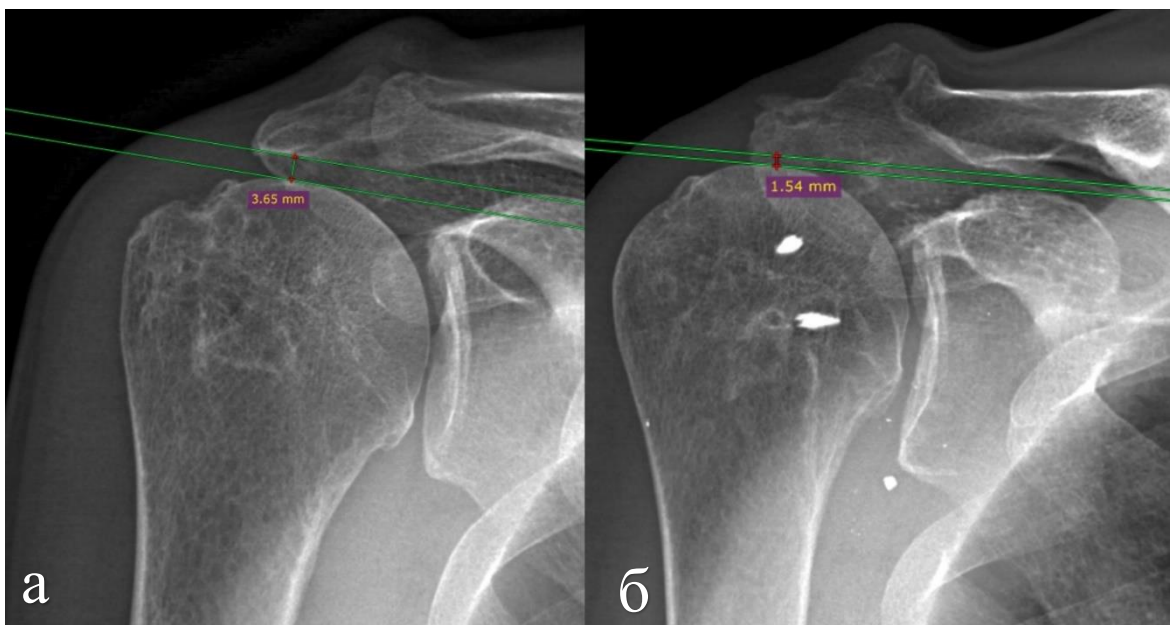


Рис. 47. Рентгенограмма пациента А. 67 лет до операции и через 12 месяцев после АРВКПС аллотрансплантатом ТМО

#### 4.4 Сравнительная оценка структурных изменений пересаженных биотрансплантатов

МРТ, на наш взгляд, являлась наиболее информативным и доступным методом изучения изменений структуры трансплантатов, происходящих после их имплантации. Кроме того, МРТ-исследования позволяли своевременно выявить признаки повреждения трансплантатов в процессе реабилитации пациентов. Поэтому данные МРТ тщательно собирали и отслеживали в динамике через 6, 12 и 18 месяцев после выполненных реконструктивных операций.

В соответствии с данными, полученными при анализе послеоперационных МРТ, пациенты каждой группы были распределены на подгруппы (табл. 19–21).

Чувствительные к жидкости последовательности МРТ, такие как взвешенные по T2- и PD-изображения с жироподавлением, являются основными последовательностями, используемыми для оценки результатов АРВКПС [1, 6, 10, 11, 13].

Таблица 19

Оценка структурных изменений трансплантата по результатам МРТ на сроке 6 месяцев с момента операции

Группа	Полное приживление	Частичный разрыв	Несостоятельность
I	0 (0,0%)	3 (60,0%)	2 (40,0%)
II	0 (0,0%)	13 (86,7%)	2 (13,3%)
III	10 (67,0%)	5 (33,5%)	0 (0,0%)
IV	3 (20,0%)	11 (73,7%)	1 (6,7%)
V	7 (46,7%)	7 (46,7%)	1 (6,7%)

На сроке 6 месяцев наблюдались МРТ-признаки значительных изменений в структуре ткани трансплантата в местах его контакта с костной тканью СВЛ и ГПК и в зоне шовной фиксации к остаткам тканей вращательной манжеты. При этом МРТ-признаки перестройки трансплантата в T2-режиме выглядят как изменение интенсивности сигнала ткани (светло-серый цвет ткани трансплантата) с отчетливым проявлением ячеистой структуры. Стоит отметить, что изменения

интенсивности сигнала от трансплантата не являются критерием разрыва, так как даже интактный трансплантат может иметь переменный сигнал. В процессе своей перестройки изменение интенсивности сигнала появляется за счет формирования грануляционной ткани (рис. 48).



Рис. 48. МРТ пациента М. через 6 месяцев после АРВКПС при помощи БДМ. На выделенном участке присутствует характерная ячеистая структура трансплантата, характерная для перестраивающегося трансплантата

В группах II и IV на сроке 6 месяцев наибольшее количество зарегистрированных исследований было отнесено к частичным разрывам. При этом у большинства пациентов наблюдалась узкая полоса сигнала от жидкости, расположенная между костью и трансплантатом в области его прикрепления к кости. При этом затекание жидкости регистрировалось не на всем протяжении прикрепления, а только в области одного из краев трансплантата либо в средней его части (рис 49).

При выявлении такой МРТ-картины у пациентов на сроке 6 месяцев с момента операции при отсутствии клинических жалоб это интерпретировалось как очаг неполного заживления трансплантата.

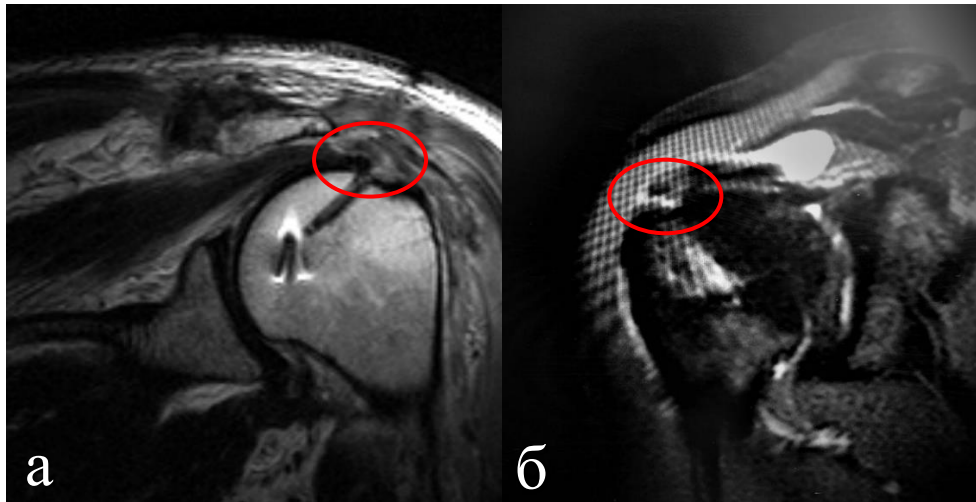


Рис. 49. Послеоперационное МРТ через 6 месяцев после операции АРВКПС:  
 а – у пациента К. при помощи БДМ; б – у пациента Н. при помощи ПБТ.  
 На выделенном участке регистрируется сигнал от жидкости в средней части  
 прикрепления трансплантата к большому бугорку плечевой кости

В группе I у всех пациентов наблюдалось истончение трансплантата (рис. 50). При толщине трансплантата более 2 мм это расценивалось как частичное повреждение, при толщине менее 1 мм – как лизис и, соответственно, несостоятельность трансплантата. Также у пациентов данной группы отмечался несостоятельный шов с остатками тканей вращателей, что проявлялось наличием сигнала от жидкости между сухожилием подостной мышцы и трансплантатом. Это также свидетельствовало о несостоятельности трансплантата.

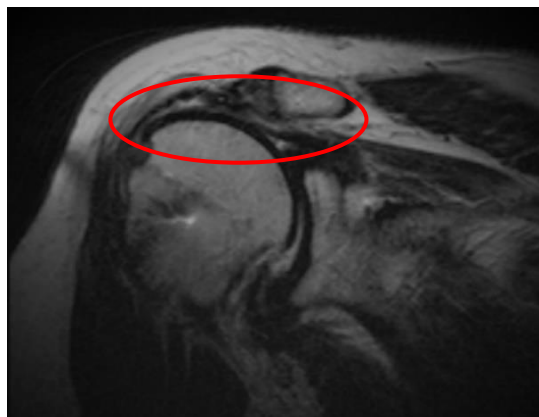


Рис. 50. МРТ пациента В. через 6 месяцев после АРВКПС при помощи  
 аллотрансплантата ТМО: на выделенном участке регистрируется истончение  
 трансплантата на протяжении

В группах III и V, в которых в качестве трансплантата использовалась аутологичная местная ткань, а именно СДГДМП, на контрольных МРТ на раннем сроке преимущественно наблюдался однородный сигнал от сухожилия с типичными овальными очертаниями, крайне схожими с нативной МРТ-картиной неповрежденного сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча (рис. 51).

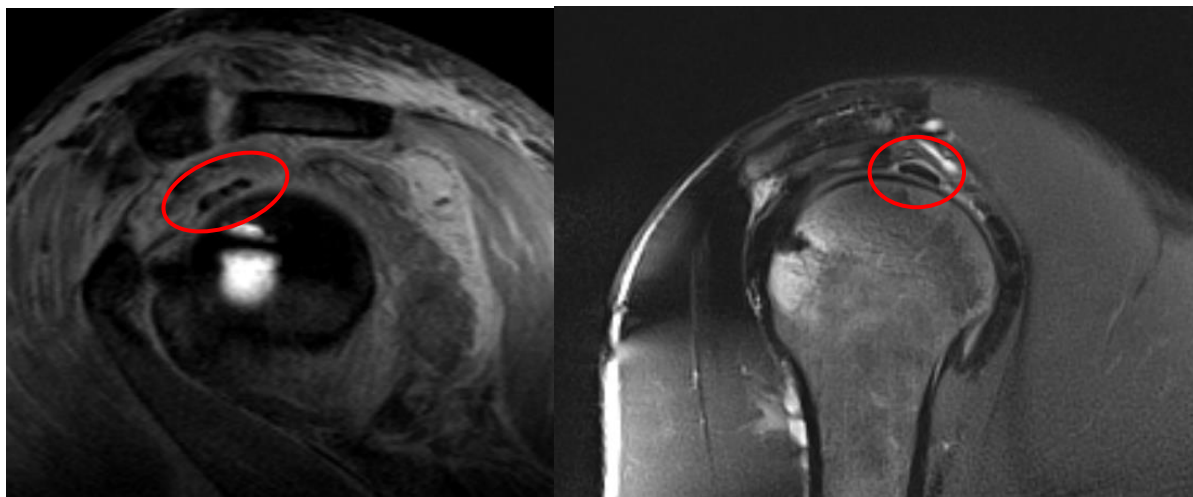


Рис. 51. Контрольная послеоперационная МРТ пациента Ф. из II группы на сроке 6 месяцев: на выделенном участке визуализируется трансплантат СДГДМП, для которого характерна овальная форма с однородным сигналом

В группе V также была проведена оценка структуры сухожильной ткани широчайшей мышцы спины, работающей в новых условиях. Необходимо отметить, что АТШМС осуществлялась с аугментацией аллосухожильной тканью ПБТ по усовершенствованной нами методике, на которую после удачного апробирования в клинике был получен патент РФ на изобретение RU 2729020 C1.

На сроке 6 месяцев наблюдались МРТ-признаки изменений в месте якорного шва, схожие с изменениями, происходящими в группах II и IV. В режиме T2 они представляли собой изменения сигнала сухожильной ткани в месте фиксации к кости, что выглядело как переход от насыщенного черного на светло-серый. При этом насыщенный однородный сигнал регистрировался в центре пересаженной мышцы, непосредственно в месте сухожильно-мышечной части ШМС, а серый сигнал отмечался по периферии, что соответствует алломатериалу ПБТ, который использовался для аугментации тонкого и короткого сухожилия ШМС.



Оценка структурных изменений трансплантата по результатам МРТ  
на сроке 12 месяцев с момента операции

Группа	Полное приживление	Частичный разрыв	Несостоятельность
I	0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
II	2 (13,3%)	10 (67%)	3 (20%)
III	2 (13,3%)	5 (33,5%)	8 (53,3%)
IV	4 (26,7%)	9 (60%)	2 (13,3%)
V	4 (30,7%)	7 (53,8%)	2 (15,4%)

В группе I на сроке 12 месяцев наблюдался 100% лизис трансплантата (рис. 52). Учитывая неудовлетворительные клинико-функциональные результаты, группа была закрыта.

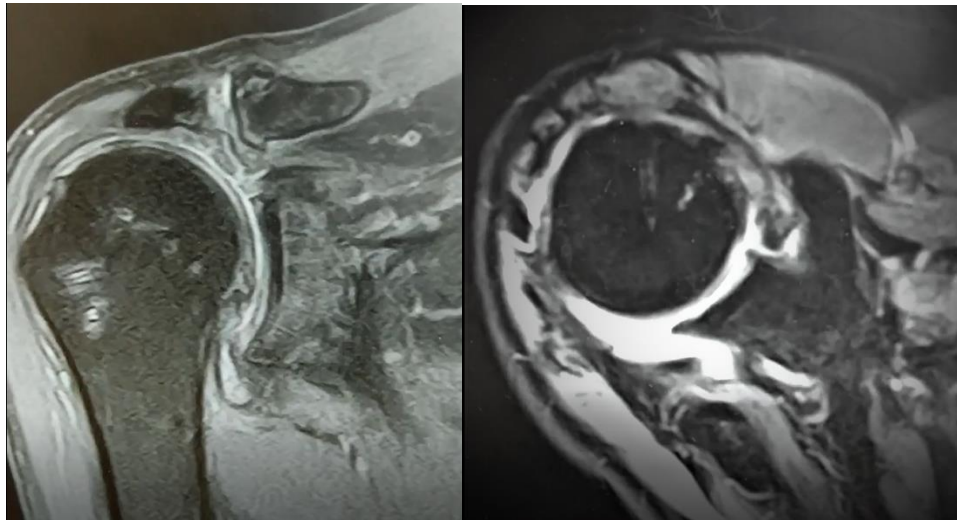


Рис. 52. Послеоперационная МРТ пациента К. из I группы в срок 12 месяцев: отмечается полный лизис аллотрансплантата ТМО

В группах II и IV в наибольшем количестве наблюдений был отмечен частичный разрыв трансплантата. Если на сроке 6 месяцев признаки, относящиеся к частичному разрыву, расценивались как очаги неполного заживления трансплантата, то на сроке 12 месяцев, учитывая что к этому сроку уже завершаются процессы ремоделирования ткани трансплантата, сохранение этих признаков расце-

нивали как истинный частичный разрыв трансплантата. Стоит отметить, что в период с 6 до 12 месяцев два пациента из группы II и один пациент из группы IV перешли из группы с частичным разрывом в группу с полным приживлением, а по одному пациенту из группы с частичным разрывом – в группу с несостоятельностью.

Наибольшее количество наблюдений с полным приживлением трансплантата было выявлено среди пациентов, у которых использовался в качестве биологического материала для АРВКПС бесклеточный коллагеновый матрикс, – 26,7%. При этом организованный БДМ был представлен однородной полосой с низкой интенсивностью сигнала одинаковой толщины без прерывания интенсивности сигнала. Толщина трансплантата составляла не менее 3,0 мм. Неповрежденный трансплантат плотно прилегал к верхней части ГПК, был равномерно натянут, прикреплен к верхнему полюсу СВЛ и к большому бугорку плечевой кости. При этом ГПК была центрирована по отношению к СВЛ. В срок 12 месяцев после АРВКПС структура такого трансплантата в местах контакта с костной и мышечной тканями вновь менялась. В частности, в T2-серии МРТ-изображений серый цвет и ячеистая структура трансплантата вновь становилась насыщенно черными (рис. 53).

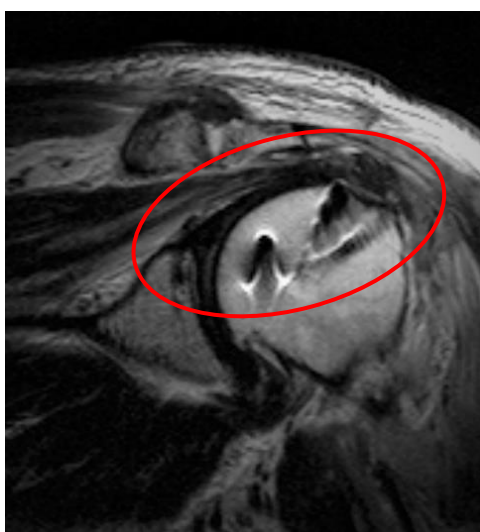


Рис. 53. Полное приживление трансплантата БДМ у пациента С. через 12 месяцев после операции

Полоса жидкости с высокой интенсивностью сигнала в области прикрепления к верхнему полюсу СВЛ является нормальной послеоперационной находкой. Эта расщелина не указывает на несостоятельность трансплантата, скорее, она обусловлена техническими трудностями при медиальном прикреплении трансплантата (рис. 54).



Рис. 54. На выделенном участке томограммы пациента А. в срок 12 месяцев после оперативного лечения отмечается полоска жидкости в области прикрепления к верхнему полюсу СВЛ, что является нормальной находкой при состоятельном трансплантате

В группе III на сроке 12 месяцев наиболее резко изменилась картина распределения пациентов по группам. Так, число несостоятельств трансплантата достигло больше половины случаев, хотя на сроке 6 месяцев не было зарегистрировано ни одного случая несостоятельности. Такое количество разрывов, вероятнее всего, связано с малым объемом биологической ткани и чрезмерным давлением головки плечевой кости на ткань СДГДМП, а также полным включением пациента в активную физическую деятельность на данном сроке согласно реабилитационному протоколу.

В группе V результаты МРТ на сроке 12 месяцев более чем у половины пациентов расценены как частичный разрыв. При этом изменения МРТ-картины приживления и перестройки пересаженного сухожилия широчайшей мышцы спины не были специфическими. Они были весьма схожи с изменениями, происходившими в верхних отделах капсулы ПС после ее реконструкции, так

как, по нашему мнению, отражали процесс формирования рубцовой ткани в области реконструктивно-пластических операций на ПС.

Таблица 21

Оценка структурных изменений трансплантата по результатам МРТ  
на сроке 18 месяцев с момента операции

Группа	Полное приживление	Частичный разрыв	Несостоятельность
I	Закрыта		
II	1 (7,7%)	10 (77,0%)	2 (15,4%)
III	2 (14,3%)	5 (35,7%)	7 (50,0%)
IV	3 (25,0%)	8 (66,7%)	1 (8,3%)
V	2 (28,6%)	5 (71,4%)	0 (0,0%)

Распределение пациентов на сроке 18 месяцев схоже с распределением пациентов на сроке 12 месяцев, несмотря на то что было обследовано 77% больных. Согласно литературным источникам, перестройка трансплантата завершается к 12 месяцам [74, 84]. К этому же сроку пациент полноценно, без ограничений со стороны реабилитологов, использует руку в повседневной и спортивной активности. В связи с этим в качестве итоговых результатов правомочно рассматривать результат МРТ в 12 месяцев.

#### **4.5. Анализ осложнений и их влияние на исходы лечения пациентов клинических групп**

Основным осложнением проведенного оперативного лечения является несостоятельность трансплантата. По итогам работы был проведен анализ всех случаев несостоятельности трансплантатов на сроке 12 месяцев с момента операции. Всего в этот срок было выявлено 20 (32%) случаев несостоятельности трансплантата. В таблице 22 представлено распределение пациентов в зависимости от варианта несостоятельности трансплантата в каждой из клинических групп. Стоит упомянуть, что в группе V на сроке 12 месяцев было отслежено 13 пациентов, в группах II, III, IV, V было отслежено по 15 человек.

## Варианты несостоятельности трансплантата

Вариант несостоятельности трансплантата	Группа				
	I	II	III	IV	V
Несостоятельность в месте прикрепления к верхнему полюсу СВЛ	-	1	1	1	-
Несостоятельность в месте прикрепления к ГПК	-	-	2	-	1
Разрыв в средней части трансплантата	-	1	2	-	-
Лизис трансплантата	5	-	-	-	-
Комбинированный разрыв	-	1	3	1	1
Σ (% от группы)	5 (100%)	3 (20,0%)	8(53,3%)	2(13,3%)	2(15,4%)

В группе I у 100% (5) пациентов был выявлен лизис трансплантата. При этом у пациентов этой группы на сроке 12 месяцев не было значимого увеличения АПИ, и в 100% случаев был неудовлетворительный КФР.

В остальных группах наиболее часто встречался комбинированный разрыв, представляющий собой сочетание двух и более вариантов несостоятельности. Как правило, при комбинированном разрыве трансплантата наблюдается несостоятельность шва на границе трансплантат-кость и разрыв трансплантата в средней части с его последующей миграцией и смещением. Примеры такого повреждения демонстрируют клинические наблюдения 2 и 3. При этом необходимо отметить, что для разрыва трансплантата в средней части он должен быть скомпрометирован. Так в группе II разрыв в средней части произошел у пациента, у которого на сроке 6 месяцев было зарегистрировано истончение трансплантата до 2 мм.

### *Клиническое наблюдение 2*

Пациент М., 67 лет, поступил в ГВКГ им Н.Н. Бурденко с разрывом сухожилий надостной и подостной мышц с жировой инфильтрацией надостной мышцы 3 ст., подостной 2 ст. по D. Goutallier, ретракцией надостной мышцы 3 ст. по D. Ratte левого ПС и артропатией II ст. по К. Hamada. Два года назад пациенту была проведена артроскопическая реконструкция полнослойного разрыва сухожилия надостной мышцы левого плеча. В январе 2020 г. пациенту была выполнена АРВКПС при помощи БДМ (рис. 55).

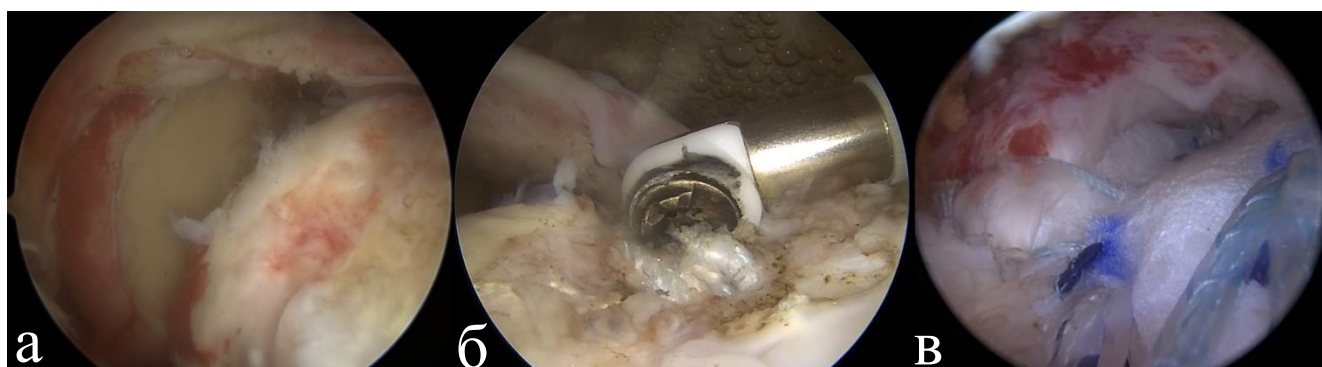


Рис. 55 Интраоперационная визуализация этапов оперативного лечения пациента М.: а – массивный задневерхний разрыв ВМПС; б – анкерный фиксатор от предыдущей артроскопической реконструкции ВМПС; в – итоговый вид после АРВКПС при помощи БДМ

В течение 4 месяцев после операции пациент отмечал уменьшение болевого синдрома на фоне сформировавшейся постиммобилизационной контрактуры левого ПС. Однако через 6 месяцев после оперативного лечения, на фоне активной разработки движений в оперированном суставе, было отмечено значительное усиление боли. На контрольных МРТ были выявлены изменения интенсивности сигнала на границе трансплантат-кость в области большого бугорка ГПК, свидетельствующие об отсутствии репаративного процесса в зоне шва; миграция и поломка якорных фиксаторов (рис. 56).

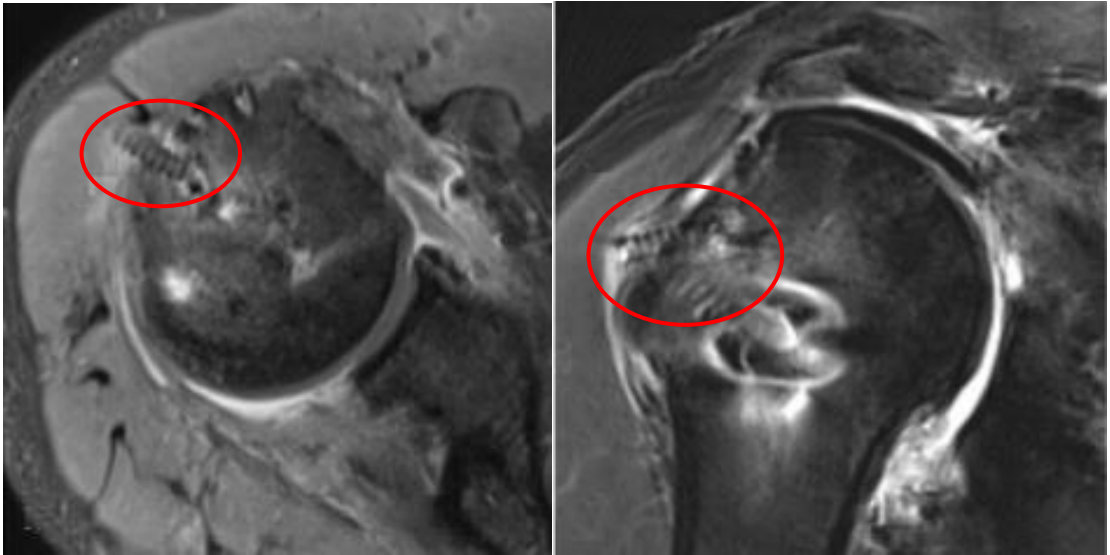


Рис. 56. Томограмма пациента М. через 12 месяцев после выполнения АРВКПС при помощи БДМ. На выделенном фрагменте показаны миграция и поломка анкерного фиксатора, повлекшая несостоятельность трансплантата

В связи с неудовлетворительным клинико-функциональным результатом проведенного оперативного лечения пациент был направлен на реверсивное протезирование плечевого сустава (рис. 57.).



Рис. 57. Пациент М. на контрольном осмотре через 12 месяцев с операции: а – псевдопаралич левой руки; б – ограничение наружной ротации

*Клиническое наблюдение 3*

Пациентка Л., 63 лет, обратилась в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с массивным разрывом сухожилий вращательной манжеты левого ПС и артропатией II ст. по Namada. В июле 2019 г. пациентке была выполнена АРВКПС с использованием аллотрансплантата ПБТ (рис. 58).

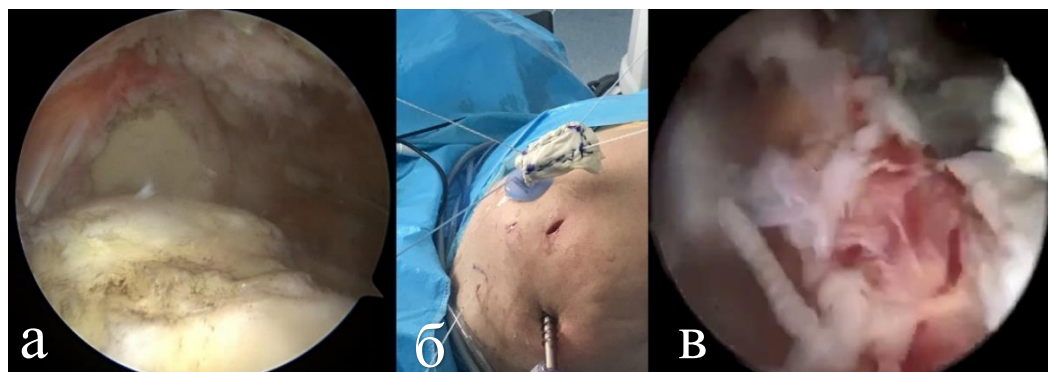


Рис. 58. Этапы операции пациентки Л.: а – разрыв сухожилия надостной и подостной мышц; б – этап заведения сформированного из аллоткани ПБТ трансплантата верхней капсулы плечевого сустава; в – фиксированный трансплантат

При проведении восстановительного лечения в течение 10 месяцев после-операционного периода пациентка отмечала уменьшение выраженности болевого синдрома и улучшение функции ПС. Однако через 12 месяцев после операции пациентка упала на левое плечо, после чего отметила нарушение функции ПС (рис. 59). На МРТ был выявлен разрыв трансплантата (рис. 60).



Рис. 60. Функция плечевого сустава пациентки Л. через 12 месяцев после АРВКПС при помощи аллотрансплантата ПБТ: а – нарушение активного разгибания левого плечевого сустава; б – восстановление активной наружной ротации



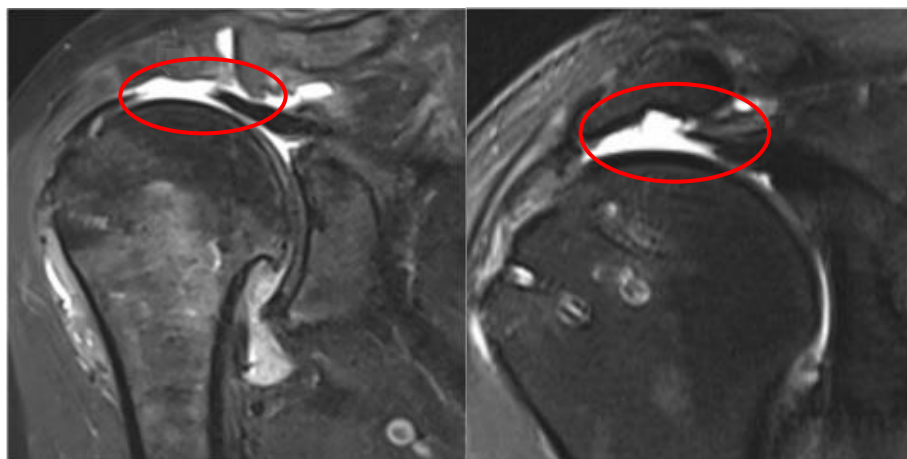


Рис. 59. МРТ пациентки Л. в срок 12 месяцев после АРВКПСс использованием ПБТ: выявлен разрыв в средней части трансплантата

В группе IV, где наблюдалось максимальное количество несостоятельности трансплантата, по нашему мнению, причиной являлось малое количество биологической ткани СДГДМП, используемое для АРВКПС. Вероятно, ткани трансплантата было недостаточно для оказания сопротивления верхней трансляции ГПК. Также неблагоприятное влияние могло оказать качество ткани СДГДМП, длительно существующее в скомпрометированных условиях. Клиническое наблюдение 4 иллюстрирует один из таких случаев.

#### *Клиническое наблюдение 4*

Пациент Н. 68 лет обратился в ГВКГ им. Н.Н. Бурденко с жалобами на слабость и боль в правом плечевом суставе. При обследовании выявлен разрыв надостной и подостной мышц с жировым перерождением мышц 2-3 ст. по D. Goutallier, ретракцией надостной мышцы 3 ст. по D. Ratte левого ПС и артропатией II ст. по K. Hamada.

После предоперационной подготовки пациенту была выполнена реконструкция верхней капсулы плечевого сустава при помощи СДГДМП, частичный шов сухожилий вращательной манжеты.

Послеоперационный период – без особенностей. После окончания реабилитационного лечения, через 6 месяцев пациент приступил к повседневной активности без каких-либо ограничений. При изучении контрольного послеоперационно-

го МРТ на сроке 12 месяцев после операции выявлен разрыв аутотрансплантата СДГДМП, состоятельный шов сухожилия подостной мышцы (рис.61).

При контрольном осмотре через 12 месяцев пациент при полном объеме движений и отсутствии боли предъявил жалобы на слабость в руке, невозможность подтягиваться (рис. 62).

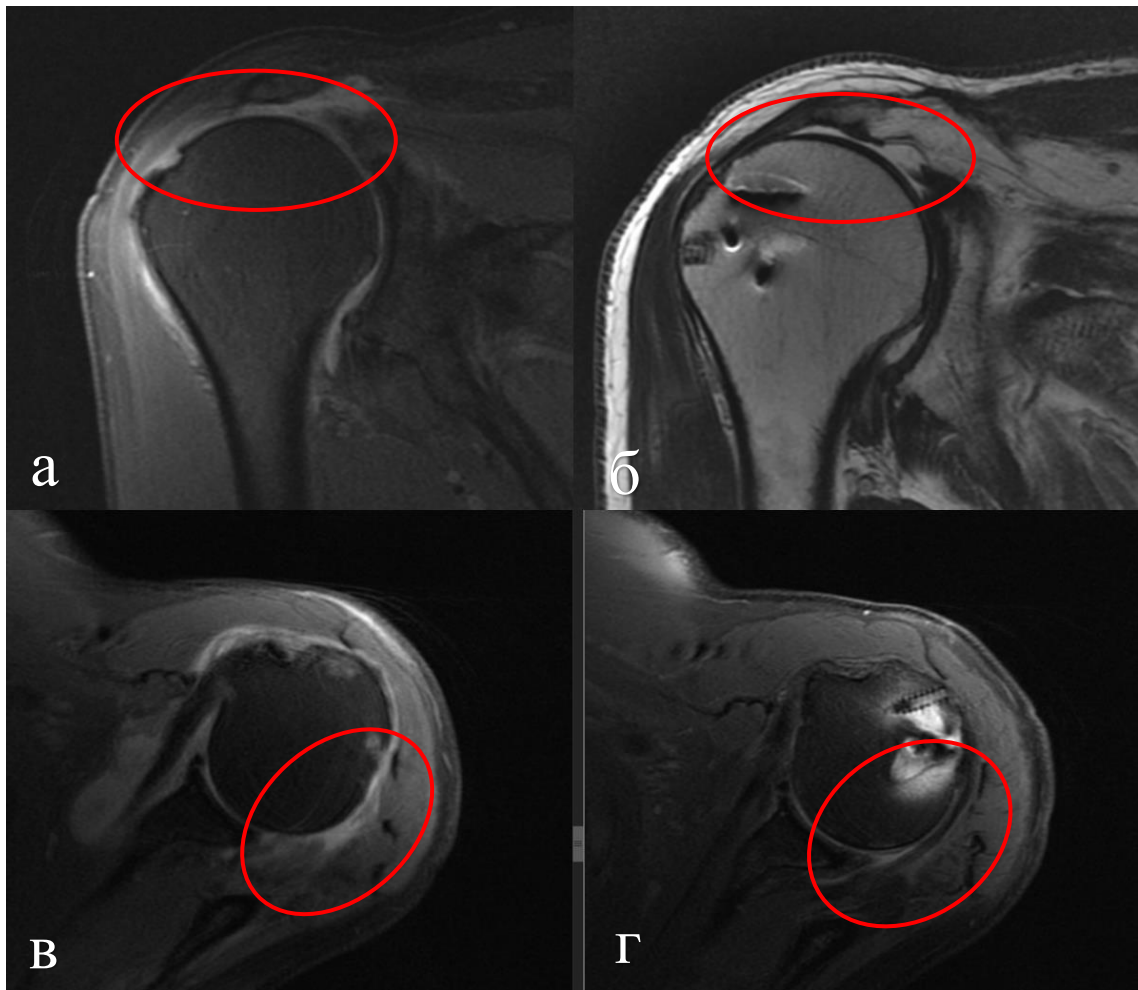


Рис. 61. МРТ пациента Н.: а – снимок до операции, выделен участок с разрывом сухожилия надостной мышцы и ее ретракцией; б – послеоперационный контроль на сроке 12 месяцев после АРВКПС, выполненная при помощи СДГДМП, полный разрыв трансплантата; в – томограмма до операции, на выделенном участке разрыв сухожилия подостной мышцы; г – томограмма на сроке 12 месяцев после оперативного лечения, на выделенном участке состоятельный шов надостной мышцы



Рис. 62. Функциональные возможности пациента Н. 68 лет. на сроке 12 месяцев после АРВКПС, выполненной при помощи СДГДМП с тотальным разрывом трансплантата

Помимо осложнений в виде несостоятельности трансплантата наблюдались следующие нежелательные явления: подкожные гематомы в области оперативного вмешательства, нейропатия подмышечного нерва, сокращение длинной головки двуглавой мышцы плеча с формированием косметического дефекта. Мы относим этот спектр явлений к нежелательным последствиям, так как они не повлияли на КФР.

У троих пациентов V группы в раннем послеоперационном периоде были отмечены обратимые неблагоприятные последствия в виде нейропатии подмышечного нерва, проявлявшейся гипостезией по задней поверхности плеча. У троих пациентов (двое из III и один из V группы) в среднесрочном периоде был зарегистрирован проксимальный разрыв и сокращение длинной головки двуглавой мышцы плеча с возникновением симптома «Popeye» (рис. 63). Данное явление могло наблюдаться в связи с тем, что тенодез СДГДМП выполнялся в непосредственной близости к сухожильно-мышечному переходу в связи с необходимостью обеспечения максимальной длины сухожилия для выполнения АРВКПС.



Рис. 63. Нежелательные явления, возникшие в послеоперационном периоде у пациентов в виде ретракции и сокращения СДГДМП: а – у пациента З. 53 лет возникли на фоне повышенной физической нагрузки (поднятие тяжести над головой) через 11 месяцев после оперативного лечения; б – у пациента С. 62 лет возникли через 3 месяца после оперативного лечения

Таким образом, в нашей работе мы выделяем нежелательные обратимые явления, которые не повлияли на клинично-функциональный исход лечения и в ряде случаев были обратимы, и осложнения в виде несостоятельности трансплантата верхней капсулы, повлекшие в большинстве случаев неудовлетворительный клинично-функциональный результат.

Наибольшее количество несостоятельных трансплантатов наблюдалось в группах I и III. В группе I полная несостоятельность пересаженного пластического материала на сроке 12 месяцев после операции составила 100%, в группе III – 53,3%. Показатель несостоятельности в группах II, IV и V был ниже в сравнении с группами I и III ( $p < 0,05$ ).

Для лучшего понимания влияния целостности трансплантата после его перестройки на клинично-функциональный исход лечения пациентов необходимо провести аналитическое сопоставление результатов, что и будет сделано в следующей главе.

## **ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КЛИНИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИССЛЕДОВАННЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ И ОБОСНОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИХ ВЫБОРУ ДЛЯ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ**

### **5.1. Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов клинического применения различных трансплантатов в ходе реконструктивных операций**

В завершающей главе исследования представлен сравнительный анализ клинико-функциональных и рентгенологических показателей на разных сроках между и внутри клинических групп, а также проведено сопоставление результатов, полученных в экспериментальной и клинической частях работы. На основании полученных данных, а также анализа научных публикаций разработаны и предложены рекомендации по использованию изученных хирургических техник для лечения пациентов с ВН ПС при массивном разрыве его вращательной манжеты.

Для начала стоит отметить, что все группы были однородны, и изначальные параметры по трем функциональным шкалам и стадии артропатии сопоставимы между группами (рис. 64). Аналогично исходный пред-операционный статус не отличался ( $p > 0,05$ ) для всех вариантов парного неза-висимого анализа, что делает возможным проводить межгрупповое сравнение в послеоперационном периоде.

При анализе КФР лечения пациентов в группах II–V, в которых была проведена оценка по трем шкалам в сроки 6, 12 и 18 месяцев после оперативного лечения, показатели были выше, чем до оперативного лечения, выявленные различия оказались статистически значимыми ( $p < 0,001$ ). Это позволяет сделать вывод о том, что биомеханически-ориентированные методики оперативного пособия, примененные в этих группах, являются эффективными для лечения пациентов с массивным разрывом ВМПС.

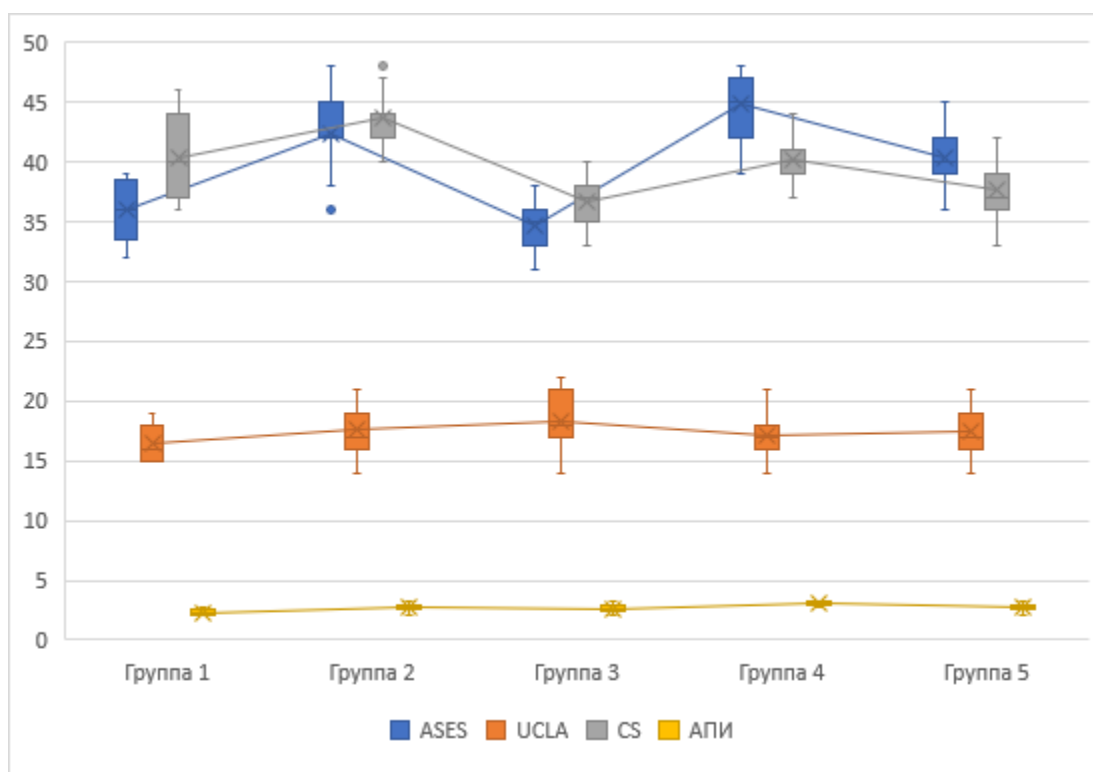


Рис. 64. Диаграмма сопоставления пациентов всех групп на дооперационном этапе

В группе I, где в качестве трансплантата для АРВКПС использовалась аллоткань ТМО, по результатам анкетирования и осмотра больных в срок 6 мес. и год с момента оперативного лечения результаты были расценены как неудовлетворительные в 100% случаев, чего не наблюдалось ни в одной другой группе. При попарном сравнении с остальными группами выявленные различия являются значимыми ( $p < 0,001$ ).

При сопоставлении данных функциональных шкал в группе I на дооперационном этапе, на сроках 6 и 12 месяцев не было получено значимых положительных результатов. А статистически значимые улучшения ( $p < 0,001$ ) показателей по функциональной шкале связаны с выполненным в ходе операции дебридментом и удалением в ходе операции биологических источников ноцицептивной боли, но значимо не повлиявших на результат лечения. Набор пациентов в группу был приостановлен в связи с выявленными неудовлетворительными клинко-функциональными и рентгенологическими результатами на сроке 6 месяцев. После контрольного осмотра пациентов данной группы через год после оперативно-

го лечения в связи с сохранившимся у них плохим функциональным результатом и 100% лизисом трансплантата было принято решение о закрытии группы. В связи с этим в последующем тексте будут обсуждаться результаты только остальных четырех клинических групп.

При сравнении показателей по шкале ASES внутри групп на сроках до операции и 6 месяцев после операции были выявлены значимые различия ( $p < 0,001$ ) (рис. 65). Максимальное увеличение показаний было в группе III и составляло 19,3 балла. Прирост показателей в группах IV и V был сопоставимым (11,5 и 10,3 баллов). При межгрупповом сравнении на этом сроке результаты между группами III, IV, V были сопоставимы и расцениваются как удовлетворительный результат. В группе II на сроке 6 месяцев после оперативного лечения результат оставался неудовлетворительным.

При сравнении на сроках 6 и 12 месяцев с момента операции в группах IV и V зарегистрирован значимый прирост: на 18,1 и 25,7 баллов соответственно. Показатели на сроке 12 месяцев в обеих группах расцениваются как хорошие. В группах II и III показатели увеличились на 5,2 и 0,2 балла, что является незначимым увеличением, функция ПС расценена как удовлетворительная. При межгрупповом сравнении на сроке 12 месяцев показатели сопоставимы между группами II и III ( $p = 0,279$ ) и между группами IV и V ( $p = 0,06$ ).

При внутригрупповом сравнении на сроках 12 и 18 месяцев разница между показателями колебалась от -0,7 до 1,4 балла, что является незначимым различием. Также при межгрупповом сравнении на этом сроке данные показатели сопоставимы между группами II и III ( $p = 0,096$ ) и между группами IV и V ( $p = 0,445$ ), что соответствует межгрупповому сравнению на сроках 6 и 12 месяцев с момента операции.

Учитывая схожесть данных, полученных на сроках 12 и 18 месяцев, и при этом большую выборку пациентов, отслеженных на сроке 12 месяцев, целесообразно расценивать показатели на сроке 12 месяцев как итоговые.

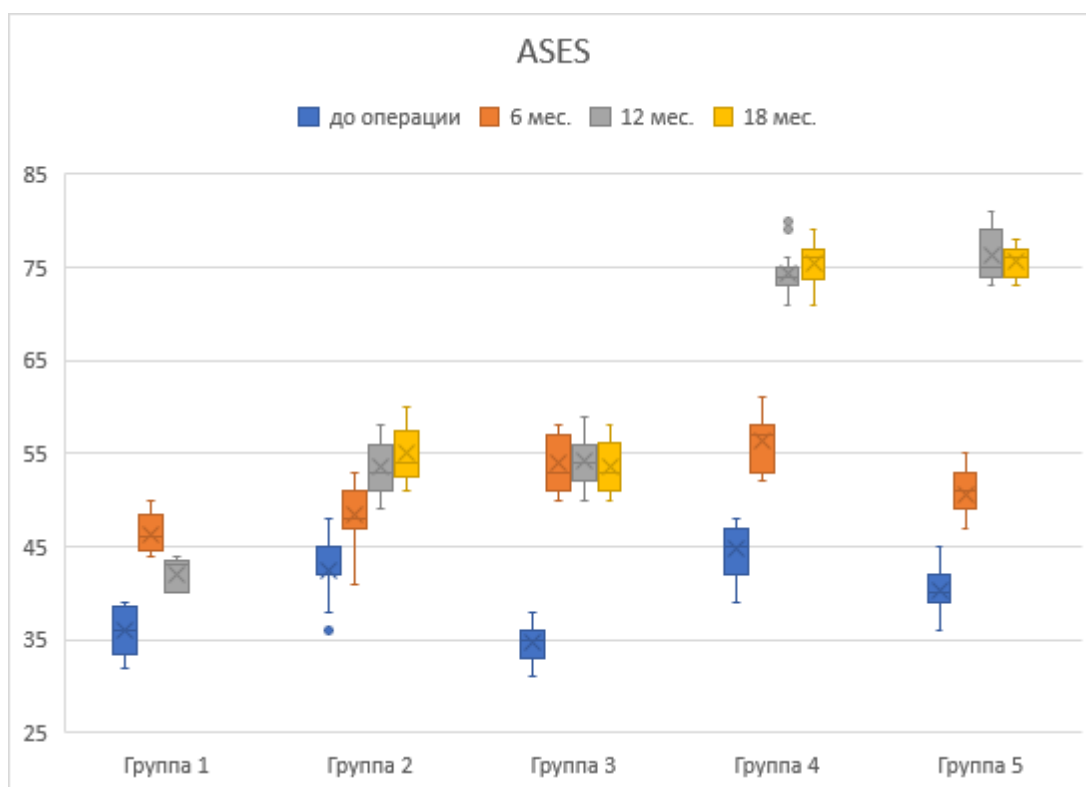


Рис. 65. Показатели по шкале ASES пациентов пяти клинических групп за весь период исследования

При сравнении исходных и итоговых данных наилучший КФР был зарегистрирован в группах IV и V и составил  $75,4 \pm 2,3$  и  $75,6 \pm 3,4$  баллов, при этом разница с исходными данными составила 29,6 и 36,0 баллов соответственно. Функция ПС была оценена как хорошая. В группах II и III разница между исходными и итоговыми данными была так же значима, но не такой большой, как в группах IV и V, и составила 11,2 и 19,5 баллов соответственно. При этом функция ПС оценивалась как удовлетворительная. При межгрупповом сравнении результатов лечения по шкале ASES на сроке 12 месяцев были получены сопоставимые значения между группами II и III и между группами IV и V.

В систематическом обзоре, опубликованном в 2020 году, было проведено сравнение аутотрансплантатов и аллотрансплантатов, используемых при AP-ВКПС. При оценке по функциональной шкале ASES было зарегистрировано увеличение на 47,3 и 31,9 баллов соответственно. В данном исследовании рассматривали в качестве аллотрансплантатов БДМ, аутотрансплантаты включали разнооб-



разные источники (ПБТ, сухожилия подколенных мышц, СДГДМП) [155]. Данные, полученные нами, вполне согласуются с представленными в обзоре.

При межгрупповом и внутригрупповом сравнении по шкалам UCLA (рис. 66) и Constant Shoulder (рис. 67) данные схожи с результатами сравнения по функциональной шкале ASES.

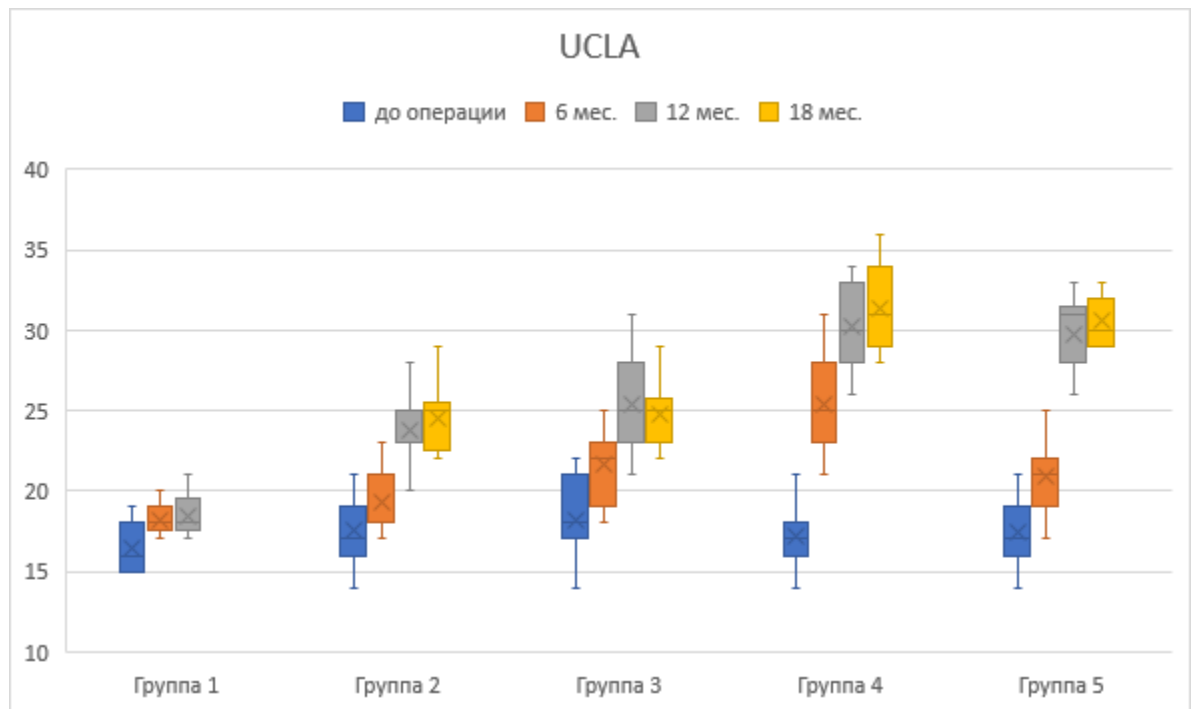


Рис. 66. Показатели по шкале UCLA пяти клинических групп за весь период исследования.

Значимое увеличение объема активных движений было зарегистрировано во всех группах ( $p < 0,001$ ). Различия в объеме движений на сроках 6 и 12 месяцев являются значимыми для всех групп ( $p < 0,001$ ), чего нельзя сказать о сравнении на сроках 12 и 18 месяцев ( $p=0,432$ ). В группах II и III амплитуда движений в ПС к 12 месяцам была восстановлена не в полном объеме. Сгибание в группе II увеличилось в среднем на  $47,0^\circ$  и составило  $129,7 \pm 34,3^\circ$  а группе III – в среднем на  $35,7^\circ$  и составило  $116,6 \pm 24,5^\circ$ . Наружная ротация в группе II соответствовала  $42,3 \pm 12,6^\circ$ , в группе III –  $36,4 \pm 10,2^\circ$ . В группе II явления комбинированной контрактуры отмечались у 40% пациентов, в других группах это значение не превышало 25%.

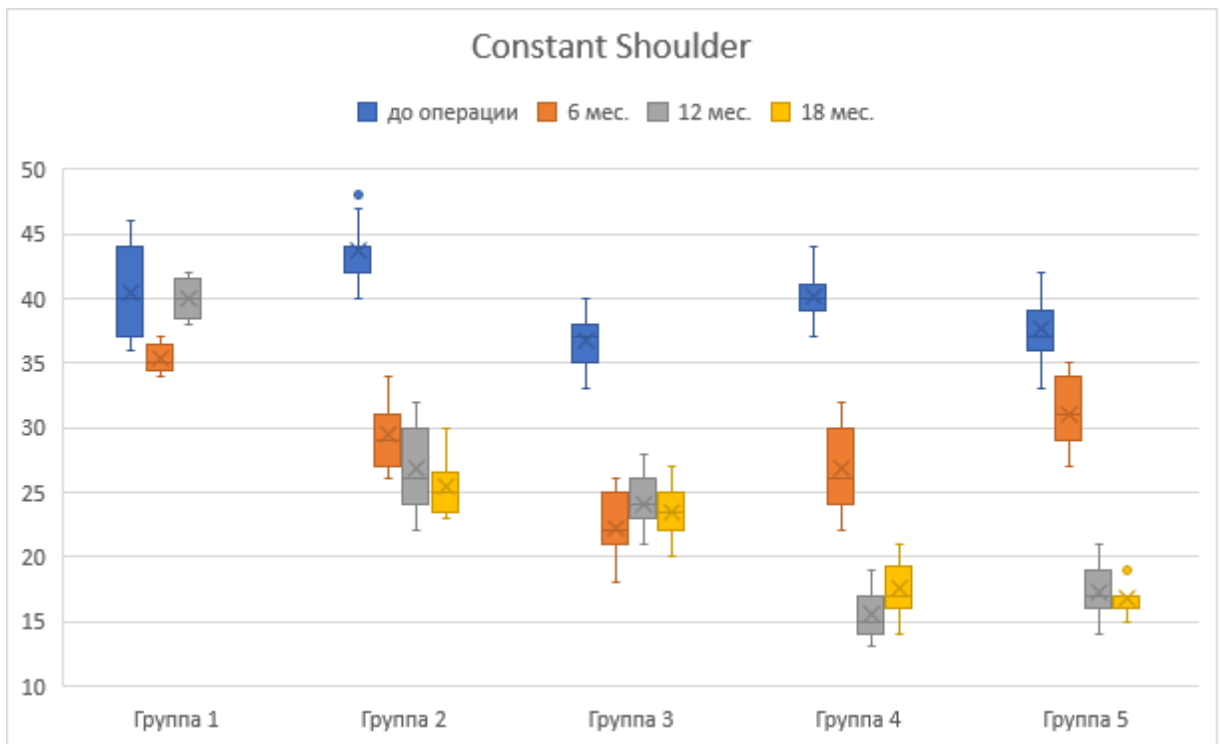


Рис.67. Показатели по шкале CS пяти клинических групп за весь период исследования

В группах IV и V отмечались значимое увеличение объема движений в сравнении с группами II и III ( $p < 0,001$ ). При сравнении же значений между группами IV и V достоверной разницы не выявлено ( $p = 0,157$ ). В группе IV сгибание значительно улучшилось с  $85,9 \pm 25,7^\circ$  до  $153,6 \pm 10,2^\circ$  ( $p < 0,001$ ). Сгибание в группе V так же улучшилось с  $78,5 \pm 31,2^\circ$  до  $145,4 \pm 23,6^\circ$ . Наружная ротация в группе IV увеличилась с  $37,4 \pm 11,2^\circ$  до  $45,6 \pm 13,5^\circ$  ( $p < 0,001$ ). В группе V прирост был в среднем  $17^\circ$ , что продемонстрировало значительное улучшение наружной ротации по сравнению со всеми остальными группами ( $p < 0,001$ ).

Средняя сила отведения в ПС также значительно улучшилась во всех группах ( $p < 0,001$ ): в группах II и III – с 1,1 до 1,7 кг; в группе IV и V – на 2,8 кг.

Т. Mihata с соавт. опубликовали результаты лечения 23 пациентов через 2 года наблюдения, которым была проведена АРВКПС аутотрансплантатом ПБТ [178]. Они обнаружили улучшение показателей ASES с 23,5 до операции до 92,9 баллов после операции, а также значительное улучшение мышечной силы. Кроме

того, АПИ увеличилось на 4,1 мм после операции. Не было выявлено случаев прогрессирования остеоартроза и атрофии мышц ВМПС.

P.J. Denard с соавт. сообщили о 59 пациентах с периодом наблюдения до года, которым была проведена АРВКПС с дермальным аллотрансплантатом [99]. В своем исследовании они отметили улучшение сгибания с  $130^\circ$  до  $158^\circ$ , улучшение наружной ротации (с  $36^\circ$  до  $45^\circ$ ) и улучшение по шкале ASES от 44 до 78 баллов. Послеоперационная МРТ у 20 пациентов показала полное приживание только у 9 из 20 пациентов. Одиннадцати пациентам (18,6%) потребовались повторные операции, в том числе 7 артропластик.

W.T. Pennington с соавт. опубликовали данные о 88 пациентах после АРВКПС с использованием дермального аллотрансплантата, срок наблюдения составил 12 месяцев [193]. Они сообщили об аналогичном улучшении показателей ASES с  $52,22 \pm 19,29$  до  $81,56 \pm 10,21$ , увеличению АПИ и увеличению силы и диапазона движений в ПС, включая сгибание вперед (с  $120^\circ$  до  $160^\circ$ ) и отведение (с  $103^\circ$  до  $159^\circ$ ).

Аналогичные результаты в отношении улучшения функциональных и субъективных результатов были зарегистрированы в двух из исследованных групп (IV и V). В частности наше исследование показало сравнительно хорошее увеличение сгибания вперед в среднем до  $153,6^\circ$  в группе IV и –  $145,4^\circ$  в группе V. Послеоперационный прирост среднего балла по шкале ASES также был сопоставимым и составил 29,6 балла для группы IV и 36,0 – для группы V. Увеличение наружной ротации было аналогично данным, представленным в работе P.J. Denard для группы IV [99]. В группе V улучшение наружной ротации в среднем составило  $17^\circ$ , что значительно больше, чем в остальных группах. Это объясняется использованием в данной группе комбинации двух хирургических технологий – АРВКПС и АТШМС в дефект ротаторов. При этой технологии роль наружного ротатора на себя берет широчайшая мышца спины, о чем свидетельствуют исследования [124, 126, 129, 136]. Эти данные сопоставимы с результатами лечения пациентов, которым была выполнена изолированно транспозиция ШМС в дефект вращательной манжеты. Так, по данным J. Grimberg

с соавт., оценивших КФР лечения 55 пациентов, сообщили об улучшении показателей наружной ротации с  $29^\circ$  до  $42^\circ$  [135]. U. Kanatli с соавт. представили результаты лечения 15 пациентов, которым была проведена артроскопически-ассистированная транспозиция сухожилия, усиленного ауто сухожилием ПБТ, широчайшей мышцы спины со сроком наблюдения 26 месяцев [150]. Они зафиксировали улучшение наружной ротации с  $13^\circ$  до  $32^\circ$  и отметили регресс ППВК, значительные улучшения показателей по клинко-функциональным шкалам, увеличение АПИ и отсутствие серьезных осложнений.

В нашем исследовании у пациентов показатели наружной ротации в V группе на дооперационном этапе имели в среднем значения  $30^\circ$  на конечной точке наблюдения среднее значения достигло  $47^\circ$ . С. Gerber также отмечает увеличение наружной ротации с  $18^\circ$  до  $33^\circ$  [129].

На наш взгляд, результаты, полученные в группах II–V свидетельствует об улучшении функции ПС у прооперированных больных и, соответственно, о высокой эффективности проведенного оперативного лечения.

## **5.2. Сравнение показателей акромиально-плечевого интервала у пациентов пяти клинических групп**

Одним из важнейших показателей устранения ВН ГПК является АПИ, который увеличивается в случае успешной АРВКПС [65, 84, 107].

При межгрупповом сравнении на сроке 6 месяцев значимое увеличение АПИ зарегистрировано во всех группах (рис. 68).

В группе I наблюдалось увеличение АПИ на сроке 6 месяцев в среднем на 2 мм, что не соответствовало даже толщине имплантируемого трансплантата и указывало на его несостоятельность. К 12 месяцам в группе I АПИ приблизилось к исходному, при этом по данным МРТ был выявлен лизис трансплантата у всех пациентов.

При сравнении на сроке 12 месяцев данные в группах II, IV и V были сопоставимы. В группе III отмечалось снижение АПИ в среднем на 2,1 мм, связанное с разрывом трансплантата СДГДМП у 8 пациентов, подтвержденное на МРТ

(рис.70). На наш взгляд, в период от 6 до 12 месяцев, когда у пациентов практически не было ограничений со стороны реабилитологов в физической деятельности, ткани трансплантата оказалось недостаточно для обеспечения сопротивления ГПК и, как следствие, наступал разрыв трансплантата.

На сроках 12 и 18 месяцев данные по группам схожи и сопоставимы между II и III группами и между IV и V группами. Прирост в первой паре составил 2,1 и 3,2 мм соответственно, во второй – 4,2 и 4,4 мм.

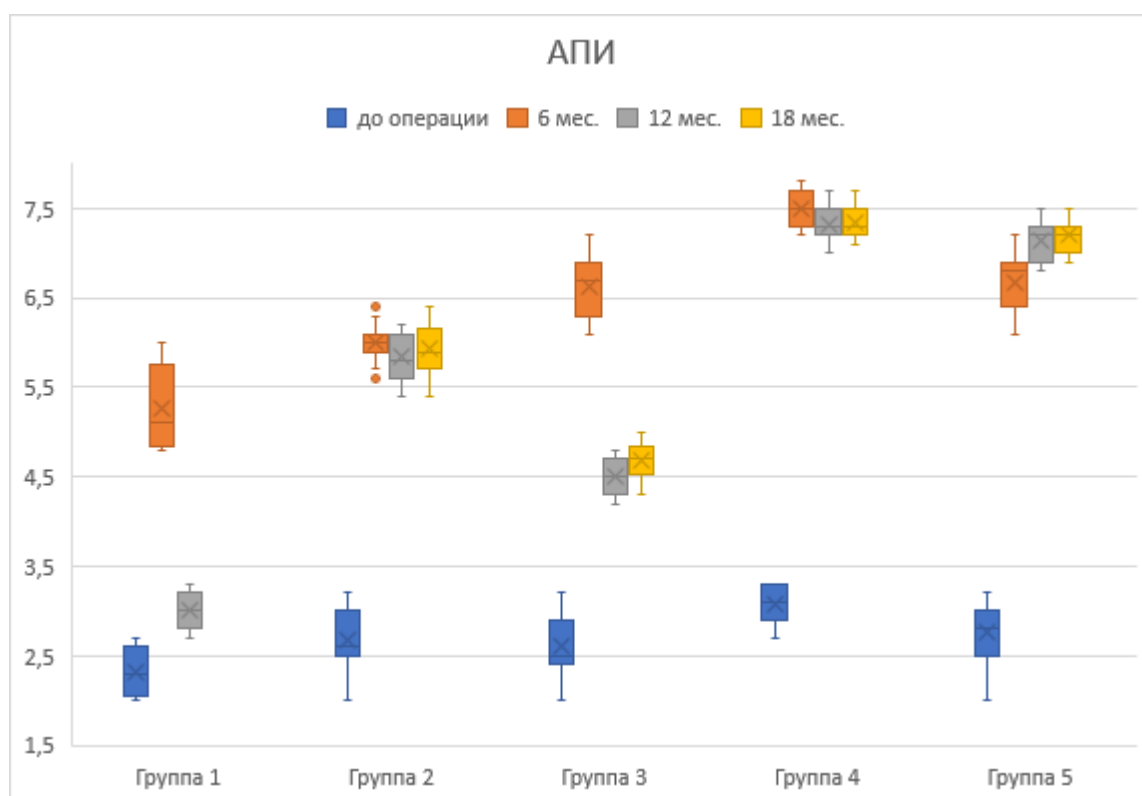


Рис. 68. Показатели акромиально-плечевого интервала (АПИ) пяти изученных клинических групп за весь период исследования

В группе V увеличение АПИ на каждом из сроков наблюдения связано с постепенно включающейся в работу широчайшей мышцей спины и ее динамической работой, которая при сокращении оказывала депрессирующее действие на ГПК. Постепенный прирост объясняется длительной реабилитацией, которая направлена на «обучение» и тренировку мышцы, работающей в новых условиях.

В одном исследовании, в которое вошли 24 пациента, перенесших АР-ВКПС, АПИ увеличился с 4,6 до 8,7 мм [176]. В систематическом обзоре резуль-

татов лечения больных после АРВКПС также сообщалось о статистически значимом увеличении послеоперационного АПИ, среднее увеличение было зарегистрировано с 2,2 до 5,0 мм [87]. В исследовании, проведенном W.T. Pennington с соавт., среди 88 пациентов было зарегистрировано статистически значимое улучшение АПИ, в среднем он достиг 7,1–9,7 мм [193]. В ретроспективном исследовании, включающем 36 пациентов, через 6 месяцев после операции была выявлена корреляция между размером послеоперационного показателя АПИ и повторным разрывом. Среднее значение АПИ составило 1,6 мм в группе повторного разрыва и 3,8 мм – в группе без разрыва, в случаях разрыва трансплантата наблюдалась миграция ГПК вверх более чем на 10,0 мм [199]. Таким образом, можно сказать, что АПИ является предиктором целостности трансплантата на послеоперационных рентгенограммах [165, 199].

При сопоставлении наших данных с профильными публикациями, мы видим соответствие результатов лечения. Прирост АПИ в группах с состоятельными трансплантатами и отсутствие динамики при неудовлетворительных исходах. Так, среднее значение АПИ на сроке 12 месяцев в сравнении с 6 месяцами, уменьшилось в группах I и III на 2,3 мм и 2,1 мм соответственно.

### **5.3. Структурные изменения трансплантатов у пациентов пяти клинических групп**

Анализ показателей АПИ соответствует МРТ-данным о возросшем количестве несостоятельности трансплантатов в группах I и III (рис. 68, рис. 70). В то же время в других группах не наблюдалось значимого увеличения случаев несостоятельности трансплантата и уменьшения АПИ.

Стоит помнить, что капсула ПС, согласно исследованиям A. Nimura с соавт., обычно имеет толщину 4,4–9,1 мм [187]. Поэтому рекомендуется использовать трансплантаты толщиной не менее 3,0 мм [99, 108]. Более тонкие трансплантаты, как правило, не обладают достаточной прочностью, необходимой для того, чтобы обеспечить пассивную стабилизацию сустава. T. Mihata с соавт. в своих работах используют аутооттрансплантат широкой фасции бедра, сложенный в несколько

раз, при этом толщина трансплантата обычно составляет 6,0–8,0 мм, и демонстрируют хорошие и отличные клинические результаты [176, 178]. При использовании трансплантатов меньшей толщины наблюдается более высокая частота разрывов трансплантата, что соответствует результатам, полученным в третьей группе, где в качестве трансплантата использовалось СДГДМП, имеющее форму овала и имеющее разную толщину на своем протяжении от 8,4x3,4 до 4,5x2,0 мм в диаметре [111, 200]. P.J. Denard с соавт. обнаружили, что при толщине трансплантата менее 1,0 мм общий показатель благоприятного исхода снизился с 68% до 40% [99].

В нашем исследовании в группах, где было зарегистрировано увеличение АПИ, прирост соответствовал или превышал толщину имплантированного трансплантата. При анализе данных о приживлении трансплантатов на сроке 6 месяцев мы видим, что в группах II и IV преобладает количество частичных разрывов (рис. 69). На этом сроке ввиду продолжающегося процесса ремоделирования ткани мы расценивали трансплантат как перестраивающийся.

На сроке 12 месяцев распределение пациентов менялось, и мы рассматривали его как итоговое ввиду окончания процесса перестройки (рис. 70), учитывая, что распределение пациентов на сроке 18 месяцев схоже с распределением пациентов на сроке 12 месяцев (рис. 71). Сопоставимое распределение пациентов наблюдалось в IV и V группах. В группе II было зарегистрировано наибольшее количество частичной несостоятельности трансплантата, в группе IV – максимальное количество разрывов.

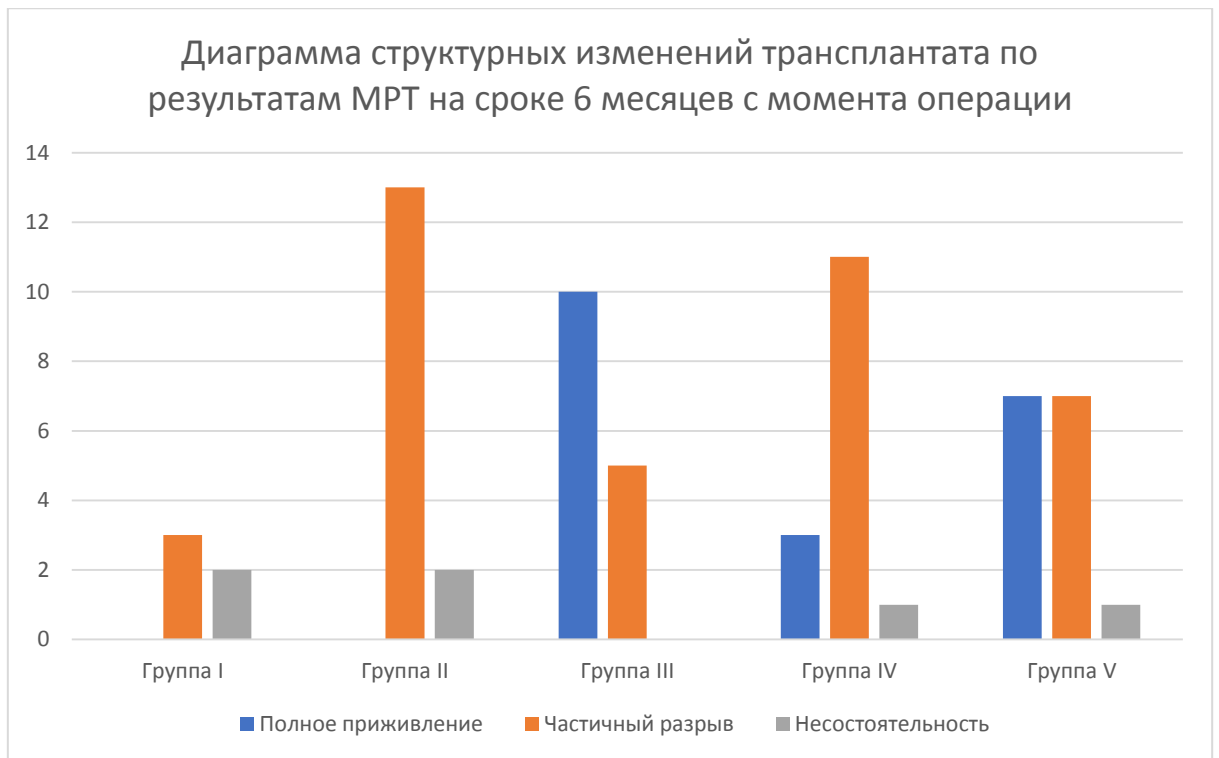


Рис. 69. Структурные изменения трансплантата по результатам МРТ на сроке 6 месяцев с момента операции

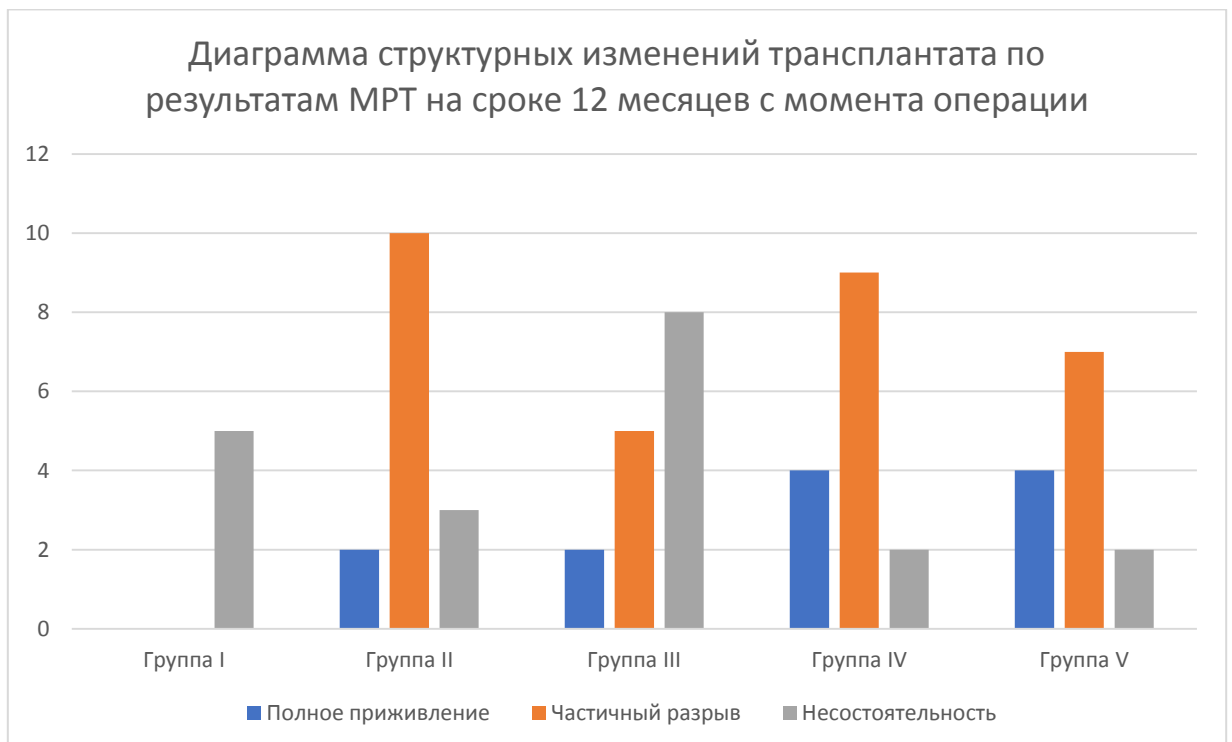


Рис. 70. Структурные изменения трансплантата по результатам МРТ на сроке 12 месяцев с момента операции



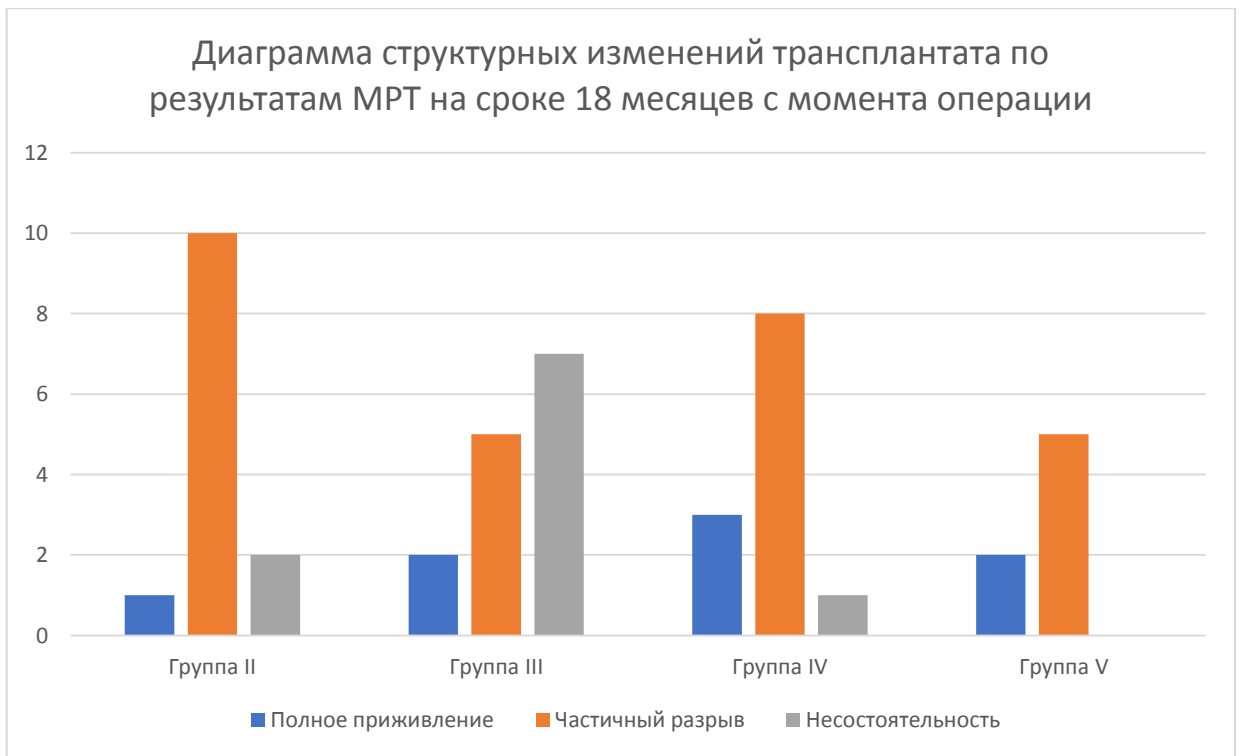


Рис. 71. Структурные изменения трансплантата по результатам МРТ на сроке 18 месяцев с момента операции

Суммарно в нашем исследовании было выявлено 20 (32%) случаев несостоятельности трансплантата. По литературным данным, частота несостоятельности трансплантата после АРВКПС встречается в 3,4–55%. В работе Т. Mihata с соавт. сообщалось о неудачной реконструкции у 4 из 24 пациентов (16,7%) за 34 месяца наблюдения [178]. У троих из этих пациентов наблюдалась несостоятельность бокового шва с сухожилием подостной мышцы, и у одного – непосредственно разрыв самого трансплантата. Pennington с коллегами сообщили только о 3 неудачах трансплантации (3,4%) из 86 пациентов в течение 16–28 месяцев наблюдения без уточнения типа разрыва. P.J. Denard с соавт. зарегистрировали высокую частоту несостоятельности у 20 пациентов (55%) [99]. Разрыв на большом бугорке ГПК произошел у 7 пациентов (64%), в 3 случаях – в середине трансплантата (37%), в 1 случае – у места прикрепления к СВЛ (9%). А.М. Hirahara с соавт. зарегистрировали два случае разрыва трансплантата у 2 из 9 пациентов за 33 месяца наблюдения в результате травмы, полученной в послеоперационном периоде [143]. В одном случае произошло отслоение

трансплантата от СВЛ, во втором – в центре трансплантата. О. Lim с соавт. обнаружили повторные разрывы у 13 из 32 пациентов (36,1%) [168]. В отличие от А.М. Hirahara, у большинства пациентов (10/13) в анамнезе не было указаний на травму. Несостоятельность трансплантата произошла в зоне контакта трансплантата с костным массивом СВЛ у 11 пациентов (85%) и в месте крепления к ГПК – у 2 (15%).

#### **5.4. Сопоставление и обсуждение результатов экспериментального и клинического исследований**

По результатам проведенного экспериментального исследования, где были изучены механические свойства трех трансплантатов, аллоткань ТМО, аллоткани ПБТ и БДМ, которые используются для АРВКПС при массивных разрывах ВМПС, ткань аллосухожилия ПБТ и БДМ DX Reinforcement Matrix показали лучшие механические характеристики. Следует отметить, что свойства трансплантатов, в том числе и механические, изменяются в процессе перестройки после имплантации в ПС, что подтверждается разницей между результатами эксперимента и полученными КФР.

Самым прочным материалом оказалось сухожилие ПБТ, что объясняется его гистологическим строением, т.к. сухожилия и фасции представляют собой плотную волокнистую оформленную СТ и являются наиболее прочной тканью организма [22, 32, 34, 45, 46, 52, 60]. При этом сухожилие ПБТ показало наименьшую устойчивость к прорезыванию шовной нитью. Данный факт можно интерпретировать структурой строения ткани, а именно тем, что за счет разнонаправленного расположения пластин, из которых состоит фасция, и вариабельности толщины на разных участках, она оказалась наименее устойчивой к прорезыванию нитью. Ткани, имеющую гомогенную структуру (ТМО и БДМ), показали лучшую устойчивость к прорезыванию.

Наиболее устойчивым к прорезыванию швов и самым эластичным оказался БДМ. Необходимо отметить, что показатели прочности БДМ были значительно меньше, чем у аллосухожилия ПБТ. В группе, где применялся БДМ, были

зарегистрированы наилучшие клинические результаты, и при этом амплитуда движений была больше. Этого нельзя сказать о группе, в которой использовалось аллосухожилие ПБТ, где у 40% пациентов была зарегистрирована контрактура.

При исследовании ТМО были выявлены наименьшие показатели прочности и эластичности материала и средние значения устойчивости к прорезыванию. В клинической группе, где аллоткань ТМО использовали в качестве трансплантата, был получен неудовлетворительный результат лечения, и группа была закрыта.

Относительно невысокие прочностные свойства ТМО и БДМ предположительно связаны с их гистологическим строением – оба вида ткани представляют собой плотную волокнистую неоформленную СТ [12]. Имея схожее гистологическое строение и наличие большого числа эластических волокон, помимо коллагеновых, оба вида ткани должны обладать хорошей эластичностью. Однако, по результатам эксперимента, ТМО имеет наименьшую эластичность среди всех исследуемых тканей. Вероятно, это связано с методом обработки трансплантата, т.к. у ткани ПБТ, имеющего аналогичную обработку, также невысокие показатели эластичности.

Очевидно, что каждый из существующих методов стерилизации и изготовления имеет свои технические особенности, которые накладывают отпечаток на результат пересадок тех или иных тканей [50, 197].

В настоящее время считается, что консервированные аллотрансплантаты подвергаются постепенной резорбции и замещаются новообразованной соединительной тканью. В процессе перестройки в организме реципиента консервированные биологические трансплантаты, лишенные кровоснабжения, в лучшем случае постепенно резорбируются с одновременным замещением новой сухожилие-подобной структурой (при аллотендопластике). При этом динамика этих превращений неоднозначна и определяется рядом внешних и внутренних факторов [50, 94, 182]

Обобщенную характеристику морфологических преобразований при трансплантации тканей дал П.П. Коваленко, выделявший в этом процессе четыре периода. Первый период характеризуется полиморфноклеточной реакцией на транс-

плантат и начинающейся инвазией клеток реципиента по ходу волокон и сосудов трансплантата. Второй период характеризуется дифференциацией клеток, проникших в трансплантат, и новообразованием сосудов. Третий период – период тканевой дифференциации. В четвертом периоде происходят окончательная тканевая дифференциация и формирование новой ткани – регенерата. Фактором, инициирующим резорбцию трансплантата, считается реакция клеточного иммунитета с участием мононуклеаров и лимфоцитов, за счет которых происходит разрушение трансплантата и формирование на его месте регенерата. Отсюда следует, что структура регенерата, формирующегося на месте трансплантата, во многом зависит от степени иммунного воспаления. Вышеуказанной зависимостью можно объяснить различные варианты исходов операций, крайними из которых являются: а) фиброз (рубцевание) как следствие выраженного иммунного воспаления и лизис трансплантата; б) образование грубоволокнистой капсулы вокруг трансплантатов, не подвергающихся лизису (например, консервированных в альдегидах) [21, 22].

Так, результаты, полученные в I, II и IV клинических группах, соответствуют вышеописанным исходам. В группе I, где в качестве трансплантата использовалась аллоткань ТМО, результат соответствует неблагоприятному исходу, описанному по сценарию с лизисом трансплантата, что было подтверждено на МРТ. В группах II и IV, в которых использовались аллосухожилия ПБТ и БДМ соответственно, перестройка трансплантата развивалась с образованием грубоволокнистой капсулы вокруг трансплантатов, не подвергающихся лизису, и замещением его тканью регенерата.

При сравнении клиничко-функциональных и рентгенологических данных между группами II и IV лучшие результаты достигнуты в группе IV. Это можно объяснить большей иммуногенностью аллотканей, стерилизованных в запатентованной среде КривоБиТ, т.к. клетки трансплантата остаются жизнеспособными в течение длительного времени. Также немаловажным фактом является агрессивность среды, которая, несмотря на длительную подготовку и отмывание трансплантата перед имплантацией, все равно содержит элементы стерилизационной

среды и может вызывать негативные клеточные реакции с полным или частичным лизисом трансплантатов.

В II группе в 40% случаев была зарегистрирована контрактура, что соответствует низким показателям эластичности ПБТ, полученным в эксперименте. Но также, вероятно, свой вклад внес процесс перестройки «иммуноагрессивного» трансплантата с образованием рубцовой ткани на месте трансплантата, обладающей низкой растяжимостью.

Деликатным и болезненным для отечественных тканевых банков является вопрос финансирования. Залогом успешного развития любого проекта в наше время служит коммерческая рентабельность. Однако федеральный закон «О трансплантации...» гласит о недопустимости продажи органов и тканей человека. Международный опыт свидетельствует, что тканевые банки должны функционировать как учреждения, деятельность которых не направлена на получение прибыли [47]. Частичное финансовое возмещение возможно только в качестве компенсации затрат на преобразование анатомического препарата в биотрансплантат – продукт медицинского назначения. Затраты эти оказываются весьма значительными: механическая обработка, расходные материалы, консервирующие растворы, лабораторные исследования, антибиотики, дезинфектанты, холодильная техника и пр. В настоящее время расходы ложатся на плечи тех учреждений, в которых располагается и функционирует тот или иной банк тканей [47]. Все вышесказанное приводит к определенной стагнации в методах обработки тканей, и как следствие, неудовлетворительным результатам лечения при применении отечественных аллотканей.

СДГДМП не исследовалось по причине отсутствия данного материала в перечне заготавливаемых тканей в банке тканей ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р.Вредена» Минздрава России. Проведение эксперимента на тканях, прижизненно изъятых, при выполнении тенодеза СДГДМП не имело смысла, так как показанием к тенодезу являются патологические состояния данного сухожилия, и проводить эксперимент на скомпрометированном сухожилии, на наш взгляд, некорректно.

### **5.5. Обоснование рекомендаций по выбору предпочтительной методики пластики верхних отделов капсулы плечевого сустава у профильных пациентов**

На основании проведенного нами клинико-экспериментального исследования и анализа профильной литературы можно утверждать, что АРВКПС является эффективной хирургической методикой для устранения ВН ГПК, возникающей на фоне массивного разрыва ВМПС, и обеспечивает восстановление функциональных возможностей ПС. Реконструированная верхняя капсула ПС является эффективным пассивным ограничителем ГПК при соблюдении ряда условий: достаточной толщины, прочности и эластичности биотрансплантата, а также его корректной установки и фиксации. В экспериментальной части нашей работы была проведена оценка механических свойств трансплантатов, в клинической части – оценка и сравнительный анализ КФР пациентов разных клинических групп, а также рентгенологическая оценка перестройки и приживления трансплантатов. Наши рекомендации систематизированы и представлены в таблице 23.

Таблица 23

Рекомендации по выбору предпочтительного варианта оперативного лечения  
для устранения вертикальной нестабильности плечевого сустава  
при массивных задневерхних разрывах его вращательной манжеты

Варианты реконструктивных артроскопических операций пластики верхней капсулы плечевого сустава	Рекомендации по выбору операции
I – пластика аллотрансплантатом твердой мозговой оболочки	Нежелательный вариант
II – пластика аллотрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта	Возможный вариант
III – пластика аутоотрансплантатом сухожилия двуглавой мышцы плеча	Возможный вариант
IV – пластика бесклеточным дермальным матриксом	Предпочтительный вариант
V – пластика аутоотрансплантатом сухожилия двуглавой мышцы плеча в сочетании с транспозицией широчайшей мышцы спины	Предпочтительный вариант

Аллоткань ТМО как в экспериментальной части работы, так и в клинической, показала низкие прочностные характеристики и неудовлетворительные КФР, а также лизис трансплантата в 100% случаев, подтвержденный МРТ, в связи с чем мы не рекомендуем использование данного материала при АРВКПС.

К изолированному использованию СДГДМП в качестве трансплантата при АРВКПС стоит подходить очень аккуратно. При наличии повреждений по ходу сухожилия, маленького его диаметра, а также недостаточности длины необходимой чтобы уложить его в три ряда. Мы не рекомендуем использовать данную технологию, так как присутствует слишком большой риск разрыва трансплантата и, как следствие, неудовлетворительного результата лечения. Тем не менее, при соответствии всем необходимым требованиям данная технология может быть успешно использована. Данная методика является легко воспроизводимой, безопасной, а основная ее привлекательность – это использование в качестве трансплантата материала, находящегося поблизости – в области ПС, что исключает необходимость дополнительного выделения ауто трансплантата в другой анатомической области с дополнительной травматизацией пациента.

Комбинированное использование этой техники с АТШМС значительно снижает частоту разрывов ауто трансплантата СДГДМП и, по результатам нашего исследования, обеспечивает хорошие КФР. Поэтому такая комбинированная техника рекомендована нами к использованию у профильных пациентов. Стоит отметить, что данная технология является куда менее безопасной, чем изолированное использование СДГДМП, так как АТШМС сопряжена с риском повреждения сосудисто-нервных структур и требует от хирурга уверенной внесуставной артроскопической техники и досконального знания анатомии.

По результатам экспериментальной части работы трансплантаты аллосухжилия ПБТ и БДМ показали оптимальные механические свойства. При этом у пациентов, которым имплантировалось аллосухжилие ПБТ, были зарегистрированы преимущественно удовлетворительные КФР, а пациенты, которым пересаживали БДМ, обычно имели хорошие клинико-функциональные исходы.

На основании перечисленных выше аргументов, полученных в ходе собственных экспериментальных и клинических исследований, нами рекомендованы к использованию в качестве биотрансплантатов для операций АРВКПС:

- 1) ауто СДГДМП в комбинации с АТШМС;
- 2) БДМ, DX Arthrex Reinforcement Matrix.

Использование данных технологий позволяет в должной степени устранить вертикальную нестабильность плечевого сустава, возникающую на фоне массивных разрывов ВМПС, и благодаря этому обеспечить благоприятные клинико-функциональные результаты лечения пациентов изученного профиля.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее диссертационное исследование посвящено обоснованию рационального выбора наиболее предпочтительного варианта хирургической коррекции ВН ГПК при массивных задневерхних разрывах ВМПС. Актуальность данной проблемы обусловлена, прежде всего, высокой распространенностью данной патологии – от 20% до 50% населения в возрасте старше 60 лет имеют различные повреждения сухожильной ткани ВМПС, и эта распространенность увеличивается с возрастом [179, 211]. По данным научной литературы, от 10% до 40% всех разрывов ВМПС приходится на массивные разрывы [154, 227]. Известно, что повреждения ВМПС являются наиболее частой причиной инвалидности после заболеваний ПС, так как приводят к нарушению функции всей верхней конечности [132].

В настоящее время не существует единого и признанного большинством специалистов подхода к лечению пациентов с массивными повреждениями ВМПС, что обусловлено вариабельностью морфологии таких повреждений, клинической симптоматики, а также индивидуальными анатомическими особенностями каждого пациента. Наиболее обоснованными и перспективными в современной ортопедии считаются биомеханически-ориентированные реконструкции, в частности операции артроскопической реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава (АРВКПС), показывающие хорошие функциональные результаты. Однако до сих пор остается дискуссионным вопрос выбора наиболее эффективного варианта метода хирургического лечения таких пациентов, позволяющего сочетать простоту хирургической техники, ее безопасность и удовлетворенность прооперированных больных исходами лечения. Одним из важнейших факторов, определяющих клинико-функциональные результаты оперативного лечения, является в рассматриваемых случаях рациональный и обоснованный выбор пластического биоматериала для восстановления верхней части капсулы плечевого сустава. В настоящее время в ортопедическом сообществе нет золотого стандарта имплантируемой ткани для операций АРВКПС.

С учетом перечисленных выше проблем и нерешенных вопросов нами была выбрана тема и определена цель диссертационного исследования: на основании сравнительного анализа различных вариантов хирургической коррекции ВН ПС у пациентов с формирующейся артропатией на фоне массивных разрывов ВМПС обосновать рациональные подходы к выбору тактики их хирургического лечения.

Для реализации указанной цели были сформулированы четыре задачи, которые решались в ходе клинико-экспериментального исследования.

Для решения первой задачи была проведена экспериментальная часть работы, которая включала два вида стендовых испытаний на образцах трех доступных видов пластических биоматериалов, используемых в клинике в ходе реконструктивных операций АРВКПС. В ходе этой части работы был проведен сравнительный анализ показателей прочности на разрыв и устойчивость к прорезыванию швов трех образцов таких биоматериалов. Согласно результатам первой части эксперимента, аллотрансплантат ПБТ показал наибольшую прочность при разрыве, а аллотрансплантат ТМО – наименьшую. При этом все три изученных образца показали хорошее значение относительного удлинения до разрушения. Минимальное значение было зарегистрировано у ТМО –  $15,2 \pm 2,6\%$ , а максимальное – у БДМ –  $63,3 \pm 20,8\%$ . Средние значения были зарегистрированы у ПБТ и составили  $22,2 \pm 4,3\%$ . Самое большое значение максимального усилия, потребовавшегося для прорезывания швов, было зарегистрировано у БДМ и составило 33,5 Н. Минимальное значение было отмечено у ПБТ и составило 9,8 Н. У ТМО значение максимального усилия составило 14,6 Н, что также было значительно меньше значений, полученных при испытаниях образцов БДМ. Полученные данные, в частности, показали, что наибольшей эластичностью и пластичностью обладает БДМ, а наименьшей – ТМО.

В рамках решения второй задачи диссертационного исследования были изучены ближайшие и среднесрочные клинико-функциональные исходы лечения в пяти клинических группах профильных пациентов. Сравнительный анализ КФР после артроскопических реконструктивных операций выявил в группах II–V высокозначимые положительные отличия ( $p < 0,001$ ) при их сопоставлении с исходны-

ми (дооперационными) значениями по таким показателям, как средние баллы по оценочным шкалам ASES, UCLA, CS и ВАШ. На наш взгляд, полученные данные в группах II–V однозначно свидетельствуют об улучшении функции ПС у прооперированных больных и, соответственно, о высокой эффективности примененных БОР.

Полученные нами результаты позволили также установить, что наилучшие КФР наблюдались у пациентов IV и V клинических групп, а у большинства пациентов этих групп восстановленная функция ПС расценивалась как хорошая. Послеоперационный прирост среднего балла по шкале ASES составил 29,6 балла для группы IV и 36 баллов – для группы V. Следует также отметить, что полученные нами данные об эффективности методик, применяемых в указанных клинических группах, вполне сопоставимы с данными научной литературы [7, 30, 49]. В группе I, где в качестве трансплантата применялась аллоткань ТМО, были зафиксированы самые низкие значения по всем функциональным шкалам, в связи с чем было принято решение закрыть данную клиническую группу после 5 неудачных операций.

При решении третьей задачи диссертационной работы мы оценивали по данным МР и РГ состоятельность пересаженных биотрансплантатов и степень коррекции ВН ГПК в пяти проспективных клинических группах, где применялись различные варианты БОР.

У пациентов I группы сохранилась проксимальная миграция ГПК. При этом вертикальный баланс компрессирующих сил ВМПС и, соответственно, нормальная центрация по вертикальной оси остались нарушенными, а расстояние от акромиального отростка лопатки до ГПК составило в среднем  $3,0 \pm 0,2$  мм, что оказалось незначимо больше предоперационного значения показателя АПИ ( $2,3 \pm 0,3$  мм). При этом по данным МРТ был выявлен лизис трансплантата у всех 5 пациентов. В остальных группах был зарегистрирован значимый прирост АПИ, при этом разница между исходными показателями и данными через 12 месяцев послеоперационного наблюдения, как правило, превышала толщину имплантированного биотрансплантата.

Наибольшие доли наблюдений с полным приживлением пересаженных биотрансплантатов были выявлены у пациентов IV и V клинических групп – 26,7% и 30,7%. Распределение пациентов в IV и V группах в отношении приживления биотрансплантатов и устранения ВН ГПК было сопоставимо. В группе II было зарегистрировано наибольшее количество частичной несостоятельности пересаженных биотрансплантатов, а в группе III – максимальное количество их разрывов. Суммарно в нашем исследовании было выявлено 20 (32%) случаев несостоятельности пересаженных биотрансплантатов. По литературным данным, частота несостоятельности пересаженных тканей после операций АРВКПС составляет от 3,4% до 55% случаев [145].

Четвертая задача нашей диссертационной работы заключалась в обобщении полученных данных в клинике и эксперименте. При этом были проанализированы в сравнительном плане данные клинико-функционального и рентгенологического обследований пациентов в пяти проспективных группах с последующим их сопоставлением с результатами экспериментальной части исследования. Совокупные результаты, полученные в ходе решения первых трех задач нашей работы, позволили уточнить показания и обосновать рациональные подходы к выбору наиболее предпочтительных вариантов хирургической коррекции ВН ПС у профильных пациентов. Таким образом, предложенный алгоритм коррекции ВН ГПК у пациентов с массивными задневерхними разрывами ВМПС был основан на результатах сравнительной оценки эффективности различных вариантов БОР в сопоставимых клинических группах и результатами стендовых испытаний.

Последовательное решение всех четырех задач диссертационной работы позволило, на наш взгляд, реализовать ее цель. Сформулированные по итогам проведенной работы выводы и практические рекомендации представлены далее в двух следующих разделах диссертации.

## ВЫВОДЫ

1. Аллотрансплантат твердой мозговой оболочки обладает статистически значимо меньшей ( $p < 0,014$ ) прочностью на разрыв по сравнению с двумя другими изученными пластическими материалами и имеет среднее значение устойчивости к прорезыванию швов; аллотрансплантат подвздошно-большеберцового тракта характеризуется наибольшей прочностью на разрыв ( $p < 0,001$ ) и наименьшей устойчивостью к прорезыванию шва ( $p < 0,001$ ); бесклеточный дермальный матрикс оказался значимо ( $p < 0,027$ ) самым устойчивым к прорезыванию швами, а по прочности на разрыв показал средние значения среди трех изученных материалов.

2. Функциональные исходы лечения пациентов изученного профиля достоверно улучшались по всем трем использованным балльным оценочным шкалам через 6 месяцев, а затем через 12 месяцев, но практически не изменялись через 18 месяцев после выполненных операций, достигая в итоге в среднем хороших результатов в четвертой и пятой клинических группах, удовлетворительных результатов – во второй и в третьей клинических группах и только неудовлетворительных исходов – в первой клинической группе.

3. Полное приживление использованных трансплантатов через 12 месяцев после артроскопической пластики верхней части капсулы плечевого сустава наиболее часто наблюдалось в пятой (30,7% после пластики аутоотрансплантатом сухожилия двуглавой мышцы плеча в сочетании с транспозицией широчайшей мышцы спины) и в четвертой (26,7% после пластики бесклеточным дермальным матриксом) клинических группах. Во второй (после пластики аллотрансплантатом подвздошно-большеберцового тракта) и в третьей (после пластики аутоотрансплантатом сухожилия двуглавой мышцы плеча) группах пациентов эта доля была статистически значимо ( $p < 0,05$ ) ниже (13,3%), а полная несостоятельность пересаженного пластического материала в указанный срок наблюдения была наибольшей в первой (100% после пластики аллотрансплантатом твердой мозговой оболочки) и в третьей клинической группах (53,3%).

4. Наиболее существенное увеличение акромиально-плечевого интервала, свидетельствующее об успешной коррекции вертикальной нестабильности плечевого сустава, было отмечено уже через 6 месяцев после артроскопических реконструктивных операций в четвертой и в пятой клинических группах (в среднем до 7,5 и 6,7 мм соответственно). Во второй группе прирост значения этого показателя через 6 месяцев был заметно меньше (в среднем – до 6 мм), но оставался практически неизменным к конечному сроку наблюдения (через 18 месяцев). В третьей группе достаточно высокий средний показатель (6,6 мм), зафиксированный через 6 месяцев, в дальнейшем снижался (в среднем до 4,5 и 4,7 мм), а в первой группе изучавшийся интервал увеличивался наименее значительно и только через 6 месяцев после операции (в среднем до 5,3 мм), а в более поздние сроки наблюдения снижался практически до исходных значений.

5. На основании результатов проспективного сравнительного исследования исходов реконструктивных артроскопических операций у пациентов с вертикальной нестабильностью плечевого сустава вследствие массивных задневерхних разрывов его вращательно манжеты наиболее предпочтительными следует признать варианты пластики верхней части капсулы плечевого сустава бесклеточным дермальным матриксом и аутооттрансплантатом сухожилия двуглавой мышцы плеча в сочетании с транспозицией широчайшей мышцы спины, а использование с целью пластики в ходе этих операций аллотрансплантатов твердой мозговой оболочки представляется нецелесообразным.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На основании результатов собственного экспериментального исследования прочностных характеристик трех различных биоматериалов для пластики верхней части капсулы плечевого сустава у пациентов изученного профиля могут быть рекомендованы бесклеточный дермальный матрикс и аллотрансплантат подздошно-большеберцового тракта.

2. При вертикальной нестабильности плечевого сустава, развившейся вследствие массивных задневерхних разрывов его вращательной манжеты, в качестве эффективных реконструктивных артроскопических операций могут успешно применяться биомеханически-ориентированные реконструкции, обеспечивающие депрессию головки плечевой кости за счет «спейсер-эффекта», однако исходы таких вмешательств во многом обусловлены выбором пластического материала.

3. Для достижения наилучших функциональных результатов лечения пациентов с изученной патологией среди исследованных нами вариантов реконструктивных артроскопических операций предпочтительно использовать те, в которых для пластики верхней части капсулы плечевого сустава применяется бесклеточный дермальный матрикс или аутооттрансплантат сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча в сочетании с транспозицией широчайшей мышцы спины, а аллотрансплантат твердой мозговой оболочки применять с указанной целью не рекомендуется.

4. В качестве перспективного варианта биомеханически ориентированной реконструкции плечевого сустава у больных изученного профиля может быть рекомендован предложенный нами и успешно апробированный в клинике способ артроскопически ассистированной транспозиции сухожилия широчайшей мышцы спины (патент РФ на изобретение RU № 2729020), позволяющий уверенно перемещать и надежно фиксировать сухожилие указанной мышцы в заданном положении, а также снижать затраты на лечение профильных пациентов.

5. Данную методику мы рекомендуем выполнять в положении пациента на боку, что способствует уменьшению риска развития осложнений, связанных с использованием управляемой гипотонии, и безопаснее с точки зрения сохранения адекватного кровоснабжения головного мозга, чем положение пациента в положении «пляжное кресло». Также необходимо проводить аугментацию сухожилия широчайшей мышцы спины фрагментом аллогенного подвздошно-большеберцового тракта, что значительно снижает риск его разрыва. Мы рекомендуем формировать дополнительный супрапекторальный артроскопический порт и использовать гидропрепаровку, что позволяет и облегчает отсечение сухожилия широчайшей мышцы спины у места прикрепления к плечевой кости. Проведение в сустав аугментированного сухожилия широчайшей мышцы спины следует выполнять через сформированный канал на уровне ости лопатки, между дельтовидной и малой круглой мышцами с последующей его фиксацией в области большого бугорка плечевой кости с использованием безузловых якорных фиксаторов.

6. Обоснованные и представленные нами рекомендации по рациональному выбору пластического биоматериала для артроскопической реконструкции верхней части капсулы плечевого сустава и уточненные показания к проведению изученных вариантов реконструктивных артроскопических операций обеспечивают благоприятные клиничко-функциональные исходы лечения, что позволяет рекомендовать их для более широкого клинического применения с целью улучшения результатов хирургических вмешательств у больных с вертикальной нестабильностью и артропатией плечевого сустава, развившихся вследствие массивных задне-верхних разрывов его вращательной манжеты.



**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

АПИ	Акромиально-плечевой интервал
АПС	Артропатия плечевого сустава
АРВКПС	Артроскопическая реконструкция верхней капсулы плечевого сустава
АТШМС	Артроскопическая транспозиция широчайшей мышцы спины
АЯШ	Артроскопический якорный шов
БДМ	Бесклеточный дермальный матрикс
БОР	Биомеханически ориентированные реконструкции
ВАК	Высшая аттестационная комиссия
ВАШ	Визуально-аналоговая шкала боли
ВМПС	Вращательная манжета плечевого сустава
ВН	Вертикальная нестабильность
ГПК	Головка плечевой кости
ДМ	Дельтовидная мышца
ЖИ	Жировая инфильтрация
КТ	Компьютерная томография
КФР	Клинико-функциональный результат
МРТ	Магнитно-резонансная томография
ПБТ	Подвздошно-большеберцовый тракт
ППВК	Псевдопаралич верхней конечности
ПС	Плечевой сустав
РМ	Ретракция мышц
РЭПС	Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава
СВЛ	Суставная впадина лопатки
СДГДМП	Сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча
СТ	Соединительная ткань
ТМО	Твердая мозговая оболочка
ШМС	Широчайшая мышца спины
ASES	Shoulder assessment form American shoulder and elbow surgeons (Опросник состояния плеча американских хирургов)
CSS	Constant Shoulder Score (опросник шкала Констант)
UCLA	The University of California - Los Angeles Shoulder Scale (Шкала оценки плечевого сустава Университета Калифорнии, Лос-Анджелес)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимкина, А.М. Магнитно-резонансная диагностика повреждений плечевого сустава на фоне наличия сопутствующего синдрома прижатия / А.М. Акимкина, Е.Н. Гончаров, А.В. Родионов [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2010. – № 4. – С. 125–128.
2. Архипов, С.В. Костные повреждения головки плечевой кости: чем обусловлен подход к необходимости хирургического лечения? / С.В. Архипов, А.В. Лычагин, Г.М. Кавалерский [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2019. – № 2. – С. 32–36.
3. Афанасьев, Ю.И. Гистология, эмбриология, цитология / Ю.И. Афанасьев, Н.А. Юрина, Е.Ф.Котовский. – Москва : ГЭОТАР-Медиа. 2012. – 800 с.
4. Ахпашев, А.А. Лигаментизация трансплантата передней крестообразной связки / А.А. Ахпашев, Е.А. Джамбинова, Е.А. Звездкина [и др.] // Клиническая практика. – 2016. – № 3. – С. 3–7.
5. Банцер, С.А. Внутрисуставная перестройка ауто трансплантата из сухожилий подколенных мышц после реконструкции передней крестообразной связки / С.А. Банцер, А.П. Трачук, О.Е. Богопольский [и др.] // Новые горизонты в травматологии и ортопедии : сб. науч. работ. – Санкт-Петербург, 2017. – С. 9–12.
6. Брюханов, А.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике разрывов вращательной манжеты плеча / А.В. Брюханов // Радиология-практика. – 2011. – № 5. – С. 64–70.
7. Букуп, К. Клиническое исследование костей, суставов и мышц / К. Букуп. – Москва : Медицинская литература, 2007. – 320 с.
8. Быков, В.Л. Частная гистология человека / В.Л. Быков – Санкт-Петербург : СОТИС, 1997. – 103 с.
9. Быков, В.Л. Цитология и общая гистология / В.Л. Быков. – Москва : Сотис, 2002. – С. 286–291.
10. Гажонова, В.Е. Оптимизация лучевого алгоритма при патологии сухожилия надостной мышцы плечевого сустава / В.Е. Гажонова, М.В. Емелья-

ненко, М.П. Онищенко [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2017. – № 3. – С. 35–44.

11. Гончаров, Е.Н. Магнитно-резонансная томография в диагностике повреждений мягкотканых структур плечевого сустава / Е.Н. Гончаров, А.М. Акимкина, И.А. Знаменский [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7, Ч. 1. – С. 76–79.

12. Даниленко, О.А. Повреждения ротаторно-бицепитального комплекса при хронической посттравматической нестабильности плечевого сустава / О.А. Даниленко, Е.Р. Макаревич // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2018. – Т. 16, № 6. – С. 711–715.

13. Доколин, С.Ю. Что происходит с сухожильной и мышечной тканями вращающей манжеты плеча при полнослойном разрыве: данные МРТ, артроскопического и гистологического исследований / С.Ю. Доколин, В.И. Кузьмина, В.П. Румакин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2014. – № 3. – С. 93–103.

14. Доколин, С.Ю. Артроскопическое лечение пациентов с артропатией плечевого сустава при массивных повреждениях вращательной манжеты плеча / С.Ю. Доколин, В.И. Кузьмина, И.В. Марченко // Современные достижения травматологии и ортопедии: сб. научных работ. – Санкт-Петербург, 2018. – С. 303–308.

15. Доколин, С.Ю. 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 // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26, № 1. – С. 98–112.

16. Егиазарян, К.А. Травматология и ортопедия / К.А. Егиазарян, А.П. Ратьев, И.В. Сиротин [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 576 с.

17. Емельяненко, М.В. Валидация русскоязычной шкалы-опросника уровня боли в плечевом суставе для выявления пациентов с субакромиальным импиджмент-синдромом / М.В. Емельяненко, Ф.Л. Лазко, В.Е. Гажонова //

Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24, № 2. – С. 80–94.

18. Загородний, Н.В. Оценка ранних результатов реверсивного эндопротезирования при артропатии плечевого сустава на фоне повреждения вращательной манжеты / Н.В. Загородний, А.В. Николаев, О.С. Алексеева [и др.] // Вестник последипломного медицинского образования. – 2015. – № 1. – С. 36–40.

19. Ильин, Д.О. Кросс-культурная адаптация и валидация стандартизированной шкалы American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) / Д.О. Ильин, О.В. Макарьева, М.Н. Макарьев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26, № 1. – С. 116-126.

20. Имаметдинова, Г.Р. Алгоритм клинического исследования суставов верхних конечностей (плечевой сустав) / Г.Р. Имаметдинова // РМЖ. – 2016. № 2. – С. 59–64.

21. Кирилова, И.А. Различные виды костно-пластических материалов для восстановления костной структуры / И.А. Кирилова, В.Т. Подорожная, И.П. Ардашев [и др.] // Политравма. – 2008. – № 4. – С. 60–64.

22. Кирилова, И.А. Сравнительная характеристика материалов для костной пластики : состав и свойства / И.А. Кирилова, М.А. Садовой, В.Т. Подорожная // Хирургия позвоночника – 2012. – № 3. – С. 72–83.

23. Кондырев, Н.М. Способ ранней диагностики повреждений вращающей манжеты плеча / Н.М. Кондырев, С.С. Копенкин, А.В. Скороглядов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2015. – № 4. – С. 68–76.

24. Королёв, А.В. Артроскопическая диагностика в лечении заболеваний и повреждений суставов / А.В. Королёв, Ф.Л. Лазко, Н.В. Загородний [и др.] // Москва : РУДН, 2008. – 95 с.

25. Крюков, Е.В. Опыт клинического применения тканеинженерных конструкций в лечении протяженных дефектов костной ткани / Е.В. Крюков, Л.К. Брижань, В.В. Хоминец [и др.] // Гений ортопедии. – 2019. – Т. 25, № 1. – С. 49–57.

26. Кубашев, А.А. Опыт артроскопического лечения массивного повреждения вращательной манжеты плеча у пожилых пациентов / А.А.Кубашев, Ф.Л. Лазко, Е.А. Беляк [и др.] // Сборник научных трудов, посвящённый 25-летию кафедры травматологии и ортопедии РУДН. – Москва, 2017. – С. 301–305.

27. Кузнецов, С.Л. Гистология, цитология и эмбриология / С.Л. Кузнецов, Н.Н. Мушкамбаров. – Москва : Медицинское информационное агентство. 2007. – 633 с.

28. Кузьмина, В.И. Артроскопическое лечение больных с полнослойными разрывами вращательной манжеты плечевого сустава / Кузьмина Владислава Игоревна : дис. ... канд. мед. наук. – Санкт-Петербург, 2015. – 186 с.

29. Картонова, Л.В. Основы материаловедения: учеб. пособие / Л.В. Картонова, В.А. Кечин ; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир, 2014. – 179 с.

30. Кутя, С.А. Функциональная анатомия плечевого сустава в норме и при повреждении вращательной манжеты / С.А. Кутя, А.В. Ткач // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2019. – № 3 (9). – С. 61–67.

31. Лазко, М.Ф. Лечение больших, массивных невосстанавливаемых повреждений вращательной манжеты плечевого сустава / М.Ф. Лазко, А.П. Призов, Ф.Л. Лазко [и др.] // Клиническая практика. – 2019. – Т. 10, № 4. – С. 74–80.

32. Лазко, М.Ф. Опыт применения субакромиального баллона в лечении пациентов с большими, массивными невосстанавливаемыми повреждениями вращательной манжеты плеча / М.Ф. Лазко, А.П. Призов, Ф.Л. Лазко [и др.] // Клиническая практика. – 2020. – Т. 11, № 4. – С. 14–22.

33. Липина, М.М. Адаптация основных опросников, применяемых для оценки состояния и функции плечевого сустава при боли в суставе различной этиологии / М.М. Липина, А.В. Лычагин, С.В. Архипов [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2018. – № 4. – С. 44–50.

34. Логвинов, А.Н. Рентгенологические характеристики акромиального отростка лопатки как прогностический фактор формирования неполнослойных

разрывов вращательной манжеты / А.Н. Логвинов, Д.О. Ильин, П.М. Каданцев [и др.] // Гений ортопедии. – 2019. – Т. 25, № 1. – С. 71–78.

35. Логвинов, А.Н. Особенности диагностики частичных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава / А.Н. Логвинов, Д.О. Ильин, П.М. Каданцев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2019. – Т. 25, № 2. – С. 143–149.

36. Логвинов, А.Н. Лечение неполнослойных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава : дис. ... канд. мед. наук / Логвинов Алексей Николаевич. – Москва, 2020. – 165 с.

37. Логвинов, А.Н. Межэкспертная согласованность результатов МРТ диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава / А.Н. Логвинов, О.В. Макарьева, Д.О. Ильин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26, № 4. – С. 102–111.

38. Ломтатидзе, Е.Ш. Опыт чрескостного артроскопического восстановления вращательной манжеты плечевого сустава / Е.Ш. Ломтатидзе, А.А. Кубашев, Е.А. Беляк [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2014. – № 2. – С. 83–85.

39. Маланин, Д.А. Применение PRP-терапии при тендинопатиях вращательной манжеты и длинной головки двуглавой мышцы плеча / Д.А. Маланин, А.И. Норкин, А.С. Трегубов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2019. – Т. 25, № 3. – С. 57–66.

40. Маланин, Д.А. Лечение хронических заболеваний плечелопаточной области / Д.А. Маланин, М.Х. Альримави // Избранные лекции ученых ВолГМУ с аспектом доказательной медицины. – Волгоград, 2008. – С. 107–112.

41. Маланин, Д.А. Клинический случай применения аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы при частичном повреждении сухожилия надостной мышцы плеча / Д.А. Маланин, А.С. Трегубов, Л.Л. Черезов // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2017. – № 4. – С. 51–55.

42. Миронов, С.П. Атлас артроскопической хирургии плечевого сустава / С.П. Миронов, С.В. Архипов. – Москва : ЛЕСАРпт, 2002. – С. 27–63.

43. Мусабеков, И.К. Нейрохирургические имплантаты, применяемые для реконструкции твердой мозговой оболочки / И.К. Мусабеков, А.Ж. Доскалиев, М.К. Сатов [и др.] // Нейрохирургия и неврология Казахстана. – 2020. – № 1 (58). – С. 46–54.

44. Нестеренко, В.А. Данные клинического и инструментального обследования больных с хронической болью в области плечевого сустава / В.А. Нестеренко, А.Е. Каратеев, М.А. Макаров [и др.] // Научно-практическая ревматология. – 2020. – № 2 (58). – С. 178–182.

45. Плешков, А.С. К вопросу об истории применения донорской кожи для лечения ран / А.С. Плешков // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2016. – № 2. – С. 34–46.

46. Перова, Н.В. Опыт клинического применения тканеинженерных конструкций в лечении протяженных дефектов костной ткани / Н.В. Перова, М.И. Бабич // Гений ортопедии. – 2019. – № 1 (25). – С. 49–57.

47. Плешков, А.С. Хирургическое лечение пострадавших от ожогов (обзор литературы) / А.С. Плешков, С.Г. Шаповалов, А.В. Панов // Комбустиология. – 2015. – №. 54. – URL: <http://combustiolog.ru/journal/hirurgicheskoe-lechenie-postradavshih-ot-ozhogov-obzor-literatury-2/>

48. Пономаренко, Н.С. Артроскопически-ассоциированная транспозиция широчайшей мышцы спины при лечении пациентов с массивными разрывами вращательной манжеты плеча (клинический случай) / Н.С. Пономаренко, В.В.Монастырёв, И.А. Куклин [и др.] // Acta Biomed. Sci. – 2020. – № 6 (5). – С. 194–198.

49. Прудников, Е.Е. Хирургическое лечение «невосстановимых» разрывов вращающей манжеты плеча / Е.Е. Прудников, Д.О. Прудников, О.Е. Прудников // Политравма. – 2007. – № 4. – С. 19–26.

50. Рыков, Ю.А. Сравнительная оценка морфологической эволюции сухожильных и костных аллотрансплантатов, заготовленных разными способами / Ю.А. Рыков // Травматология и ортопедия России. – 2010. – № 1. – С. 172–174.

51. Савельев В.И., Губин А.В. Жидкая среда для низкотемпературной консервации биологических трансплантатов: Патент РФ №2235462 от 10.09.2004.
52. Саховский, Е.С. Пластика твердой мозговой оболочки биорезорбируемыми материалами в эксперименте / Е.С. Саховский, И.А. Шабаров, И.А. Королёв // FORCIPЕ. – 2020. – № 3 (Приложение). – С. 2019–2020.
53. Скороглядов, А.В. Лечение повреждений вращательной манжеты плеча / А.В. Скороглядов, Э.А. Аскерко // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2011. – № 4. – С. 21–25.
54. Страфун, С.С. Хирургическое лечение полных разрывов ротаторной манжеты плеча / С.С. Страфун, А.В. Долгополов, Р.А. Сергиенко // Ортопедия, травматология, протезирование. – 2009. – № 2. – С. 41–48.
55. Филимонова, А.М. Прямая магнитно-резонансная артрография в диагностике повреждений вращательной манжеты плеча / А.М. Филимонова, Е.Н. Гончаров, И.А. Знаменский [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14534>
56. Хасаншин, М.М. Лечение пациентов с передней посттравматической нестабильностью плечевого сустава с применением артроскопических технологий : дис. ... канд. мед. наук / Хасаншин Мансур Минасхатович. – Москва, 2014. – 154 с.
57. Хоминец, В.В. Сравнение ближайших и среднесрочных результатов лечения пациентов с частичными повреждениями сухожилий вращающей манжеты плеча различной глубины и локализации / В.В. Хоминец, Р.В. Гладков // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2019. – № 3. – С. 27–34.
58. Целищева, Е.Ю. Применение препаратов аутологичной плазмы крови в лечении адгезивного капсулита плечевого сустава / Е.Ю. Целищева, А.В. Лычагин, Р.Х. Явдиева [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2021. – № 2. – С. 5–11.
59. Шулепов, Д.А. Выбор оптимального сухожильного аллотрансплантата для артроскопической пластики задней крестообразной связки коленного сустава /



Д.А. Шулепов, М.Р. Салихов, И.А. Кузнецов [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2018. – № 1 (65). – С. 34–39.

60. Мулдашев, Э.Р. Регенеративная хирургия век с использованием биоматериалов «Аллоплант» как технология здравоохранения / Э.Р. Мулдашев, В. Галимова, А.Б. Нураева // Практическая медицина. – 2016. – № 6. – С. 93–98.

61. Abechain, J.J.K. Functional outcomes of traumatic and non-traumatic rotator cuff tears after arthroscopic repair / J.J.K. Abechain, G. Godinho, F.T. Matsunaga [et al.] // World J. Orthop. – 2017. – Vol. 8, N 8. – P. 631–637.

62. Aurora, A. Mechanical characterization and biocompatibility of a novel reinforced fascia patch for rotator cuff repair / A. Aurora, M. Mesiha, C.D. Tan [et al.] // J. Biomed. Mater. Res. A. – 2011. – Vol. 99, N 2. – P. 221–230.

63. Adams, P.R. The Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction / P.R. Adams, P.J. Denard, P.P. Brady [et al.] // Am. J. Orthop. (Belle Mead, N.J.) – 2016. – Vol. 45, N 5. – P. 320–324.

64. Adrian, S.P. Biceps Transposition for Biological Superior Capsular Reconstruction / S.P. Adrian, L.D. Field // Arthrosc. Techn. – 2020. – Vol. 9, N 6. – P. 841–846.

65. Al-Ani, Z. An OrthoRadiological review of superior capsular reconstruction in the shoulder / Z. Al-Ani, P. Monga, M. Walton [et al.] // Skelet. Radiol. 2021. N 2 Vol. 50. – P. 267–280.

66. Alidousti, A. Repair of Massive and Irreparable Rotator Cuff Tear Using Arthroscopic Method / A. Alidousti, Z. Zafarani, N. Mirzaei [et al.] // J. Lasers Med. Sci. 2018. – Vol. 9, N 3. – P. 168–176.

67. Ambrosio, M.M.D. Superior capsular reconstruction – Where we are now ? / M.M.D. Ambrosio, D.S. Klein, J.J. Feldman // Musculoskelet. Care. – 2021. – Vol. 19, N 3. – P. 375–379.

68. Andary, J.L. The vascular anatomy of the glenohumeral capsule and ligaments: an anatomic study / J.L. Andary, S.A. Petersen // J. Bone Joint Surg. Am. – 2002. – Vol. 84, N 12. – P. 2258–2265.

69. Barber, F.A. Biomechanical Testing of Commercially Available Soft-Tissue

Augmentation Materials / F.A. Barber, J. Aziz-Jacobo // *Arthroscopy*. – 2009. – Vol. 25, N 11. – P. 1233–1239.

70. Barber, F.A. Biomechanical testing of commercially available soft-tissue augmentation materials / F.A. Barber, J. Aziz-Jacobo // *Arthroscopy*. – 2009. – Vol. 25, N 11. – P. 1233–1239.

71. Bargoin, K. Influence of fixation point of latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tear on glenohumeral external rotation : A cadaver study / K. Bargoin, M. Boissard, J. Kany [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2017. – Vol. 102, N 8. – P. 971–975.

72. Barth, J. Superior Capsular Reconstruction With the Long Head of the Biceps Autograft Prevents Infrapinatus Retear in Massive Posterosuperior Retracted Rotator Cuff Tears / J. Barth, M.I. Swan, J. Barthelem [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2020. – Vol. 48, N 6. – P. 1430–1438.

73. Bedi, A. Massive tears of the rotator cuff / A. Bedi, J. Dines, R.F. Warren [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2010. – Vol. 92, N 9. – P. 1894–1908.

74. Bernstein, J.M. MRI of superior capsular reconstruction / J.M. Bernstein, J.R. Shah, H.A. Emerson [et al.] // *Radiographics*. – 2020. – Vol. 40, N 2. – P. 454–467.

75. Berthold, D.P. Comparison of Different Fixation Techniques of the Long Head of the Biceps Tendon in Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Posterosuperior Rotator Cuff Tears: A Dynamic Biomechanical Evaluation / D.P. Berthold, D.P. Muench, L.N. Dyrna [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2021. Vol. 49, N 2. – P. 305–313.

76. Bhatia, S. Two-Year Outcomes After Arthroscopic Rotator Cuff Repair in Recreational Athletes Older Than 70 Years / S. Bhatia, J.A. Horan, M.P. Warth [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 43, N 7. – P. 1737–1742.

77. Brolin, T.J. Classifications in Brief: Hamada Classification of Massive Rotator Cuff Tears / T.J. Brolin, G.F. Updegrave, J.G. Horneff // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2017. – Vol. 475, N 11. – P. 2819–2823.

78. Burkhart, S.S. Reconciling the paradox of rotator cuff repair versus debridement: A unified biomechanical rationale for the treatment of rotator cuff tears /

S.S. Burkhart // *Arthroscopy*. – 1994. – Vol. 10, N 1. – P. 4–19.

79. Burkhart, S.S. Partial repair of irreparable rotator cuff tears / S.S. Burkhart, W.M. Nottage, D.J. Ogilvie-Harris [et al.] // *Arthroscopy*. – 1994. – Vol. 10, N 4. – P. 363–370.

80. Burkhart, S.S. Arthroscopic Repair of Massive Rotator Cuff Tears With Stage 3 and 4 Fatty Degeneration / S.S. Burkhart, J.R.H. Barth, D.P. Richards [et al.] // *Arthroscopy*. – 2007. – Vol. 23, N 4. – P. 347–354.

81. Burkhart, S.S. The rotator crescent and rotator cable: An anatomic description of the shoulder's "suspension bridge" / S.S. Burkhart, J.P. Esch, R.S. Jolson // *Arthroscopy*. – 1993. – Vol. 9, N 6. – P. 611–616.

82. Lee A. Clinical and Functional Outcomes by Graft Type in Superior Capsular Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis / A. Lee, A.S. Farooqi, D. Novikov [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2021 Oct 11:3635465211040440. doi: 10.1177/03635465211040440

83. Cagle, P.J. Superior Capsule Reconstruction for Irreparable / P.J. Cagle // *Arthroscopy*. – 2019. – Vol. 35, N 8. – P. 2525-2534.e1.

84. Campbell, A.L. MRI of superior capsular reconstruction graft and associated short-term clinical outcomes in patients with massive irreparable rotator cuff tears / A.L. Campbell, A.L. Baron, S.L. Pham [et al.] // *Clin. Imag.* – 2021. – Vol. 70. – P. 74–80.

85. de Campos Azevedo, C.I. Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction With a Minimally Invasive Harvested Fascia Lata Autograft Produces Good Clinical Results / C.I. de Campos Azevedo, A.C.L.P.G. Ângelo, S. Vinga // *Orthop. J. Sports Med.* – 2018. – Vol. 6, N 11. – 2325967118808242. doi: 10.1177/2325967118808242.

86. Capella-Monsonís, H. Decellularized xenografts in regenerative medicine: From processing to clinical application / H. Capella-Monsonís, D.I. Zeugolis // *Xenotransplantation*. – 2021. – Vol. 28, N 4. – P. e12683.

87. Catapano, M. Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction for Massive, Irreparable Rotator Cuff Tears: A Systematic Review of Modern Literature / M.Catapano, M. Sa, E. Darren [et al.] // *Arthroscopy*. – 2019. – Vol. 35, N 4. – P.

1243–1253.

88. Chae, J. Instability in Reverse Total Shoulder Arthroplasty / J. Chae, M. Siljander, J.M. Wiater // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* – 2018. – Vol. 26, N 17. – P. 587–596.

89. Chahla, J. Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction with Dermal Allograft for the Treatment of a Massive Irreparable Rotator Cuff Tear / J. Chahla, J. Cancienne, A. Beletsky [et al.] // *JBJS Essent. Surg. Tech.* – 2020. – Vol. 10, N 3. – P. e19.00012.

90. Chevalier, Y. Biodegradable spacer reduces the subacromial pressure: a biomechanical cadaver study / Y. Chevalier, M.F. Thorwächter, P. Chechik [et al.] // *Clin. Biomech.* – 2018. – Vol. 52. – P. 41–48.

91. Clark, J. The relationship of the glenohumeral joint capsule to the rotator cuff / J. Clark, J.A. Sidles, F.A. Matsen // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1990. – N 254. – P. 29–34.

92. Collin, P. Relationship between massive chronic rotator cuff tear pattern and loss of active shoulder range of motion / P. Collin, N. Matsumura, A. Lädermann [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2014. – Vol. 23, N 8 – P. 1195–1202.

93. Fandridis, E. Superior Capsular Reconstruction With Double Bundle of Long Head Biceps Tendon Autograft: The “Box” Technique / E. Fandridis, F.D. Zampeli // *Arthrosc. Tech.* – 2020. – Vol. 9, N 11. – P. 1747–1757.

94. Delloye, P. Bone allografts: What they can offer and what they cannot / P. Delloye, O. Cornu, V. Druez [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2007. – Vol. 89, N 5. – P. 574–579.

95. Denard, P.J. Functional Outcome After Arthroscopic Repair of Massive Rotator Cuff Tears in Individuals With Pseudoparalysis / P.J. Denard, A. Lädermann, A.Z. Jiwani [et al.] // *Arthroscopy.* – 2012. – Vol. 28, N 9 – P. 1214–1219.

96. Denard, P.J. Prevention and management of stiffness after arthroscopic rotator cuff repair: systematic review and implications for rotator cuff healing / P.J. Denard, A. Lädermann, S.S. Burkhart // *Arthroscopy.* – 2011. – Vol. 27, N 6. – P. 842–848.

97. Denard, P.J. Pseudoparalysis: The importance of rotator cable integrity / P.J. Denard, A. Lädermann, P.P. Brady [et al.] // *Orthopedics*. – 2012. – Vol. 35, N 9. – P. e1353–1357.

98. Denard, P.J. Pseudoparalysis from a Massive Rotator Cuff Tear Is Reliably Reversed with an Arthroscopic Rotator Cuff Repair in Patients Without Preoperative Glenohumeral Arthritis / P.J. Denard, A. Lädermann, S.S. Koo [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 43, N 10. – P. 2373–2378.

99. Denard, P.J. Preliminary Results of Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction with Dermal Allograft / P.J. Denard, P.P. Brady, P.R. Adams [et al.] // *Arthroscopy*. – 2018. – Vol. 34, N 1. – P. 93–99.

100. Denard, P.J. Biceps Box Configuration for Superior Capsule Reconstruction of the Glenohumeral Joint Decreases Superior Translation but Not to Native Levels in a Biomechanical Study / P.J. Denard, S. Chae, P. Chalmers [et al.] // *Arthrosc. Sports Med. Rehab.* – 2021. – Vol. 3, N 2. – P. 343–350.

101. Denard, P.J. A load-sharing rip-stop fixation construct for arthroscopic rotator cuff repair / P.J. Denard, S.S. Burkhart // *Arthrosc. Tech.* – 2012. – Vol. 1, N 1. – P. 37–42.

102. Denard, P.J. We Need Both / P.J. Denard, S.S. Burkhart // *Arthroscopy*. 2016. – Vol. 32, N 12. – P. 2628–2637.

103. DeOrto, J.K. Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair / J.K. DeOrto, R.H. Cofield // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1984. – Vol. 66, N 4. – P. 563–567.

104. Desmeules, F. Determinants and predictors of absenteeism and return-to-work in workers with shoulder disorders / F. Desmeules, P. Braën, M. Lamontagne [et al.] // *Work*. – 2016. – Vol. 55, N 1. – P. 101–113.

105. Desmoineaux, P. Failed rotator cuff repair / P. Desmoineaux // *Orthop. Traumatol. Surg Res.* – 2019. – Vol. 105, N 1S. – P. S63–S73.

106. Duchman, K.R. Graft use in the treatment of large and massive rotator cuff tears: an overview of techniques and modes of failure with MRI correlation / K.R.

Duchman, D.T. Mickelson, B.A. Little [et al.] // Skeletal. Radiol. – 2019. – Vol. 48, N 1. – P. 47–55.

107. Duchman, K.R. Total shoulder arthroplasty: is less time in the hospital better? / K.R. Duchman, P.A. Anthony, R.W. Westermann [et al.] // Iowa Orthop. J. – 2017. – Vol. 37. – P. 109.

108. Duchman, K.R. The incidence of glenohumeral bone and cartilage lesions at the time of anterior shoulder stabilization surgery: a comparison of patients undergoing primary and revision surgery / K.R. Duchman, C.M. Hettrich, N.A. Glass [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2018. – Vol. 46, N 10. – P. 2449-2456.

109. El-Shaar, R. Superior Capsular Reconstruction With a Long Head of the Biceps Tendon Autograft: A Cadaveric Study / R. El-Shaar, S. Soin, G. Nicandri [et al.] // Orthop. J. Sports Med. – 2018. – Vol. 6, N 7. – 2325967118785365.

110. Ellman, M.S. Clinical reasoning and the new «non-» nosology / M.S. Ellman, A.R. Feinstein // J. Clin. Epidemiol. – 1993. – Vol. 46, N 6. – P. 577–579.

111. Elser, F. Anatomy, function, injuries, and treatment of the long head of the biceps brachii tendon / F. Elser, S. Braun, P. Dewing [et al.] // Arthroscopy. – 2011. – Vol. 27, N 4. – P. 581–592.

112. Emerson, P.P. Magnetic resonance imaging of the failed superior capsular reconstruction / P.P. Emerson, G.P. Balazs, S.P. Lee [et al.] // Clin. Imag. – 2020. – Vol. 60, N 2. – P. 172–176.

113. Ernstbrunner, L. Scapular Morphologic Characteristics and Rotator Cuff Tear Pattern Are Independently Associated With Chronic Pseudoparalysis: A Matched-Pair Analysis of Patients With Massive Rotator Cuff Tears / L. Ernstbrunner, R. El Nashar, S. Bouaicha [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2020. – Vol. 48, N 9. – P. 2137–2143.

114. Ernstbrunner, L. Chronic Pseudoparalysis Needs to Be Distinguished From Pseudoparesis: A Structural and Biomechanical Analysis / L. Ernstbrunner, R. El Nashar, P. Favre [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2021. – Vol. 49, N 2. – P. 291–297.

115. Ernstbrunner, L. Reverse total shoulder arthroplasty for massive, irreparable rotator cuff tears before the age of 60 years: long-term results / L. Ernstbrunner, A.

Suter, S. Catanzaro [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 2017. – Vol. 99, N. 20. – P. 1721–1729.

116. Favre, P. An algorithm for estimation of shoulder muscle forces for clinical use / P. Favre, R. Sheikh, S.F. Fucentese [et al.] // *Clin. Biomech.* – 2005. – Vol. 20, N 8. – P. 822–833.

117. Flurin, P. Arthroscopic repair of the rotator cuff: Prospective study of tendon healing after 70 years of age in 145 patients / P. Flurin, P. Hardy, P. Abadie [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2017. – Vol. 99, N 8. – P. S379–S384.

118. Fuchs, B. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: Assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging / B. Fuchs, D. Weishaupt, M. Zanetti [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 1999. – Vol. 8, N 6. – P. 599–605.

119. Fukunishi, K. Clinical Results of Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction for Irreparable Rotator Cuff Tears / K. Fukunishi, M. Ohue, P. Tsujimura [et al.] // *Arthroscopy.* – 2013. – Vol. 29, N 3. – P. 459–470.

120. Gao, I. Superior Capsular Reconstruction: A Systematic Review of Surgical Techniques and Clinical Outcomes / I. Gao, K.R. Sochacki, M.P. Freehill [et al.] // *Arthroscopy.* – 2021. – Vol. 37, N 2. – P. 720–746.

121. Gartsman, G.M. Arthroscopic subacromial decompression. An anatomical study / G.M. Gartsman, M.E. Blair Jr., P.P. Noble [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 1988. – Vol. 16, N 1. – P. 48–50.

122. Garving, P. Impingement Syndrome of the Shoulder / P. Garving, S.Jakob, I. Bauer [et al.] // *Dtsch. Arztebl. Int.* – 2017. – Vol. 114, N 45. – P. 765–776.

123. Genuario, J.W. The cost-effectiveness of single-row compared with double-row arthroscopic rotator cuff repair / J.W. Genuario, R.P. Donegan, D. Hamman [et al.] // *J. Bone Joint Surgery. Am.* – 2012. – Vol. 94, N 15. – P. 1369–1377.

124. Gerber, C. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable tears of the rotator cuff / C. Gerber // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1992. – N 275– P. 152–160.

125. Gerber, C. Correlation of atrophy and fatty infiltration on strength and integrity of rotator cuff repairs: A study in thirteen patients / C. Gerber, A.G.

Schneeberger, H. Hoppeler [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2007. – Vol. 16, N 6. – P. 691–696.

126. Gerber, C. Latissimus dorsi tendon transfer for treatment of irreparable posterosuperior rotator cuff tears: long-term results at a minimum follow-up of ten years / C. Gerber, S.A. Rahm, S. Catanzaro [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2013. – Vol. 95, N 21 – P. 1920–1926.

127. Gerber, C. The results of repair of massive tears of the rotator cuff / C. Gerber, B. Fuchs, J. Hodler // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2000. – Vol. 82, N 4. – P. 505–515.

128. Gerber, C. Tendon transfers for the treatment of irreparable rotator cuff defects / C. Gerber, O. Hersche // *Orthop. Clin. North Am.* – 1997. – Vol. 28, N 2. – P. 195-203.

129. Gerber, C. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears / C. Gerber, G. Maquieira, N. Espinosa // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2006. – Vol. 88, N 1. – P. 113–120.

130. Gladstone, J.N. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome / J.N. Gladstone, J.Y. Bishop, K.Y. Lo [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2007. – Vol. 35, N 5. – P. 719–728.

131. Golding, F.P. The shoulder – the forgotten joint / F.P. Golding // *Br. J. Radiol.* – 1962. – Vol. 35. – P. 149–158.

132. Goutallier, D. Fatty Muscle Degeneration in Cuff Ruptures / D. Goutallier, J. Postel, J. Bernageau [et al.] // *Clin Orthop Relat Res.* – 1994. – N 304. – P. 78–83.

133. Goutallier, D. Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears / D. Goutallier, J. Postel, P. Gleyze [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2003. – Vol. 12, N 6. – P. 550–554.

134. Goutallier, D. Fatty infiltration of disrupted rotator cuff muscles / D. Goutallier, J. Postel, J. Bernageau [et al.] // *Rev. Rhum.* – 1995. – Vol. 62, N 6. – P. 415–422.



135. Grimberg, J. Arthroscopic-assisted latissimus dorsi tendon transfer for irreparable posterosuperior cuff tears / J. Grimberg, J. Kany, P. Valenti [et al.] // *Arthroscopy*. – 2015. – Vol. 31, N 4. – P. 599–607.e1.

136. Grimberg, J. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable posterosuperior cuff tears: current concepts, indications, and recent advances / J. Grimberg, J. Kany // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2014. – Vol. 7, N 1. – P. 22–32.

137. Ha'eri, G.B. Ruptures of the rotator cuff / G.B. Ha'eri // *Can. Med. Assoc. J.* – 1980. – Vol. 123, N 7. – P. 620–626.

138. Habermeyer, P. Classifications and Scores of the Shoulder / P. Habermeyer, P. Magosch, S. Lichtenberg. – Springer Science & Business Media, 2006.

139. Hackett, E.S. Evaluation of porcine hydrated dermis augmented repair in a fascial defect model / E.S.Hackett, D. Harilal, C. Bowley [et al.] // *J. Biomed. Mater. Res. Part B: Appl. Biomater.* – 2011. – Vol. 96, N 1. – P. 134–138.

140. Hamada, K. Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. A long-term observation / K. Hamada, H. Fukuda, M. Mikasa [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1990. – N 254. – P. 92–96.

141. Hamada, K. A radiographic classification of massive rotator cuff tear arthritis / K. Hamada, K. Yamanaka, Y. Uchiyama [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2011. – Vol. 469, N 9. – P. 2452–2460.

142. Hartzler, R.U. Successful Revision Arthroscopic Rotator Cuff Repair Is Possible in the Setting of Prior Deep Infection / R.U. Hartzler, A.J. Sheean, S.S. Burkhart // *Arthroscopy*. – 2020. – Vol. 2, N 3. – P. e185–e192.

143. Hirahara, A.M. Arthroscopic Superior Capsular Reconstruction for Treatment of Massive Irreparable Rotator Cuff Tears / A.M. Hirahara, C.R. Adams // *Arthrosc. Tech.* – 2015. – Vol. 4, N 6. – P. e637–641.

144. Hollman, F. Non-inferiority and cost-effectiveness trial of isolated biceps tenotomy versus tenotomy with rotator cuff repair in patients with stage 2-3 Goutallier fatty degenerative cuff lesions (TenCuRe study): protocol of a multicentre randomised controlled trial / F. Hollman, N. Wolterbeek, G. Auw Yang // *BMJ Open*. – 2020. – Vol. 10, N 1. – P. e032936.

145. Ishihara, Y. Role of the superior shoulder capsule in passive stability of the glenohumeral joint / Y. Ishihara, T.Mihata, M. Tamboli [et al.] // J. Shoulder Elbow Surg. – 2014. – Vol. 23, N 5. – P. 642–648.

146. Itoi, F. Capsular Properties of the Shoulder / F. Itoi, J.J. Grabowski, B.F. Morrey [et al.] // Tohoku J. Exp. Med. – 1993. – Vol. 171, N 3. – P. 203–210.

147. Judge, A. Temporal trends and geographical variation in the use of subacromial decompression and rotator cuff repair of the shoulder in England / A. Judge, R.J. Murphy, R. Maxwell [et al.] // Bone Joint J. – 2014. – Vol. 96-B, N 1. – P. 70–74.

148. Juhan, T. Irreparable rotator cuff tears: Current treatment options / T. Juhan, M. Stone, O. Jalali [et al.] // Orthop. Rev.– 2019. – Vol. 11, N 3. – P. 8146.

149. Kadow, T.R. Latissimus Dorsi Tendon Transfer and Superior Capsular Reconstruction for Irreparable, Posterosuperior Rotator Cuff Tears / T.R. Kadow, S.J. Meredith, D. Garcia [et al.] // Arch. Bone Joint Surg. – 2021. – Vol. 9, N 1. – P. 44–49.

150. Kanatlı, U. Arthroscopic-Assisted Latissimus Dorsi Tendon Transfer for Massive, Irreparable Rotator Cuff Tears: Technique and Short-Term Follow-Up of Patients With Pseudoparalysis / U. Kanatlı, M. Özer, M.B. Ataoğlu [et al.] // Arthroscopy. – 2017. – Vol. 33, N 5. – P. 929–937.

151. Kang, J.R. Treatment of Massive Irreparable Rotator Cuff Tears: A Cost-effectiveness Analysis / J.R. Kang, A.T. Sin, E.V. Cheung // Orthopedics. – 2017. – Vol. 40, N 1. – P. e65–e76.

152. Kappe, T. Reliability of radiologic classification for cuff tear arthropathy / T. Kappe, B. Cakir, H. Reichel [et al.] // J. Shoulder Elbow Surg. – 2011. – Vol. 20, N 4. – P. 543–547.

153. Karjalainen, T.V. Surgery for rotator cuff tears / T.V. Karjalainen, N.B. Jain, J. Heikkinen [et al.] // Cochrane Database Syst. Rev. – 2019. – Vol. 12, N 12. – P. CD013502.

154. Keener, J.D. A prospective evaluation of survivorship of asymptomatic degenerative rotator cuff tears / J.D. Keener, L.M. Galatz, S.A. Teefey [et al.] // J. Bone Joint Surgery. Am. – 2015. – Vol. 97, N 2. – P. 89–98.

155. Kim, D.M. Comparison Between Autografts and Allografts in Superior Capsular Reconstruction: A Systematic Review of Outcomes / D.M. Kim, D. Park, I. Jeon [et al.] // Orthop. J. Sports Med. – 2020. – Vol. 8, N 3. – P. 2325967120904937.

156. Kirkley, A. The development and evaluation of a disease-specific quality-of-life questionnaire for disorders of the rotator cuff: The Western Ontario Rotator Cuff Index / A. Kirkley, C. Alvarez, S. Griffin // Clin. J. Sport Med. – 2003. – Vol. 13, N 2. – P. 84–92.

157. Kitridis, D. Superior Capsular Reconstruction of the Shoulder Using the Long Head of the Biceps Tendon: A Systematic Review of Surgical Techniques and Clinical Outcomes / D. Kitridis, C. Yiannakopoulos, C. Sinopidis [et al.] // Medicina (Kaunas). – 2021. – Vol. 57, N 3. – P. 229.

158. Kooistra, B.W. Shoulder arthroplasty volume standards: the more the better? / B.W. Kooistra, M. Flipsen, M.P.J. Bekerom [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2019. – Vol. 139, N 1. – P. 15–23.

159. Kovacevic, D. Management of irreparable massive rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis of patient-reported outcomes, reoperation rates, and treatment response / D. Kovacevic, R.J. Suriani, B.M. Grawe [et al.] // J. Shoulder Elbow Surg. – 2020. – Vol. 29, N 12. – P. 2459–2475.

160. Kuzel, B.R. Fatty infiltration and rotator cuff atrophy / B.R. Kuzel, S. Grindel, R. Papandrea [et al.] // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2013. – Vol. 21, N 10. – P. 613–623.

161. Lacheta, L. Superior Capsule Reconstruction With a 3 mm-Thick Dermal Allograft Partially Restores Glenohumeral Stability in Massive Posterosuperior Rotator Cuff Deficiency: A Dynamic Robotic Shoulder Model / L. Lacheta, A. Brady, S.I. Rosenberg [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2021. – Vol. 49, N 8. – P. 2056–2063

162. Lafosse, L. Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears / L. Lafosse, B. Jost, Y. Reiland [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2007. – Vol. 89, N 6. – P. 1184–1193.

163. Laskovski, J.R. Simplified Technique for Superior Capsular Reconstruction Using an Acellular Dermal Allograft / J.R. Laskovski, J.A. Boyd, E.E. Peterson [et al.] // *Arthrosc. Tech.* – 2018. – Vol. 7, N 11. – P. e1089–e1095.

164. Lavin, A.C. Rehabilitation Protocols for Superior Capsular Reconstruction Are Variable: A Systematic Review / A.C. Lavin, K.L. Mansour, D.N. Greif [et al.] // *Arthrosc. Sports Med. Rehab.* – 2021. – Vol. 3, N 3. – P. e919–e926.

165. Lee, S.-J. Can inadequate acromiohumeral distance improvement and poor posterior remnant tissue be the predictive factors of re-tear? Preliminary outcomes of arthroscopic superior capsular reconstruction / S.-J. Lee, Y.-K. Min // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2018. – Vol. 26, N 7. – P. 2205–2213.

166. Lenza, M. Magnetic resonance imaging, magnetic resonance arthrography and ultrasonography for assessing rotator cuff tears in people with shoulder pain for whom surgery is being considered / M. Lenza, R. Buchbinder, Y. Takwoingi [et al.] // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2013 Sep 24. –2013(9):CD009020. doi: 10.1002/14651858.

167. Levine, W.N. The pathophysiology of shoulder instability / W.N. Levine, E.L. Flatow // *Am. J. Sports Med.* – 2000. Vol. 28, N 6. – P. 910–917.

168. Lim, S. Graft tears after arthroscopic superior capsule reconstruction (Vol. ASCR): pattern of failure and its correlation with clinical outcome / S. Lim, H. AlRamadhan, J.-M. Kwak [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2019. – Vol. 139, N 2. – P. 231–239.

169. Lo, I.K. Arthroscopic repair of massive, contracted, immobile rotator cuff tears using single and double interval slides: technique and preliminary results / I.K. Lo, S.S. Burkhart // *Arthroscopy.* – 2004. – Vol. 20, N 1. – P. 22–33.

170. Loew, M. A symptom-based classification for shoulders with massive rotator cuff defects / M. Loew, P. Raiss // *Int. Orthop.* – 2010. – Vol. 34, N 1. – P. 63–69.

171. Longo, U.G. Conservative versus surgical management for patients with rotator cuff tears: a systematic review and META-analysis / U.G. Longo, L. Risi Ambrogioni, V. Candela [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2021. Vol. 22, N 1. – P. 50.

172. Mall, N.A. Symptomatic progression of asymptomatic rotator cuff tears: a prospective study of clinical and sonographic variables / N.A. Mall, H.M. Kim, J.D. Keener [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2010. – Vol. 92, N 16. – P. 2623–2633.

173. May, T. Rotator Cuff Injury [Updated 2021 Jul 26] / T. May, G.M. Garmel // StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547664/>

174. Melis, B. Natural history of fatty infiltration and atrophy of the supraspinatus muscle in rotator cuff tears / B. Melis, M.J. DeFranco, C. Chuinard [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2010. – Vol. 468, N 6. – P. 1498–1505.

175. Melis, B. Muscle fatty infiltration in rotator cuff tears: Descriptive analysis of 1688 cases / B. Melis, C. Nemoz, G. Walch // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2009. – Vol. 95, N 5. – P. 319–324.

176. Mihata, T. Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears / T. Mihata, T.Q. Lee, C. Watanabe [et al.] // *Arthroscopy.* – 2013. – Vol. 29, N 3. – P. 459–470.

177. Mihata, T. A biomechanical cadaveric study comparing superior capsule reconstruction using fascia lata allograft with human dermal allograft for irreparable rotator cuff tear / T. Mihata, Ch.N.H. Bui, M. Akeda [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2017. – Vol. 26, N 12. – P. 2158–2166.

178. Mihata, T. Return to Sports and Physical Work After Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction Among Patients With Irreparable Rotator Cuff Tears / T. Mihata, Lee T.Q., Fukunishi K. [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2018. – Vol. 46, N 5. – P. 1077–1083.

179. Milgrom, C. Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender / C. Milgrom, M. Schaffler, S. Gilbert [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1995. – Vol. 77, N 2. – P. 296–298.

180. Moosmayer, S. The natural history of asymptomatic rotator cuff tears: a three-year follow-up of fifty cases / S. Moosmayer, H.-J. Smith, R. Tariq [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2013. – Vol. 95, N 14. – P. 1249–1255.

181. Narvani, A.A. Degenerative rotator cuff tear, repair or not repair? A review of current evidence / A.A.Narvani, M.A. Imam, A. Godenèche [et al.] // *Ann. Roy. Coll. Surg Eng.* – 2020. – Vol. 102, N 4. – P. 248–255.

182. Nasser, B.A. Tissue engineering in the 21st century / B.A. Nasser, J.P. Vacanti // *Surg. Technol. Int.* – 2002. – Vol. 10. – P. 25–37.

183. Neer, C.S. Cuff-tear arthropathy / C.S. Neer, E.V. Craig, H. Fukuda // *J. Bone Joint Surgery. Am.* – 1983. – Vol. 65, N 9. – P. 1232–1244.

184. Neri, B.R. Management of massive and irreparable rotator cuff tears / B.R. Neri, K.W. Chan, Y.W. Kwon // *J. Shoulder Elbow Surgery.* – 2009. – Vol. 18, N 5. – P. 808–818.

185. Neviasser, R.J. Regarding “High Clinical Failure Rate After Latissimus Dorsi Transfer for Revision Massive Rotator Cuff Tears” Author Reply to “Regarding ‘ High Clinical Failure Following Latissimus Dorsi Transfer for Revision Massive Rotator Cuff Tears” / R.J. Neviasser // *Arthroscopy.* – 2020. – Vol. 36, N 9. – P. 2350.

186. Nicholson, J.A. Cost-effectiveness and satisfaction following arthroscopic rotator cuff repair: does age matter? / J.A. Nicholson, H.K.C. Searle, D. MacDonald [et al.] // *Bone Joint J.* – 2019. – Vol. 101-B, N 7. – P. 860–866.

187. Nimura, A. The superior capsule of the shoulder joint complements the insertion of the rotator cuff / A. Nimura, A. Kato, K. Yamaguchi // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2012. – Vol. 21, N 7. – P. 867–872.

188. Nové-Josserand, L. Glenoid exposure in total shoulder arthroplasty / L. Nové-Josserand, P. Clavert // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2018. – Vol. 104, N 1S. – P. S129–S135.

189. Oh, J.H. Treatment Strategy for Irreparable Rotator Cuff Tears / J.H. Oh, M.S. Park, S.M. Rhee // *Clin. Orthop. Surg.* – 2018. – Vol. 10, N 2. – P. 119–134.

190. Osti, L. Arthroscopic superior capsular reconstruction versus latissimus dorsi transfer for irreparable rotator cuff lesions : a systematic review / L. Osti, L. Milani, E. Gerace [et al.] // *Br. Med. Bull.* – 2020. – Vol. 134, N 1. – P. 85–96.

191. Papadonikolakis, A. Failure of the glenoid component in anatomic total shoulder arthroplasty: a systematic review of the English-language literature between 2006 and 2012 / A. Papadonikolakis, M.B. Neradilek, F.A.Matsen 3rd // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2013. – Vol. 95, N 24. – P. 2205–2212.

192. Patte, D. Classification of rotator cuff lesions / D. Patte // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1990. – N 254. – P. 81–86.

193. Pennington, W.T. 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 / W.T.Pennington, B.A. Bartz, J.M. Pauli [et al.] // *Arthroscopy.* – 2018. – Vol. 34, N 6. – P. 1764–1773.

194. Plachel, F. Biological allograft healing after superior capsule reconstruction / F. Plachel, F. Klatt-Schulz, M. Minkus [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2018. – Vol. 27, N 12. – P. e387–e392.

195. Pouliart, N. Variations in the superior capsuloligamentous complex and description of a new ligament / N. Pouliart, K. Somers, S. Eid [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2007. – Vol. 16, N 6. – P. 821–836.

196. Ramirez, M.A. Catastrophic Failure of Reverse Shoulder Arthroplasty from a Broken Screw: A Case Report / M.A. Ramirez, Lu Y., A. Schaver // *JBJS Case Connect.* – 2020. – Vol. 10, N 3. – P. e19.00504.

197. Rybin, A.V. Experimental and Morphological Aspects of Failed Tendon Auto- and Allografts After Acl Reconstruction in Early Postoperative Period / A.V. Rybin, I.A. Kuznetsov, V.P. Rumakin [et al.] // *Traumatol. Orthop. Rus.* – 2016. – Vol. 22, N 4. – P. 60–75.

198. Sambandam, S.N. Rotator cuff tears: An evidence based approach / S.N. Sambandam, V. Khanna, A. Gul [et al.] // *World J.Orthop.* – 2015. – Vol. 6, N 11. – P. 902–918.

199. Samim, M. Postoperative MRI of Massive Rotator Cuff Tears / M. Samim, P. Walsh, S. Gyftopoulos [et al.] // *AJR. Am. J. Roentgenol.* – 2018. – Vol. 211, N 1. – P. 146–154.

200. Sarmiento, M. Long head of biceps: from anatomy to treatment / M. Sarmiento // *Acta Reumatol. Port.* – 2015. – Vol. 40, N 1. – P. 26–33.

201. Scheiderer, B. Biomechanical Effect of Superior Capsule Reconstruction Using a 3-mm and 6-mm Thick Acellular Dermal Allograft in a Dynamic Shoulder Model / B. Scheiderer, C. Kia, E. Obopilwe [et al.] // *Arthroscopy.* 2020. – Vol. 36, N 2. – P. 355–364.

202. Sekaran, P. Failure and Clinical Correlation / P. Sekaran, D. Scorpie, J.D. Werthel [et al.] // *Arthroscopy.* – 2018. – Vol. 34, N 4. – P. 1139–1150.

203. Sellers, T.R. Massive Rotator Cuff Tear: When to Consider Reverse Shoulder Arthroplasty / T.R. Sellers, A. Abdelfattah, M.A. Frankle // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2018. – Vol. 11, N 1. – P. 131–140.

204. Shah, S.S. Superior Capsule Reconstruction Using a Single 6 mm thickness Acellular Dermal Allograft for Massive Rotator Cuff Tears: A Biomechanical Cadaveric Comparison to Fascia Lata Allograft / S.S. Shah, A. Kontaxis, A. Jahandar [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2021. – Vol. 30, N 9. – P. 2166–2176.

205. Smith, J.G. The classic: Pathological appearances of seven cases of injury of the shoulder-joint: with remarks. 1834 / J.G. Smith // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2010. – Vol. 468, N 6. – P. 1471–1475.

206. Smith, T.J. Superior Capsular Reconstruction Provides Sufficient Biomechanical Outcomes for Massive, Irreparable Rotator Cuff Tears: A Systematic Review / T.J. Smith, A.K. Gowd, J. Kunkel [et al.] // *Arthroscopy.* – 2021. – Vol. 37, N 1. – P. 402–410.

207. Steinbeck, J. The anatomy of the glenohumeral ligamentous complex and its contribution to anterior shoulder stability / J. Steinbeck, U. Liljenqvist, J. Jerosch // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 1998. – Vol. 7, N 2. – P. 122–126.

208. Steuri, R. Effectiveness of conservative interventions including exercise, manual therapy and medical management in adults with shoulder impingement: a



systematic review and meta-analysis of RCTs / R. Steuri, M. Sattelmayer, S. Elsig [et al.] // *Br. J. Sports Med.* – 2017. – Vol. 51, N 18. – P. 1340–1347.

209. Takayama, K. Clinical outcomes and temporal changes in the range of motion following superior capsular reconstruction for irreparable rotator cuff tears: Comparison based on the Hamada classification, with or without shoulder pseudoparalysis, and status of the subscapularis / K. Takayama, S. Yamada, Y. Kobori // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2021. – Vol. 30, N 11. – P. e659–e675.

210. Tashjian, R.Z. Epidemiology, natural history, and indications for treatment of rotator cuff tears / R.Z. Tashjian // *Clin. Sports Med.* – 2012. – Vol. 31, N 4. – P. 589–604.

211. Tempelhof, S. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders / S. Tempelhof, S. Rupp, R. Seil // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 1999. – Vol. 8, N 4. – P. 296–299.

212. Terry, G.C. Functional anatomy of the shoulder / G.C. Terry, T.M. Chopp // *J. Athlet. Train.* – 2000. – Vol. 35, N 3. – P. 248.

213. Toussaint, B. New endoscopic classification for subscapularis lesions / B. Toussaint, J. Barth, C. Charoussat [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2012. – Vol. 98, N 8 Suppl. – P. S186–192.

214. Trumble, T. Core knowledge in orthopaedics: hand, elbow, and shoulder / T. Trumble, R. Cornwall, J. Budoff. – Philadelphia : Mosby. 2006.

215. Tsai, P.-C. Constructing human skin equivalents on porcine acellular peritoneum extracellular matrix for in vitro irritation testing / P.-C. Tsai, Z. Zhang, C. Florek [et al.] // *Tissue Eng. Part A.* – 2016. – Vol. 22, N 1-2. – P. 111–122.

216. Vidt, M.E. Assessments of fatty infiltration and muscle atrophy from a single magnetic resonance image slice are not predictive of 3-dimensional measurements / M.E. Vidt, A.C. Santago, C.J. Tuohy [et al.] // *Arthroscopy.* – 2016. – Vol. 32, N 1. – P. 128–139.

217. Vidt, M.E. The effects of a rotator cuff tear on activities of daily living in older adults: a kinematic analysis / M.E. Vidt, A.C. Santago II, A.P. Marsh [et al.] // *J. Biomech.* – 2016. – P. 49, N 4. – P. 611–617.

218. Walch, G. Periarthritis of the shoulder. Symptomology and classification / G. Walch // *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* – 1988. – Vol. 74, N 4. – P. 279–281.

219. Walker S.W. Isokinetic strength of the shoulder after repair of a torn rotator cuff / S.W. Walker, W.H. Couch, G.A. Boester, D.W.Sprowl // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1987. – Vol. 69, N 7. – P. 1041–1044.

220. Warner, J.J. Management of massive irreparable rotator cuff tears: the role of tendon transfer / J.J. Warner // *Instr. Course Lect.* – 2001. – Vol. 50. – P. 63–71.

221. Werner, C.M.L. Intermethod agreement and interobserver correlation of radiologic acromiohumeral distance measurements / C.M.L. Werner, S.J. Conrad, D.C. Meyer [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2008. – Vol. 17, N 2. – P. 237–240.

222. Wicha, M. Total shoulder arthroplasty, an overview, indications and prosthetic options / M. Wicha, A. Tomczyk-Warunek, J. Jarecki [et al.] // *Wiad. Lek.* – 2020. – Vol. 73, N 9, Part 1. – P. 1870–1873.

223. Wieser, K. Surgical Management of Massive Irreparable Cuff Tears: Latissimus Dorsi Transfer for Posterosuperior Tears / K. Wieser, L. Ernstbrunner, M.A. Zumstein // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2020. – Vol. 13, N 5. – P. 605–611.

224. Windt, D.A. Shoulder disorders in general practice: incidence, patient characteristics, and management / D.A. Windt, B.W. Koes, B.A. Jong [et al.] // *Ann. Rheum. Dis.* – 1995. – Vol. 54, N 12. – P. 959–964.

225. Wright, M.A. Biomechanical comparison of zoned-conformity glenoid versus standard glenoid in total shoulder arthroplasty: impact on rotator cuff strain and glenohumeral translation / M.A. Wright, P. Abbasi, A.M. Murthi // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2021. – Vol. 30, N 7S. – P. S109–S115.

226. Wright, M.A. Subacromial Balloon Spacer Implantation / M.A. Wright, J.A. Abboud, A.M. Murthi // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2020. – Vol. 13, N 5. – P. 584–591.

227. Yamaguchi, K. The demographic and morphological features of rotator cuff disease. A comparison of asymptomatic and symptomatic shoulders / K. Yamaguchi,

K. Middleton, W.D. Hildebolt [et al.]// J. Bone Joint Surg. Am. – 2006. – Vol. 88, N 8. – P. 1699–1704.

228. Yamamoto, A. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population / A. Yamamoto, K. Takagishi, T. Osawa [et al.] // J. Shoulder Elbow Surg. – 2010. – Vol. 19, N 1. – P. 116–120.

229. Yoo, J.C. Rotator cuff integrity after arthroscopic repair for large tears with less-than-optimal footprint coverage / J.C. Yoo, K.S. Lim, J.H. Ahn [et al.] // Arthroscopy. – 2009. – Vol. 25, N 10. – P. 1093–1100.

230. Zan, R.A.A. Glenoid failure after total shoulder arthroplasty with cemented all-polyethylene versus metal-backed implants: a systematic review protocol / R.A.A. Zan, R.F. Lazarini, F.T. Matsunaga [et al.] // BMJ Open. – 2020. – Vol.10, N 12. – P. e043449.

231. Zerr, J. Case study: failure of superior capsular reconstruction using dermal allograft / J. Zerr, J.D. McDermott, N.M. Beckmann [et al.] // Skeletal. Radiol. – 2017. – Vol. 46, N 11. – P. 1585–1589.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение №1

**Шкала оценки плечевого сустава Университета Калифорнии  
Лос – Анджелес (The University of California - Los Angeles (UCLA)  
Shoulder Scale)**

ФИО врача \_\_\_\_\_

ФИО и возраст пациента \_\_\_\_\_

Дата заполнения \_\_\_\_\_

Контактный телефон \_\_\_\_\_

На протяжении последних 4 недель

1.	Боль	1	Постоянная невыносимая; частое обезболивание сильными анальгетиками
		2	Постоянная, но терпимая; прием анальгетиков при необходимости
		4	Присутствует при легкой степени активности; эпизодически прием салицилатов
		6	При тяжелом или определенном виде активности; частый прием салицилатов
		8	Периодическая или слабая
		10	Боли нет
2.	Функция	1	Рука не используется
		2	Возможны только минимальные движения
		4	Возможна мелкая работа по дому или большинство манипуляций в повседневной жизни
		6	Большая часть домашней работы, покупки, вождение – возможны; способны расчесываться, одеваться/раздеваться, включая застегивание бюстгалтера
		8	Только незначительные ограничения; способны выполнять действия при положении руки выше уровня плеч
		10	Нормальный уровень повседневной активности
3.	Активное переднее сгибание	5	150
		4	120-150
		3	90-120
		2	45-90
		1	30-45
		0	<30

## Продолжение шкалы оценки плечевого сустава UCLA

4.	Сила переднего сгибания	5	Нормально
		4	Хорошо
		3	Удовлетворительно
		2	Плохо
		1	Мышечная концентрация
		0	Ничего
5.	Удовлетворенность пациента	5	Удовлетворен и лучше
		0	Не удовлетворен и хуже
Общий балл опросника:			

Интерпретация:

>27 Хорошо/Отлично

<27 Удовлетворительно/Плохо

Максимальное значение – 35 баллов

Отличный и хороший результат – отражают удовлетворительный результат

Неудовлетворительный и плохой – неудовлетворительный

**Шкала Константа (Constant Shoulder Score)**

ФИО врача \_\_\_\_\_

ФИО и возраст пациента \_\_\_\_\_

Дата заполнения \_\_\_\_\_

Контактный телефон \_\_\_\_\_

В течение 4 предыдущих недель

Боль	Очень сильная	0
	Сильная	5
	Умеренная	10
	Нет боли	15
Уровень активности (выберите подходящий ответ)	Здоровый сон	да (2) нет (0)
	Полноценный отдых/спорт	да (4) нет (0)
	Полноценное выполнение обязанностей на работе	да (4) нет (0)
Уровень, до которого вы можете поднять руку на стороне пораженного сустава	До уровня поясницы	2
	До уровня мечевидного отростка	4
	До уровня шеи	6
	До уровня макушки	8
	Выше уровня головы	10
Сила отведения (0,5 кг)	0	0
	0,5-1,5	2
	2-3	5
	3,5-4,5	8
	5-6	11
	6,5-7,5	14
	7,5-9	17
	9,5-10,5	20
	11-12	23
>12	25	
<b>Объем движений</b>		
Сгибание	0°- 30 °	10
	31°-60°	8
	61°-90°	6
	91°-120°	4
	121°-150°	2
	151°-180°	0

## Продолжение шкалы оценки плечевого сустава Константа

Отведение	0°-30°	0
	31°-60°	2
	61°-90°	4
	91°-120°	6
	121°-150°	8
	151°-180°	10
Наружная ротация	Рука над головой, локоть впереди	2
	Рука над головой, локоть сзади	4
	Рука на вершухе головы, локоть впереди	6
	Рука на вершухе головы, локоть сзади	8
	Полное поднятие руки	10
Внутренняя ротация	Боковая поверхность бедра	0
	Ягодица	2
	Пояснично-крестцовое сочленение	4
	Поясница (L3)	6
	12 позвонок (T12)	8
	Межлопаточная область (T7)	10
Итоговый балл:		

Интерпретация:

Максимальное значение 100 баллов.

Разница между здоровой и пораженной стороной:

>30 –плохо

21-30- удовлетворительно

11-20 – хорошо

<11 – отлично

**Приложение 3****Шкала ASES**

(American Shoulder and Elbow Surgeons standardized assessment form)

**I. Паспортная часть**

ФИО:

Возраст:

Дата заполнения:

Контактный телефон:

**2. Общая часть**

1. Обычная профессиональная деятельность:

2. Обычный уровень спортивной активности (активные виды отдыха):

3. Бывают ли у вас ночные боли в плечевом суставе? да/нет

4. Принимаете ли вы обезболивающие препараты, такие как парацетамол (ацетоминофен), диклофенак: да/нет

5. Принимаете ли Вы сильные обезболивающие препараты, такие как кодеин, трамадол или морфин? да/нет

6. Если да, то сколько таблеток в сутки (обычно)?

7. Интенсивность боли?

10 (самая сильная боль) 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 (отсутствие боли)

8. Трудно ли вам надевать пальто?

Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

9. Трудно ли вам спать на больной стороне?

Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

10. Трудно ли вам мыть спину самостоятельно / застегивать бюстгальтер?

Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

11. Трудно ли вам пользоваться туалетом?



Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

12. Трудно ли вам причесывать волосы?

Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

13. Трудно ли вам дотянуться до высокой полки?

Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

14. Трудно ли вам поднять груз весом 4,5 кг выше уровня плечевого сустава?

Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

15. Трудно ли вам бросать мяч из-за головы?

Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

16. Трудно ли вам выполнять обычную для вас работу?

Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

17. Трудно ли вам заниматься обычным для вас видом спорта (активным отдыхом)?

Невозможно/Очень трудно/Затруднительно/Не трудно

Общий балл по ASES:

Интерпретация:

максимальное значение — 100 баллов, минимальное — 0 баллов

> 80 баллов — отличный результат;

70–79 баллов — хороший результат;

50–69 — удовлетворительный результат;

< 50 баллов — неудовлетворительный.