

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

**ГИНИЯТОВ**

**Анвар Ринатович**

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ РАЗРЫВОВ СУХОЖИЛИЯ  
НАДОСТНОЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА**

3.1.8. Травматология и ортопедия

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

**Егиазарян Карен Альбертович**

доктор медицинских наук, профессор РАН

Москва – 2026

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ЛЕЧЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ СУХОЖИЛИЯ НАДОСТНОЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧА – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	13
1.1 Анатомо-функциональные особенности.....	13
1.2 Эпидемиология.....	15
1.3 Патофизиологические особенности.....	17
1.4 Диагностика и классификация.....	19
1.5 Лечение.....	25
1.6 Нейропатия надлопаточного нерва при повреждениях сухожилия надостной мышцы плеча.....	27
1.7 Резюме.....	30
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	32
2.1 Дизайн исследования.....	32
2.2 Общая характеристика пациентов.....	35
2.3 Методики обследования.....	42
2.4 Хирургическая техника.....	46
2.5 Статистическая обработка полученных данных.....	52
2.6 Резюме.....	53
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ БЕЗ РЕЛИЗА НАДЛОПАТОЧНОГО НЕРВА (РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ЭТАП).....	55
3.1 Средние разрывы (подгруппа Р-1).....	56
3.2 Большие разрывы (подгруппа Р-2).....	59

3.3 Сравнение результатов лечения пациентов ретроспективного этапа.....	63
3.4 Алгоритм выбора хирургической тактики.....	73
3.5 Резюме.....	75
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЛИЗОМ	
НАДЛОПАТОЧНОГО НЕРВА (ПРОСПЕКТИВНЫЙ ЭТАП).....	78
4.1 Операции без релиза надлопаточного нерва.....	78
4.2 Операции с релизом надлопаточного нерва.....	85
4.3 Резюме.....	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	107
ВЫВОДЫ.....	118
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	119
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	121
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	122

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Заболевания вращательной манжеты плеча (ВМП) – одна из самых распространённых патологий опорно-двигательного аппарата. Она занимает третье место после заболеваний позвоночника и коленного сустава [107]. Повреждение ВМП не только широко распространено, но и приводит к выраженной дисфункции вплоть до инвалидности. Это влечёт за собой значительные прямые и косвенные экономические издержки в развитых странах [150].

Частота разрывов ВМП варьирует от 5 до 39% и увеличивается с возрастом: среди лиц моложе 60 лет повреждения ВМП встречаются примерно у 6%, а старше 60 лет – более чем у 30% [5, 50, 90, 133]. Частичные разрывы ВМП встречаются чаще, чем полнослойные. Их распространённость составляет 65 и 35% соответственно. На доминирующей руке разрывы ВМП происходят намного чаще, только у 28% пациентов поражается недоминирующее плечо [137].

Примерно в 36% случаев разрывы ВМП могут быть двусторонними [33]. Однако не все разрывы ВМП проявляются в виде характерных симптомов, что влияет на частоту диагностики заболевания [137].

На сегодняшний день выделяют несколько факторов, способствующих разрыву ВМП. Это возраст старше 60 лет, сердечно-сосудистые заболевания, курение, гиповаскулярность сухожилий [24]. Эти факторы способствуют прогрессированию дегенеративных процессов, снижая прочность сухожилий. При этом значение каждого из упомянутых факторов изменяется с поправкой на возраст и пол.

Исследователи указывают, что разрывы ВМП приводят к жировой дегенерации, степень которой зависит от размеров разрыва и заинтересованности

надлопаточного нерва (НН). Также отмечают, что после восстановления ВМП прогрессирование жировой дегенерации замедляется.

L. Lafosse et al. пишут о том, массивные разрывы ВМП могут вызвать компрессию НН, приводящую к его нейропатии [111]. Ретракция повреждённой надостной мышцы и сухожилия может вызвать тракцию НН и последующее натяжение нерва в верхней вырезке лопатки. К компрессии НН могут predispose анатомические особенности его расположения [155]. J.G. Costourus et al. сообщили о ряде пациентов с восстановлением функции и проводимости НН после шва ВМП, предположительно за счёт уменьшения тракции [60].

### **Степень разработанности темы исследования**

До сих пор нет единого мнения относительно того, следует ли при шве сухожилия надостной мышцы плечевого сустава выполнять релиз НН в верхней вырезке лопатки. Исследователи обращают внимание на отсутствие однозначных рекомендаций в отношении как показаний к такой операции, так и способа ее выполнения [117, 122]. Ряд авторов утверждают, что дополнение классического шва сухожилия надостной мышцы релизом НН в верхней вырезке лопатки не имеет преимуществ и, следовательно, не может быть рекомендовано [117, 122, 154]. В то же время, Е.А. Беляк с соавт. (2022) в своём исследовании отмечают, что полученные результаты позволяют охарактеризовать методику эндоскопического релиза НН как малотравматичную и эффективную, создающую условия для восстановления функции НН и плечевого сустава, а также устранения болевого синдрома в области плеча [7]. Это мнение поддерживает и ряд иностранных коллег [68, 129], Операцию релиза НН применяют в мировой клинической практике, описано несколько способов ее выполнения. Один из них – релиз, выполняемый в

надлопаточной вырезке. Техника его выполнения варьирует у разных авторов. Общие недостатки применяемых способов релиза связаны с необходимостью формирования дополнительного артроскопического порта, применения выкусывателей и аблятора, что повышает риск повреждений надлопаточной артерии и эпиневрия надлопаточного нерва [7, 136]. Таким образом, остаются открытыми вопросы как о показаниях к релизу надлопаточного нерва на фоне разрывов ВМП, так и о эффективном и безопасном способе выполнения такой операции. Решение этих вопросов может способствовать улучшению результатов лечения пациентов с данной патологией, что обусловило актуальность выполнения нашего исследования.

### **Цель исследования**

Улучшить результаты лечения пациентов с разрывом сухожилия надостной мышцы плечевого сустава путём разработки хирургической методики, включающей релиз надлопаточного нерва.

### **Задачи исследования**

1. Провести анализ результатов лечения пациентов после применения традиционной хирургической тактики наложения артроскопических швов при разрывах сухожилия надостной мышцы плеча.
2. Обосновать целесообразность и определить показания к выполнению релиза надлопаточного нерва при разрывах сухожилия надостной мышцы плеча.
3. Разработать хирургическую технику релиза надлопаточного нерва в верхней вырезке лопатки.

4. Разработать алгоритм выбора лечебной тактики в отношении пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча и обосновать преимущества предложенной хирургической методики.

### **Научная новизна**

1. Впервые определена зависимость развития нейропатии надлопаточного нерва и жировой мышечной дегенерации от степени тяжести разрыва сухожилия надостной мышцы плеча.

2. Впервые для пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча доказана целесообразность выполнения релиза надлопаточного нерва и определены показания к такой операции.

3. Разработана и успешно применена в клинической практике оригинальная методика релиза надлопаточного нерва в верхней вырезке лопатки, защищенная Патентом РФ, а также основанная на этой методике модифицированная малоинвазивная хирургическая техника.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

1. Обоснование показаний к релизу надлопаточного нерва на фоне разрывов сухожилия надостной мышцы плеча позволяет расширить выполнение таких операций, предотвратить развитие или добиться регресса неврологической симптоматики и, как следствие, способствовать улучшению результатов хирургической реконструкции повреждений и восстановлению функции оперированного сустава.

2. Разработанный алгоритм выбора лечебной тактики, предусматривающий использование оригинальной методики релиза надлопаточного нерва в верхней вырезке лопатки при больших разрывах сухожилия надостной мышцы плеча, доказал свою эффективность и позволил улучшить результаты лечения пациентов.

### **Методология и методы исследования**

Исследование проведено в период с 2022 по 2025 гг. на базе Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова. В него были включены пациенты с повреждениями сухожилия надостной мышцы плечевого сустава.

На ретроспективном этапе были изучены результаты лечения 82 пациентов, которым выполнили восстановление поврежденной надостной мышцы с применением артроскопической техники. На основании этого анализа определены показания к дополнительному релизу надлопаточного нерва, который при первичной операции не был выполнен. Разработан и впоследствии модифицирован способ выполнения релиза надлопаточного нерва в верхней вырезке лопатки, защищенный Патентом РФ, а также определены показания к выполнению такого релиза у пациентов с повреждениями сухожилия надостной мышцы.

На следующем, проспективном, этапе были выполнены оперативные вмешательства у 121 пациента с повреждениями сухожилия надостной мышцы, которые были рандомно разделены на две группы – основную – «ПО» (n=65), в которой лечение проводили с выполнением релиза надлопаточного нерва, и группу сравнения «ПС» (n=56), где лечение проводили традиционным способом, не прибегая к релизу. Основная группа (ПО) была разделена на 2 подгруппы: в подгруппе ПО-1 релиз выполняли с использованием нашего оригинального

способа, защищенного Патентом РФ, а в подгруппе ПО-2 – по модифицированной малоинвазивной методике. Все операции проведены в одной операционной, одной бригадой хирургов.

Величину разрыва сухожилия надостной мышцы определяли по данным МРТ в соответствии с классификацией J.K. DeOrtio и R.H. Cofield [69], а степень жировой дегенерации – по классификации Goutallier [87]. Наличие и степень нейропатии до и после операции определяли клинически и с помощью электронейромиографии. Состояние пациентов до операции и результаты лечения оценивали с помощью шкал ВАШ (болевой синдром), а также DASH, ASES, Constant-Murley (CMS).

Обследование с фиксацией результатов проводили до операции, а также через 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства. Полученные показатели подвергли статистической обработке.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Разрывы сухожилия надостной мышцы плеча свыше 3 см сопровождаются повышенным риском развития нейропатии надлопаточного нерва вследствие его тракции или компрессии, в связи с чем при больших (по классификации DeOrtio J.K.& Cofield R.H.) разрывах возникает необходимость дополнить операцию реконструкции повреждений выполнением релиза надлопаточного нерва, так как некупированная нейропатия способствует прогрессированию жировой мышечной дегенерации и сохранению дисфункции плечевого сустава.

2. Разработанная оригинальная методика релиза надлопаточного нерва в верхней вырезке лопатки является безопасной и эффективной, имея доказанные преимущества перед традиционной хирургической техникой в отношении регресса неврологической симптоматики и улучшения функциональных результатов.

## Степень достоверности и апробация работы

Достоверность полученных результатов клинической части исследования определяется достаточным количеством исследуемых пациентов (203 наблюдения) в сравнимых группах ретроспективного и проспективного этапов исследования, адекватно определенными сроками и методиками наблюдения и контроля полученных результатов, а также примененными современными методами статистической обработки данных.

Основные положения диссертационного исследования были доложены на профильных крупных российских и международных конференциях:

- VIII Всероссийский конгресс с международным участием «Медицинская помощь при травмах. Новое в организации и технологиях. Фактор травмы в современном мире. Травматические эпидемии и борьба с ними», приуроченный к 100-летию со дня рождения член-корреспондента АМН СССР С.С. Ткаченко (Санкт-Петербург, 7-8 апреля 2023 года). Тема: «Возможности артроскопии при лечении невропатий на уровне плечевого сустава. Наш опыт»;
- VII Международная Школа Ассоциации «Артромастер» (г. Казань, 2023). Тема: «Артроскопические релизы нервов плечевого сплетения»;
- Евразийский ортопедический форум (июнь 2023). Тема: «Простые шаги в релизе надлопаточного нерва: tips and tricks»;
- IX Национальный конгресс с международным участием «Медицинская помощь при травмах: новое в организации и технологиях. Осложнения и неблагоприятные последствия травм. Инновационные подходы в организации медицинской помощи и лечении пострадавших» (Санкт-Петербург, 1-2 марта 2024). Тема: «Релиз надлопаточного нерва при шве вращательной манжеты: важный этап или бессознательная манипуляция»;

- VIII Международная Школа Ассоциации «Артромастер» (г. Казань, 2024). Тема: «Артроскопические релизы нервов плечевого сплетения».

### **Внедрение результатов работы в практику**

Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую деятельность 2-го травматолого-ортопедического отделения Клиники высоких медицинских технологий имени Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», а также ортопедического отделения Клиники «Медси».

Материалы диссертационного исследования внедрены в образовательный и научно-практический процесс ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России.

### **Личный вклад автора**

Автор на основании анализа литературных источников и собственного опыта определил цель и задачи исследования; совместно с научным руководителем были разработаны методология и дизайн. Автор лично участвовал в разработке защищенного Патентом РФ способа хирургического лечения нейропатии надлопаточного нерва в надлопаточной вырезке при артроскопическом шве сухожилия надостной мышцы, а также модификации этого способа и их внедрении в клиническую практику. Он провел отбор пациентов для участия в исследовании, участвовал в выполнении всех операций проспективного этапа, осуществлял наблюдение, этапное объективное обследование и анкетирование пациентов после

операции, сбор и систематизацию полученных результатов, их статистическую обработку. На основе полученных результатов автор подготовил и опубликовал научные статьи и доклады, оформил диссертационную работу, в которой сформулировал выводы и практические рекомендации.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 4 печатные работы в рецензируемых научных журналах, входящих в список рекомендованных ВАК РФ для научных публикаций диссертантов, получен 1 патент по теме диссертации.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 140 страницах машинописного текста, иллюстрирована 50 рисунками, содержит 9 таблиц; состоит из введения, обзора литературы, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, содержащего 155 источников, из них 45 отечественных и 110 иностранных.

# **ГЛАВА 1. ЛЕЧЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ СУХОЖИЛИЯ НАДОСТНОЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧА – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

## **1.1 Анатомо-функциональные особенности**

Особенности анатомии имеют важное значение как для понимания этиологии и динамики развития патологических процессов в исследуемом сегменте, так и при планировании и выполнении операций для обеспечения их эффективности и во избежание ятрогенных осложнений

### **Костные и мышечные структуры**

Плечевой сустав представляет собой шаровидный сустав с самым широким диапазоном движений среди всех суставов человеческого тела. Он обеспечивает движения в трех плоскостях: отведение, приведение, сгибание, разгибание, внутренняя и наружная ротация. Центральной костной структурой плечевого сустава является суставная впадина лопатки (гленоид), окруженная суставной губой, капсулой и связками. В этой зоне прикрепляются мышцы вращательной манжеты плеча, которые играют ключевую роль в обеспечении стабильности сустава: надостная, подостная, малая круглая и подлопаточная. Кроме того, в состав плечевого пояса входят большая и малая грудные мышцы, дельтовидная, трапециевидная и передняя зубчатая мышцы [39].

Надостная мышца начинается от надостной ямки лопатки, проходит под клювовидно-акромиальной дугой и прикрепляется к большому бугорку плечевой кости. Она отвечает за отведение плечевой кости до 30° и стабилизацию плечевого сустава. Подостная мышца берет начало от подостной ямки и прикрепляется к

большому бугорку ниже сухожилия надостной мышцы, обеспечивая наружную ротацию плечевой кости. Малая круглая мышца расположена ниже подостной, начинается у нижнелатерального края лопатки и прикрепляется к большому бугорку, выполняя наружную ротацию и отведение. Подлопаточная мышца начинается от подлопаточной ямки, прикрепляется к малому бугорку и передней капсуле плечевого сустава, осуществляя внутреннюю ротацию и отведение [11, 52, 62].

### **Кровоснабжение**

Артериальное кровоснабжение верхней конечности начинается из подключичной артерии, которая получает кровоснабжение от дуги аорты. К ветвям подключичной артерии относятся позвоночная артерия, внутренняя грудная артерия, щитошейный ствол и дорсальная лопаточная артерия. Подключичная артерия становится подмышечной артерией, когда достигает латерального края первого ребра. Подмышечная артерия состоит из трёх частей, каждая из которых имеет артериальные ветви, питающие мышцы плеча. Подлопаточная артерия, являясь отделом третьей части подмышечной артерии, отдаёт артерию, огибающую лопатку, и торакодорсальную артерию. Как правило, мышцы плеча кровоснабжаются по артериям, связанным с одноименными мышцами [93].

### **Лимфоотток**

Выносящие лимфатические сосуды берут начало от дистальной части верхней конечности. Подмышечные лимфатические узлы входят в состав выносящих лимфатических сосудов в области плеча и расположены проксимально. Глубокие лимфатические сосуды отводят лимфу от капсулы сустава, сухожилий и нервов. Лимфатические сосуды плеча и подмышечной области дренируются

подключичным лимфатическим стволом. Справа подключичный ствол впадает в правый лимфатический проток, слева – в грудной проток [64].

### **Иннервация**

Верхняя и нижняя ветви подлопаточного нерва иннервируют подлопаточную мышцу. Надлопаточный нерв иннервирует надостную и подостную мышцы. Подмышечный нерв иннервирует дельтовидную мышцу, а задняя его ветвь – малую круглую мышцу. Иннервация трапецевидной мышцы осуществляется спинномозговым добавочным нервом (XI черепным нервом) с некоторыми прямыми ветвями от шейного сплетения. Иннервация мышцы, поднимающей лопатку, осуществляется через С3-С5. Дорсальный лопаточный нерв иннервирует ромбовидные мышцы, а длинный грудной нерв – переднюю зубчатую мышцу. Большая грудная мышца получает иннервацию через медиальный и латеральный грудные нервы [130].

### **1.2 Эпидемиология**

Патология вращательной манжеты плеча (ВМП) относится к числу наиболее распространённых у пациентов ортопедо-травматологического профиля, являясь третьей по частоте (16%) среди поражений опорно-двигательной системы после позвоночника (23%) и коленного сустава (19%) [66, 80]. Повреждения ВМП не только широко распространены, но и существенно снижают качество жизни пациентов, в ряде случаев приводя к инвалидности. Распространенность данной патологии среди работающего населения приводит к высоким экономическим издержкам, особенно в промышленно развитых странах [18, 32, 53, 63].

Частота разрывов ВМП колеблется от 5 до 39% и увеличивается с возрастом (с 6% у молодых до 30% у лиц старше 60 лет), причем чаще всего встречаются частичные разрывы [19, 20, 121, 134, 137]. Чаще всего признаки разрывов ВМП отмечают на доминирующей руке (72%), однако нередко встречаются и двухсторонние поражения. В некоторых случаях клинические симптомы разрывов ВМП стерты, что затрудняет диагностику и влияет на частоту выявления этой патологии [131, 138]. Есть сообщения, что при обследовании внешне благополучных плечевых суставов, особенно у возрастных пациентов, выявляют повреждения ВМП (в основном частичные). Однако бессимптомные разрывы ВМП могут со временем прогрессировать и приводить к появлению клинических симптомов [101, 131, 148]. Нарастание боли и дисфункции может происходить в среднем в течение 2,8 лет и быть связано с прогрессированием частичного разрыва [48].

Предположения о связи между чрезмерной механической нагрузкой и разрывом ВМП не получили достаточного подтверждения. Одни авторы утверждают, что повреждения ВМП верифицируют у 29% лиц интенсивного физического труда против 16% у тех, чей труд не связан с физическими нагрузками. Но другие сообщения утверждают, что 70% пациентов с полными разрывами выполняют только лёгкую работу [21, 24].

Большинство авторов считают, что частота разрывов сухожилия надостной мышцы плеча увеличивается с возрастом – у 65% в исследуемой популяции пациентов старше 70 лет был обнаружен разрыв ВМП. Однако информация о связи между возрастом, полом и размером разрыва ВМП практически отсутствует, хотя Yamaguchi et al. по результатам проведённой ими ультразвуковой оценки заявили, что возраст не имеет тесной связи с размером разрыва [91, 96, 120].

Исследования также показывают, что возраст 60 лет является своеобразным порогом, после которого частота и тяжесть разрывов сухожилия надостной мышцы плеча (СНМП) существенно возрастает [5, 120]. O. Safran et al. на основе анализа

большой когорты пациентов, имевших как клинически манифестируемые, так и бессимптомные повреждения СНМП, показали, что вероятность формирования значительных разрывов у пожилых пациентов больше, чем у молодых [51].

Следует учитывать и другие факторы, влияющие на прогрессирование разрыва СНМП. Сердечно-сосудистые и другие общесоматические заболевания, курение, гиповаскулярность вызывают дегенерацию сухожилия, нарушая его прочность [51, 91, 127].

### **1.3 Патофизиологические особенности**

Патогенез разрыва СНМП является многофакторным. Аномалии сухожилий включают изменение структуры коллагеновых волокон, теноцитов и васкуляризации. При разрыве сухожилия наблюдается выраженная дегенерация коллагена и нарушение расположения коллагеновых волокон. По мере увеличения размера повреждения уменьшается популяция фибробластов, которые являются частью активного репаративного процесса. По мере увеличения размера разрыва также наблюдается прогрессирующее уменьшение количества кровеносных сосудов. Поэтому вопрос о том, может ли разрыв СНМП заживать спонтанно, является важным и до конца не решенным [70, 72, 116].

В процессе заживления сухожилий можно выделить три фазы [57]: - воспалительная, характеризующаяся гематомой, отложением фибрина, появлением воспалительных клеток, активизацией фибробластов, началом коллаген- и фибриллогенеза эластина; - пролиферативная, характеризующаяся ангиогенезом и пролиферацией фибробластов с коллагеновыми волокнами; - ремоделирование с гипоцеллюлярностью, нормальной васкуляризацией, пережатием сухожилий, продуцированием коллагена и эластических волокон.

Наиболее важными гистопатологическими признаками при разрыве сухожилий являются потеря структурной организации, плохой или отсутствующий неоангиогенез, хондральная метаплазия и фиброз. Все эти особенности снижают способность сухожильной ткани к заживлению, чем можно объяснить высокий риск «повторного разрыва» СНМП, что на самом деле является незавершенным случаем лечения первичного повреждения. Напротив, в отношении субакромиальной синовиальной сумки указанные неблагоприятные гистопатологические признаки не выражены, что обуславливает ее высокий репаративный потенциал [92, 103].

Реакция тканей ВМП на повреждение отличается в зависимости от сроков с момента травмы. При «свежих» поражениях отмечают воспалительную реакцию, фиброз сухожилий и некротические изменения. Со временем воспалительные процессы затухают, формируются гиперплазия и гипертрофия капсулы сустава. С возрастом пациентов неоангиогенез и воспалительные реакции в области поврежденных сухожилий становятся менее выраженными, а в бурсальной сумке, наоборот, более выраженными. Исходя из этого, можно предположить, что у молодых людей процесс восстановления может начинаться с сухожильной ткани, что дает больше возможностей для заживления, но с возрастом процесс восстановления, по-видимому, всё больше зависит от синовиальной ткани. Кроме того, при массивных повреждениях попытка восстановления начинается именно с ткани бурсальной сумки [103, 146].

Информации о процессе дегенерации сухожилий мало. Описаны характерные гистопатологические изменения при «спонтанных» разрывах (без явной травмы), свидетельствующие об очевидных дегенеративных изменениях – гипоксической дегенеративной тендинопатии, мукоидной дегенерации, тендолипоматозе, кальцифицирующей тендинопатии. При этом истончаются коллагеновые волокна с потерей структуры, появляется жировая инфильтрация, значительно возрастает доля коллагена II и III типов. Развивается так называемая «хондроплазия», при

которой сухожильная ткань замещается фиброзно-хрящевой. Прогрессирующая неспособность сухожилия выдерживать механические нагрузки является предиктором разрывов СНМП [56, 77, 89, 92, 103].

Роль сухожильных стволовых клеток еще предстоит определить, но ряд авторов указывает на их важную роль. Сухожильные стволовые клетки пролиферируют и вырабатывают коллаген в ответ на физические упражнения. Способность к самообновлению и дифференцировке стволовых клеток сухожилий снижается с возрастом, и это, вероятно, важно для объяснения возрастных характеристик этого контингента пациентов [57, 67, 97].

Таким образом, гистопатологические данные свидетельствуют о том, что изменения в типах и количестве коллагена и протеогликанов, дегенеративные модификации и хондрометаплазия приводят к слабости сухожилий и предрасполагают их к разрыву, а ткань синовиальной сумки может играть заметную роль в процессе заживления.

#### **1.4 Диагностика и классификация**

При повреждении сухожилия надостной мышцы плеча пациенты жалуются на боль и нарушение функции [18, 26, 49].

##### **Клиническая оценка состояния надостной мышцы**

F.W. Jobe и D.R. Moynes заметили, что функцию надостной мышцы можно оценить во время подъема руки, отведенной на 90°, антепонирующей на 20° и полностью повернутой внутрь. Тест является положительным, когда имеется дефицит силы, вторичный по отношению к разрыву сухожилия надостной мышцы,

или если он вызывает боль в результате субакромиального импинджмента. Однако интерпретация этих тестов является спорной [18, 49, 61, 86, 110].

Электронеуромиографические (ЭНМГ) исследования показали, что активность надостной мышцы одинакова независимо от того, находится ли конечность во внутренней или 45° внешней ротации, однако при наружной ротации тест вызывает меньшую боль. Itoi et al. обнаружили, что мышечная слабость является единственным параметром, который следует учитывать, поскольку, в отличие от боли, она не снижает специфичность теста. Кроме того, авторы отметили, что тест «Full can» и тест Jobe равнозначны с точки зрения точности. Учитывая, что тест «Full can» вызывает меньше боли, его следует предпочесть тесту Jobe [100, 102, 105] S. Gumina приводит данные, свидетельствующие о том, что тест Jobe обладает высокой чувствительностью и низкой специфичностью. Это означает, что, если тест проводится на группе как здоровых испытуемых, так и пациентов, он способен выявить все истинно положительные результаты. Тем не менее, он будет положительным даже у некоторых здоровых испытуемых [90].

Itoi et al. [99] считают, что тест Jobe имеет 77% чувствительности к силе, в то время как специфичность, положительная и отрицательная прогностическая ценность, и точность составляют 68%, 44%, 90% и 70% соответственно. Аналогичные значения для теста «Full can» составляют 77%, 74%, 49%, 91% и 75%.

Данные клинического и МРТ-исследования свидетельствуют о том, что специфичность тестов Jobe и «Full can» может быть выше, если исключить частичные разрывы [107].

Gillooly et al. [85] предпочитают проводить тест Jobe с отводом руки на 90° в фронтальной плоскости и внутренним вращением таким образом, чтобы при согнутом на 90° локте пальцы были направлены вниз, а большой палец – медиально. Этот тест, называемый латеральным тестом Jobe, является положительным, когда испытуемый, оказывая сопротивление силе, направленной вниз и приложенной к руке, чувствует слабость. По словам создателей, тесты «Lateral Jobe» и «Jobe»

имеют чувствительность 81% и 58% соответственно, при этом специфичность практически равна: 89% и 88%.

При поражении СНМП также может быть нарушена сила отведения. Для того чтобы оценить его, эксперт стоит позади пациента, одной рукой останавливает вращение лопатки, а другой оценивает силу движения между 45° и 90° отведения.

Е.М. Wolf и V. Agrawal [153] описали метод оценки разрыва СНМП с помощью трансдельтовидной пальпации (тест Рента). Экзаменатор стоит позади пациента. Одной рукой он держит локоть, согнутый под углом 90°, а указательным пальцем другой руки пальпирует субакромиальную область. Затем он вытягивает руку и выполняет внутренние и внешние вращательные движения. Если есть разрыв, указательный палец пальпирует большую бугристость и «пустую» область, соответствующую повреждению сухожилия на бугристости. Чувствительность положительных прогностических значений для этого теста составила 95%, в то время как специфичность и отрицательная прогностическая ценность составили 96%. Однако эти данные сомнительны, поскольку такой тест может быть выполнен только у худощавых пациентов с плохой репрезентацией дельтовидной мышцы.

## **Классификации**

Основное диагностическое значение МРТ при травмах плеча и верхних конечностей заключается в оценке поражений мягких тканей, а также повреждений суставов и внутрисуставных структур. Существует множество причин боли в плечевом суставе, и большинство из них связано с патологией СНМП или нестабильностью [9, 10, 12, 27, 28, 45, 78, 83].

Предоперационное обследование пациента с поражением СНМП должно учитывать оценку состояния как сухожилия, так и поврежденной мышцы, при этом шов сильно травмированного и дегенеративно измененного сухожилия влечет за

собой высокий риск рецидива разрывов в послеоперационном периоде. Для количественной оценки этой опасности было предложено несколько шкал.

Наиболее популярной является шкала Гуталье (Goutallier) [87, 145], которая основана на оценке степени жировой дегенерации компонентов СНМП. Жировая ткань имеет гораздо меньшую плотность по сравнению с мышцами или сухожилиями, что можно визуализировать и даже количественно оценить с помощью компьютерной или магнитно-резонансной томографии. Шкала Goutallier изначально была разработана для оценки результатов компьютерной томографии, но впоследствии ее частично модифицировали, адаптировав для использования при оценке результатов МРТ. Упрощенный вариант этой классификации предложен в работе Фукса (1999) (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Классификация жировой дегенерации мышц СНМП

<b>Goutallier</b>	<b>0 степень</b>	<b>1 степень</b>	<b>2 степень</b>	<b>3 степень</b>	<b>4 степень</b>
Характеристика	Норма	В мышцах жировые прослойки	Больше мышц, чем жира	Равное количество мышц и жира	Больше жира, чем мышц
Фукс	Норма		Умеренная дегенерация	Значительная дегенерация	

Общепризнано, что степень жировой дегенерации существенно влияет на успешность хирургического лечения. На начальных уровнях шкалы Goutallier мышца демонстрирует скудную жировую инфильтрацию, что позволяет рассчитывать на успешное хирургическое восстановление повреждения. При более высоких уровнях жировой дегенерации структура мышц нарушается с утратой в значительной степени прочности ткани [143].

Оценка степени жировой дегенерации может быть произведена отдельно на каждом компоненте СНМП. Полученный средний балл покажет интегральную

оценку состояния тканей исследуемой области, по которой можно определить риск рецидива разрыва после его хирургического восстановления.

Другие возможные оценки с помощью компьютерной томографии включают и мышечную атрофию. Классификация Thomazeau [73] оценивает степень атрофии мышц в сагиттальной плоскости на МРТ. Эту классификацию можно применить и при интерпретации результатов компьютерной томографии, хотя определение состояния ткани будет менее точным. Для описания повреждений ВМП предложено несколько артроскопических классификаций.

В 1990 году Элман [75] был первым, кто артроскопически классифицировал частичные повреждения ВМП на основе оценки глубины разрыва. Затем S.J. Snyder et al. [144] разработали более полную систему, описывающую как частичные, так и полные разрывы. Эта классификация получила широкое распространение.

В то же время, разрывы ВМП могут быть охарактеризованы по 6 существующим классификациям, которые не всегда коррелируют друг с другом и не во всех случаях могут однозначно дифференцировать частичные и полные разрывы. Тем не менее хирурги продолжают использовать несколько произвольные обозначения глубины разрыва в существующих классификациях для принятия клинических и хирургических решений из-за их простоты использования несмотря на отсутствие исчерпывающих биомеханических или клинических обоснований их точности [14, 71, 113].

Одну из таких классификаций, нашедших употребление в клинической практике, предложили J.K. DeOrio и R.H. Cofield [69]. В соответствии с этой классификацией размер повреждения измеряют на МРТ в переднезадней проекции. Разрывы менее 1 см считают малыми, от 1 до 3 см – средними, от 3 до 5 см – большими, свыше 5 см – массивными.

## **Анкетирование**

Несмотря на то, что анкетирование показывает только субъективные ощущения пациентов, результаты таких опросов позволяют оценивать исходы лечения и широко используются в клинической практике и научных исследованиях [118, 125, 151].

Шкала DASH (The Disability of Arm, Shoulder, and Hand) – это стандартизированный опросник, который оценивает симптомы и функциональное состояние у людей с различными нарушениями опорно-двигательного аппарата верхних конечностей. Анкета состоит из 3 разделов: «Симптомы», «Спорт и музыка» и «Работа». Первый раздел состоит из 30 пунктов и оценивает симптомы и функциональное состояние. Второй и третий разделы представляют собой факультативный модуль, включающий 4 пункта для «Спорта и музыки» и 4 пункта для «Работы», на вопросы которого отвечают только пациенты, относящиеся к специальному контингенту. DASH показал в нескольких тестах высокий коэффициент Кронбаха  $\alpha$  (0,97) [25, 47, 115, 141].

Быстрый DASH [79, 126] является сокращенной версией опросника DASH. Он состоит всего из 11 пунктов, посвященных симптомам и физическим функциям у людей с одним или более заболеваниями верхних конечностей, что делает этот опросник более простым в использовании. Быстрый DASH показал надежность, валидность и отзывчивость, аналогичные полному DASH.

Шкала ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons standardized assessment form) была разработана для применения к пациентам с заболеваниями плеча независимо от диагноза [16, 25, 47, 119]. Она состоит из разделов «боль», «нестабильность» и «повседневная активность». Максимальное количество баллов по данной шкале – 100, что свидетельствует об идеальной функции.

Шкала Constant – Murley (CMS) была представлена в 1987 году как инструмент для оценки общей функции плеча, независимо от диагноза. Она была одобрена и рекомендована исполнительным комитетом Европейского общества хирургии плеча и локтя и с тех пор широко используется. Шкала оценивает четыре

аспекта, связанных с патологией плеча: два субъективных – боль и повседневная активность, и два объективных – диапазон движений и сила [59, 115, 152].

## **1.5 Лечение**

### **Консервативное лечение**

При повреждении СНМП может быть применено множество различных консервативных методов лечения, включая обезболивающие и противовоспалительные препараты, модификацию активности, мануальную терапию, упражнения под руководством методиста, инъекции кортикостероидов [30, 32, 38, 54, 142].

Исследования показали, что симптоматическое и функциональное восстановление после частичного разрыва СНМП может быть достигнуто у многих пациентов без применения хирургического вмешательства. У возрастных пациентов операция нередко приводит к плохому исходу из-за недостаточной васкуляризации реконструируемых тканей, жировой дегенерации тканей, низкого потенциала заживления сухожилий и в связи с этим повышенного риска повторного разрыва. Частота рецидивов разрывов СНМП оказалась максимальной у пациентов в возрастном диапазоне от 60 до 70 лет [17, 29, 42, 55, 81, 104, 112].

### **Хирургическое лечение**

Хирургия плечевого сустава прошла долгий путь и сегодня является всеми признанной узкой клинической субспециальностью. Плечевой сустав – самый подвижный сустав организма, и проблемы с ним, вероятно, появились одновременно с самим человеком. Археологи обнаружили иероглифы в Египте,

которым более 300 лет, на которых изображено вправление плеча по методу «рычага» [106, 124].

Отдельной отраслью в современной хирургии плеча является хирургия ВМП. В мире выполняют тысячи подобных вмешательств ежегодно. Однако 100 лет назад общее количество опубликованных результатов восстановления дефектов ВМП во всем мире не достигало и десятка. Открытые вмешательства с чрескостной фиксацией считали золотым стандартом до рубежа XX-XXI вв. Но в наше время артроскопическая техника полностью доминирует, многие открытые хирургические техники из прошлого считаются неоправданно опасными, и восстановление разрывов выполняют артроскопически. Большинство специалистов согласно с тем, что при планировании и выполнении любого хирургического вмешательства, в том числе направленного на фиксацию или реконструкцию повреждений СНМП, абсолютный приоритет должен быть отдан минимально инвазивным техникам [1, 3, 11, 15, 19, 31]. В то же время, при массивных разрывах, которые некоторые авторы называют «невосстановимыми», требуются более обширные вмешательства, чем артроскопические наложение швов, включающее в том числе пластическое восстановление ВМП или даже эндопротезирование плечевого сустава [24, 33, 37, 43, 44, 74].

### **Исходы лечения**

В ранее опубликованных работах имеются сообщения об исходах артроскопического восстановления разрывов СНМП, когда в течение 5 лет после операции частота рецидивов варьировала от 5 до 12%. Из осложнений отмечены субакромиальный и субкоракондальный импинджмент, плечелопаточный бурсит, адгезивный капсулит [15, 22, 65, 95, 107, 132, 135]. В отношении массивных разрывов исследование удовлетворенности пациентов при 13-летнем наблюдении после операции показало, что до 80% пациентов не были удовлетворены

результатом [23, 114, 140, 147]. Однако в последнее время результаты (как непосредственные, так и долгосрочные) значительно улучшились. Общий уровень неудач во включённых в анализ исследованиях составил 39% и, хотя это всё ещё высокий показатель, он намного ниже, чем более ранние 79-80% [94]. Большая частота осложнений и рецидивов связана с тем, что в обзоры включали случаи восстановления хронических, тяжёлых или неустраняемых разрывов СНМП, а также пациентов с выраженной жировой дегенерацией (3-4 степени по классификации Goutallier) [88, 116, 143]. Известно, что ретракция и жировая дегенерация значительно повышают риск получения неблагоприятных исходов [48, 58, 149].

### **1.6 Нейропатия надлопаточного нерва при повреждениях сухожилия надостной мышцы плеча**

Надлопаточный нерв отходит от верхней боковой стороны верхнего ствола плечевого сплетения, дистально к точке Эрба. Он остаётся мобильным, когда проходит под трапециевидной мышцей, входя в надключичную выемку лопатки под верхней поперечной лопаточной связкой. Далее нерв, изгибаясь, проходит от горизонтального направления кверху под этой связкой и входит в надостную ямку. Угловая деформация нерва под верхней поперечной лопаточной связкой получила название «эффект подвешивающей повязки» и может объяснить травматические причины нейропатии. На всём своём протяжении нерв особенно подвержен повреждениям в тех областях, где его подвижность ограничена анатомическими условиями. Этиология таких повреждений может быть разной (переломы, вывихи, металлоконструкции, растяжение), но чаще всего в клинической практике нейропатия встречается в сочетании с паралабральными кистами и распространёнными или массивными разрывами СНМП. При входе в надостную ямку нерв проходит через вырезку лопатки медиальнее основания клювовидного

отростка и под верхней поперечной связкой лопатки. Хотя и были описаны многочисленные анатомические варианты, в типичном случае надлопаточные артерия и вена проходят над верхней поперечной связкой лопатки, а нерв – под ней. Ход нерва под верхней поперечной связкой лопатки ограничивает его подвижность и предрасполагает к тракционному повреждению в вырезке лопатки [2, 6, 13, 35, 36, 41, 82] (рисунок 1.1).

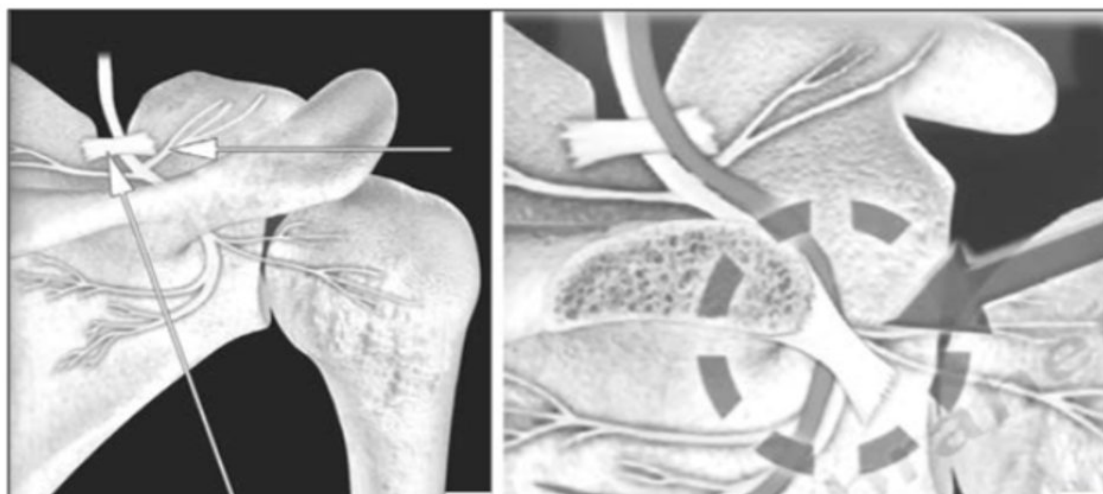


Рисунок 1.1 – Места возможной компрессии надлопаточного нерва (по Архипов С.В. с соавт., 2018 [2])

Патология надлопаточного нерва (НН) может привести к различным клиническим симптомам, в том числе к боли и слабости в плечевом суставе [58, 140]. Развитие нейропатии НН обусловлено тракцией или компрессией в верхней вырезке лопатки или в спиногленоидальной вырезке, к чему могут приводить, как показали исследования, большие и массивные разрывы СНМП. На массивные разрывы СНМП как на причину компрессии НН указывают, в частности, L. Lafosse et al. [111]. Ретракция оторванной надлопаточной мышцы и ее сухожилия может вызвать тракцию НН и последующее натяжение нерва в верхней вырезке лопатки, где он находится под поперечной связкой, однако нет единого мнения по поводу

необходимости рассечения поперечной связки лопатки, если после шва СНМП натяжение и тракция нерва удастся снизить или устранить. J.G. Costourus et al. сообщили о серии пациентов с восстановлением функции и проводимости НН после шва СНМП, предположительно за счёт уменьшения тракции [60].

При подозрении в ходе артроскопии на компрессию НН L. Lafosse et al. рекомендуют выполнять его релиз независимо от данных, полученных с помощью ЭНМГ [111]. Авторы считают, что нейропатия НН – динамическое состояние, не всегда выявляющееся на ЭНМГ. Кроме того, релиз НН является простой и безопасной процедурой с низким риском дополнительных осложнений для пациента. Степень мышечной атрофии, часто наблюдаемая после массивного разрыва СНМП, может быть объяснена повышенным напряжением нерва из-за мышечной ретракции. Авторы подчеркивают очевидную связь нейропатии НН с разрывами СНМП, однако вопрос целесообразности и эффективности декомпрессии НН в верхней вырезке лопатки в дополнение к выполнению артроскопического шва разорванной СНМП до сих пор является спорным. M.J. Albritton et al. [35, 46], J.P. Warner et al. [139] показали, что превышение пределов латерального смещения надостной мышцы (свыше 3 см) при восстановлении массивных разрывов СНМП может представлять серьёзную опасность для сосудисто-нервного пучка, а также быть причиной неспособности восстановить силу надостной и подостной мышц после операции, так как длительная компрессия нервов может влиять на гистологическую структуру энтезисов – мест крепления сухожилий мышц ВМП [37]. Предполагается, что ретракция надостной мышцы после массивного разрыва СНМП изменяет ход НН через верхнюю вырезку лопатки, потенциально создавая повышенное напряжение нерва и подвергая его риску повреждения. Медиальное положение надостной мышцы после массивного разрыва может быть связано с резкой ретракцией и/или хроническим истиранием манжеты. В таких случаях, когда манжета резко оттянута, большая степень

латеральной мобилизации во время восстановления манжеты может быть полезной для функции нерва и позволяет улучшить послеоперационную прочность.

При медиальной ретракции надостной мышцы возникает повышенное натяжение НН, что может вызвать его нейропатию и даже повреждение, что приводит в том числе к атрофии и жировой мышечной дегенерации [35, 143].

Операцию релиза НН в мировой практике выполняют достаточно широко, описано несколько способов. Однако все они не лишены недостатков и не являются универсальными для всех вариантов патологии ВМП. Распространенной является хирургическая техника, описанная Н.Г. Said et al. [136] и модифицированная Е.А. Беяк с соавт (2023) [8], предусматривающая невролиз надлопаточного нерва в области вырезки лопатки. Недостатками этих методик являются необходимость формирования дополнительного артроскопического доступа с диссекцией мягких тканей, а также использование для выполнения хирургических манипуляций баскетных кусачек и аблятора, что повышает риск повреждения не только эпинеурия надлопаточного нерва, но и проходящих в этой области сосудов [8]. Таким образом, на данный момент не разработана такая хирургическая техника релиза НН, которая полностью соответствовала бы требованиям воспроизводимости, эффективности и безопасности.

## 1.7 Резюме

По результатам обзора литературных источников можно сказать, что характер комплекса патологических изменений, развивающихся при разрывах сухожилия надостной мышцы плеча, особенно массивных, определяется ретракцией поврежденных структур, нейропатией НН и жировой мышечной дегенерацией. Нарушения иннервации и васкуляризации пораженной области тесно связаны с нейропатией НН и на гистохимическом уровне отражаются на качестве

регенераторных процессов, что создает риск несостоятельности наложенных швов при хирургическом восстановлении разрывов. Дополнение стандартной артроскопической операции релизом НН приводит к регрессу нейропатии, однако до сих пор нет единого мнения о целесообразности и безопасности выполнения таких операций – тем более, что хирургическая техника релиза НН отработана недостаточно и нуждается в оптимизации или инновационных решениях. Указанные обстоятельства послужили обоснованием актуальности выполнения нашей работы.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Дизайн исследования

Исследование проведено в сроки 2023-2025 гг. Оно было одобрено Локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (протокол № 235 от 18 декабря 2023 г.). И состояло из двух этапов.

На первом, ретроспективном, этапе были изучены результаты лечения 82 пациентов, которым были выполнены операции артроскопического восстановления надостной мышцы традиционным способом, без релиза НН. У этих пациентов изучали медицинскую документацию и выполняли дистанционное анкетирование по шкалам ВАШ, DASH, ASES, Constant-Murley (CMS) в сроки от 1 до 2 лет после операции. На основании анализа полученных данных были определены показания к выполнению релиза НН в верхней вырезке лопатки, разработана оригинальная хирургическая техника такой операции, защищенная Патентом РФ, которая впоследствии модифицирована и успешно применена в клинической практике.

Критерии включения в ретроспективную группу:

- возраст старше 18 лет (совершеннолетние);
- ранее выполненное в нашей клинике восстановление средних и больших (по классификации DeOrio J.K. & Cofield R.H.) разрывов сухожилия надостной мышцы (СНМП) (наложение артроскопических швов) по поводу клинически верифицированного на МРТ разрыва без релиза надлопаточного нерва;
- доступность медицинской документации, содержащей необходимые исчерпывающие сведения о ранее проведенном лечении;
- информированное добровольное согласие на участие в исследовании, способность и готовность к прохождению предусмотренных обследований, включая анкетирование.

Критерии невключения: жировая мышечная дегенерация 3-4 степени по классификации Goutallier (при тяжелой жировой дегенерации существенно возрастает риск несостоятельности наложенных швов), а также наличие инфекционных осложнений после выполненной операции.

На втором, проспективном, этапе в одной операционной единой бригадой хирургов прооперировали 121 пациента с разрывами надостной мышцы. Эти пациенты были рандомно распределены на две группы: основную («ПО»), где в дополнение к артроскопическому восстановлению надостной мышцы выполняли релиз НН (n=65), и группу сравнения («ПС»), где релиз не выполняли, а использовали традиционную хирургическую тактику (n=56). В свою очередь, основную группу разделили на две подгруппы: ПО-1 (n=24), в которой релиз выполняли с применением нашего способа, защищенного Патентом РФ, и ПО-2 (n=41), в которой релиз выполняли по модифицированной методике.

Критерии включения:

- возраст старше 18 лет (совершеннолетние);
- верифицированные с помощью МРТ большие (по классификации DeOrio J.K. & Cofield R.H.) разрывы сухожилия надостной мышцы;
- верифицированные с помощью МРТ средние (по классификации DeOrio J.K. & Cofield R.H.) разрывы сухожилия надостной мышцы в сочетании с нейропатией надлопаточного нерва;
- информированное добровольное согласие на участие в исследовании, согласие на предложенную операцию, способность и готовность к соблюдению предписанного режима лечения, прохождению предусмотренных обследований, включая анкетирование.

Критерии невключения:

- противопоказания к выполнению операции артроскопического ушивания разрыва сухожилия надостной мышцы, в том числе жировая мышечная дегенерация 3-4 степени по классификации Goutallier;

- сопутствующая ортопедическая и общесоматическая патология, ограничивающая функцию целевой верхней конечности.

Результаты фиксировали в сроки 3, 6 и 12 месяцев после операции, определяя уровень боли по ВАШ и функцию плеча по DASH, ASES и CMS. В сроки 6 и 12 месяцев после операции выполняли МРТ, на основании которой оценивали степень жировой мышечной дегенерации по классификации Goutallier. Наличие и степень нейропатии определяли клинически и с помощью ЭНМГ (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Контрольные точки наблюдения за пациентами проспективного этапа исследования

<b>Сроки с момента операции</b>	<b>Боль по ВАШ</b>	<b>Шкала DASH</b>	<b>Шкалы ASES и CMS</b>	<b>МРТ с определением жировой дистрофии</b>	<b>ЭНМГ</b>
3 мес.	+	+	+	-	-
6 мес.	+	+	+	+	-
12 мес.	+	+	+	+	+

В группу ретроспективного этапа исследования («Р») были включены совершеннолетние пациенты, которым в нашей клинике в интервале от 1 до 2 лет выполнили артроскопическое восстановление СНМП по поводу верифицированного разрыва без выполнения релиза НН. Основой для определения критериев включения в исследование на проспективном этапе были два параметра – наличие нейропатии НН, а также размеры разрыва СНМП, относящиеся к категории «больших» по классификации J.K. DeOrio & R.H. Cofield [69, 84].

Все пациенты были адекватны, способны и готовы к сотрудничеству, не имели противопоказаний к выполнению артроскопического восстановления разрыва СНМП, а также каких-либо сопутствующих повреждений или заболеваний, ограничивающих функцию целевой конечности. Они подписали добровольное

информированное согласие на участие в исследовании, а пациенты проспективного этапа – на выполнение им запланированной операции.

## **2.2 Общая характеристика пациентов**

Группа ретроспективного этапа («Р») включала 82 пациента, медиана возраста составила 53 года [46; 53]. Индекс массы тела составил в среднем 36,6 кг/м<sup>2</sup>, (II степень ожирения; в совокупности с I и II степенью ожирения в общей сложности в группе было 77 человек, или 93,9%). Курящих пациентов было 33 (40,2%). Из сопутствующих соматических патологий следует отметить артериальную гипертензию у 42 человек (51,2%) и сахарный диабет у 21 пациента (25,6%), как заболевания, которые по данным литературы имеют значимое влияние на процессы жировой дегенерации тканей. Не работающих пациентов было 7 человек (8,5%), ручным физическим трудом занимались 31 человек (37,8%), а смешанным трудом – 44 (53,7%).

Средние сроки с момента выполненной операции артроскопического восстановления СНМП составили от 1 до 2 лет (в среднем 1,3 года).

По данным МРТ пациентов разделили на 2 подгруппы: P-1 (37 человек) со средними разрывами по классификации J.K. DeOrio & R.H. Cofield (1-3 см) и P-2 (45 человек) с большими разрывами (3-5 см) (рисунок 2.1).

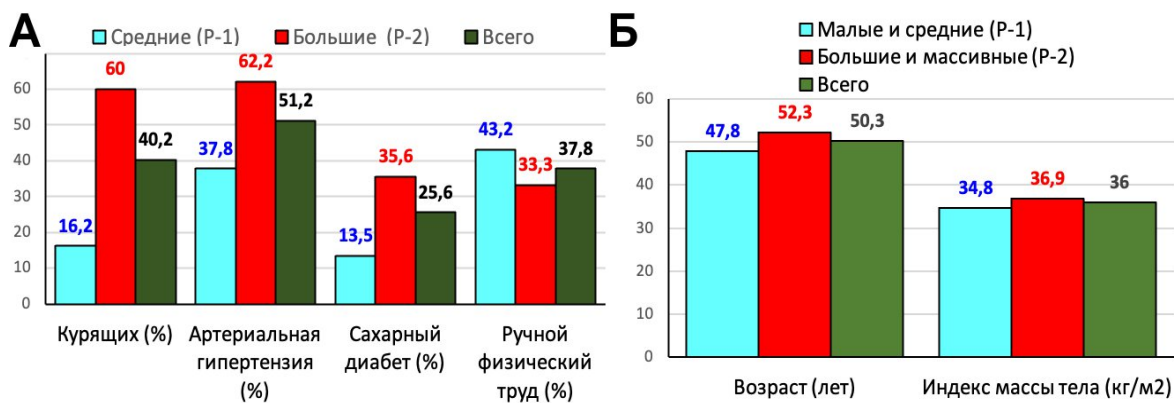


Рисунок 2.1 – Общие характеристики пациентов ретроспективного этапа исследования: А - курящих (%), артериальная гипертензия (%), сахарный диабет (%), ручной физический труд (%); Б - возраст (лет), индекс массы тела (кг/м<sup>2</sup>)

При оценке однородности групп ретроспективного этапа выявлены статистически значимые различия по возрасту: в группе P-2 пациенты были старше ( $52,31 \pm 4,28$  года против 50 [38; 50] в P-1,  $p < 0,01$ ). По индексу массы тела группы оказались сопоставимы: медиана ИМТ в обеих группах составила 37 кг/м<sup>2</sup> (P-1: [36; 39], P-2: [36; 38],  $p = 0,26$ ), что соответствует ожирению II степени (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Сравнительная характеристика возраста и индекса массы тела у пациентов подгрупп P-1 и P-2

Параметр	P-1	P-2	p-уровень
возраст	$47.8 \pm 5.5$	$52.3 \pm 4.3$	<b>&lt;0.01*</b>
ИМТ	$34.8 \pm 2.8$	$36.9 \pm 1.5$	0.26

\* - статистически значимое различие

Также обращает внимание статистически значимое возрастание частоты разрывов у курящих ( $p < 0,01$ ) и страдающих сахарным диабетом ( $p = 0,04$ ) пациентов. Также выявлено значимое различие по гипертензии ( $p = 0,044$ ). По остальным показателям, в том числе по типу занятости ( $p = 0,679$ ), индексу массы

тела ( $p = 0,292$ ) и жировой дистрофии до операции ( $p = 0,711$ ), статистически значимых отличий между подгруппами P-1 и P-2 не обнаружено (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Сравнение распределения параметров (тип занятости, курение, ИМТ, гипертензия, диабет, жировая дистрофия) между группами P-1 и P-2.

Параметр	Группа	Значения	Количество	Процент	p-уровень
Тип занятости	P-1	не работает	3	4%	0.659
		ручной	16	20%	
		смешанный	18	22%	
	P-2	не работает	4	5%	
		ручной	15	18%	
		смешанный	26	32%	
Курение	P-1	да	6	7%	<0.01*
		нет	31	38%	
	P-2	да	27	33%	
		нет	18	22%	
ИМТ	P-1	избыточная масса тела	1	1%	0.269
		ожирение I	4	5%	
		ожирение II	32	39%	
	P-2	избыточная масса тела	5	6%	
		ожирение I	3	4%	
		ожирение II	37	45%	
Гипертензия	P-1	да	14	17%	0.044*
		нет	23	28%	
	P-2	да	28	34%	
		нет	17	21%	
Диабет	P-1	да	5	6%	0.04*
		нет	32	39%	
	P-2	да	16	20%	
		нет	29	35%	
Жировая дистрофия до операции	P-1	II степень	3	4%	0.72
		III степень	11	13%	
		IV степень	23	28%	
	P-2	II степень	6	7%	
		III степень	11	13%	
		IV степень	28	34%	

\* - статистически значимое различие

Группа проспективного этапа («П») включала 121 пациента, средний возраст составил 52 лет [48; 56]. Индекс массы тела составил в среднем 37,2 кг/м<sup>2</sup>, (II степень ожирения; в совокупности с I и II степенью ожирения в группе было 93 человека, или 76,9%). Курящих пациентов было 71 (58,7%). Из сопутствующих соматических патологий следует отметить артериальную гипертензию у 87 человек (71,9%) и сахарный диабет у 43 пациентов (35,5%), как заболевания, которые по данным литературы имеют значимое влияние на процессы жировой мышечной дегенерации. Не работающих пациентов было 12 человек (9,9%), ручным физическим трудом занимались 44 человека (36,4%), а смешанным трудом – 65 (53,7%).

Пациенты с большими разрывами СНМП (3-5 см) по классификации J.K. DeOrio & R.H. Cofield в группе П составили 89,3% (112 человек). Остальные 9 пациентов (7,4%) имели средние разрывы, но были включены в эту группу ввиду наличия верифицированной нейропатии НН.

При определении однородности сравниваемых групп медиана возраста в группе ПО составила 52 [49; 56] года, в группе ПС — 52 [48; 56,25] года ( $p = 0,42$ ). Индекс массы тела (ИМТ) в обеих группах также не различался: 36 [34; 37] кг/м<sup>2</sup> в группе ПО против 36 [29; 37,25] кг/м<sup>2</sup> в группе ПС ( $p = 0,52$ ).

До операции не выявлено статистически значимых различий между группами по функциональным шкалам. Значения шкалы DASH составили  $50,37 \pm 3,85$  балла в группе ПО и  $49,55 \pm 4,13$  балла в группе ПС ( $p = 0,27$ ). Интенсивность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) в обеих группах была сопоставима: медиана 82 [72; 93] и 82 [72; 89,25] мм соответственно ( $p = 0,25$ ). По шкале ASES отмечена тенденция к более высоким значениям в группе ПС ( $62,17 \pm 6,89$  против  $59,85 \pm 5,54$  балла), однако различия не достигли статистической значимости ( $p = 0,05$ ). Шкала Constant-Murley (CMS) также не выявила межгрупповых различий:  $58,86 \pm 7,51$  и  $60,48 \pm 9,12$  балла ( $p = 0,29$ ).

Анализ показателей подвижности плечевого сустава до операции не обнаружил статистически значимых различий между группами. Сгибание-разгибание составило  $151,72 \pm 25,65^\circ$  в группе ПО и  $155,57 \pm 28,33^\circ$  в группе ПС ( $p = 0,44$ ), отведение-приведение —  $141,59 \pm 44,83^\circ$  и  $136,58 \pm 37,94^\circ$  соответственно ( $p = 0,51$ ), объём ротации —  $12,38 \pm 5,66^\circ$  и  $12,51 \pm 5,68^\circ$  ( $p = 0,90$ ) (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Исходные клиничко-функциональные показатели у пациентов групп ПО и ПС

Параметр	ПО	ПС	p-уровень
возраст	52 [49;56]	52 [48;56.25]	0.42
ИМТ	36 [34;37]	36 [29;37.25]	0.52
Шкала DASH до операции	$50.37 \pm 3.85$	$49.55 \pm 4.13$	0.27
Боль по ВАШ до операции	82 [72;93]	82 [72;89.25]	0.25
Шкала ASES до операции	$59.85 \pm 5.54$	$62.17 \pm 6.89$	0.05
Шкала CMS до операции	$58.86 \pm 7.51$	$60.48 \pm 9.12$	0.29
Сгибание-разгибание до операции	$151.72 \pm 25.65$	$155.57 \pm 28.33$	0.44
Отведение-приведение до операции	$141.59 \pm 44.83$	$136.58 \pm 37.94$	0.51
Объём ротации до операции	$12.38 \pm 5.66$	$12.51 \pm 5.68$	0.90

В обеих группах равномерно преобладали большие разрывы: в группе ПО — 61 случай (50%), в группе ПС — 51 случай (42%). Средние разрывы встречались реже: 4 (3%) и 5 (4%) соответственно. Различия незначимы ( $p = 0,731$ ).

Распределение пациентов по характеру труда также не различалось между группами ( $p = 0,965$ ). Смешанный труд преобладал в обеих группах (ПО — 35 пациентов, 29%; ПС — 30, 25%), ручным трудом занимались 23 (19%) и 21 (17%) пациент соответственно, не работали 7 (6%) и 5 (4%).

Доля курящих пациентов составила 41 (34%) в группе ПО и 30 (25%) в группе ПС, некурящих — 24 (20%) и 26 (21%) соответственно. Различия статистически не значимы ( $p = 0,361$ ).

Распределение по категориям ИМТ было сопоставимо ( $p = 0,746$ ). В группе ПО ожирение II степени отмечено у 34 (28%) пациентов, ожирение I степени — у 16 (13%), избыточная масса тела — у 15 (12%). В группе ПС эти показатели составили 30 (25%), 11 (9%) и 15 (12%) соответственно.

Артериальная гипертензия выявлена у 46 (38%) пациентов группы ПО и 41 (34%) группы ПС ( $p = 0,841$ ).

Диабет диагностирован у 23 (19%) пациентов группы ПО и 20 (17%) группы ПС ( $p = 0,87$ ).

Распределение по степеням жировой дегенерации не различалось между группами ( $p = 0,431$ ). В группе ПО IV степень отмечена у 29 (24%), III степень — у 32 (26%), II степень — у 4 (3%). В группе ПС — 28 (23%), 22 (18%) и 6 (5%) соответственно (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Сравнительная характеристика качественных клинико-демографических показателей в группах ПО и ПС до оперативного лечения

Параметр	Группа	Значения	Количество	Процент	p-уровень
размер разрыва	ПО	большой	61	50%	0.731
		средний	4	3%	
	ПС	большой	51	42%	
		средний	5	4%	
Тип занятости	ПО	не работает	7	6%	0.967
		ручной	23	19%	
		смешанный	35	29%	
	ПС	не работает	5	4%	
		ручной	21	17%	
		смешанный	30	25%	
Курение	ПО	да	41	34%	0.361
		нет	24	20%	
	ПС	да	30	25%	
		нет	26	21%	
ИМТ	ПО	избыточная масса тела	15	12%	0.746
		ожирение I	16	13%	
		ожирение II	34	28%	
	ПС	избыточная масса тела	15	12%	
		ожирение I	11	9%	
		ожирение II	30	25%	



## Продолжение таблицы 2.5

Гипертензия	ПО	да	46	38%	0.841
		нет	19	16%	
	ПС	да	41	34%	
		нет	15	12%	
Диабет	ПО	да	23	19%	0.870
		нет	42	35%	
	ПС	да	20	17%	
		нет	36	30%	
Жировая дистрофия до операции	ПО	II степень	4	3%	0.431
		III степень	32	26%	
		IV степень	29	24%	
	ПС	II степень	6	5%	
		III степень	22	18%	
		IV степень	28	23%	

\* - статистически значимое различие

Таким образом, группы ПО и ПС были однородны и сопоставимы по всем анализируемым параметрам до операции, что позволяет корректно сравнивать результаты хирургического лечения в послеоперационном периоде. В сравнении с аналогичными показателями подгруппы Р-2 ретроспективного этапа статистически значимых отличий по всем исследованным показателям не выявлено ( $p > 0,05$ ).

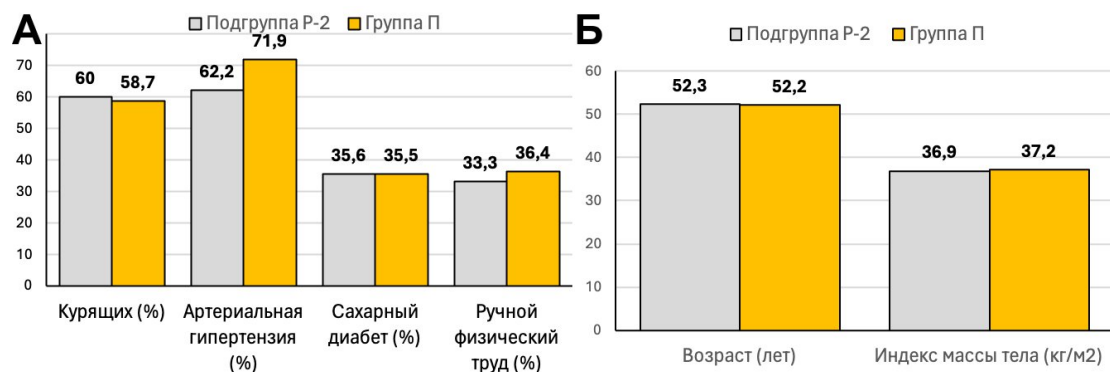


Рисунок 2.2 – Общие характеристики пациентов проспективного и ретроспективного этапов исследования, имеющих большие разрывы: А - курящих (%), артериальная гипертензия (%), сахарный диабет (%), ручной физический труд (%); Б - возраст (лет), индекс массы тела (кг/м<sup>2</sup>)

## **2.3 Методики обследования**

Выполняли стандартный комплекс обследования перед операцией с обязательным осмотром терапевтом и анестезиологом. При необходимости подключали специалистов других профилей (эндокринологов, неврологов, урологов, хирургов). Для определения амплитуды движений в целевом суставе использовали гониометрию, определяя сгибание, отведение и наружную ротацию плеча.

### **Анкетирование**

На вопросы шкал оценки боли и функции сустава пациенты ретроспективного этапа отвечали как при очном общении, так и дистанционно, пациенты проспективного этапа – только очно.

### **Оценка боли по ВАШ**

Интенсивность боли оценивали с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ). Пациентам предлагали отметить на горизонтальной линии длиной 100 мм уровень боли, который они испытывали при движении. Левый конец линии соответствовал полному отсутствию боли (0 мм), правый – максимально возможной боли (100 мм). Расстояние от левого края до отметки пациента измеряли в миллиметрах, получая значение в мм от 0 до 100. Более высокое значение соответствовало большей интенсивности боли [98].

### **Шкала DASH (The Disability of Arm, Shoulder, and Hand)**

Шкала состоит из 30 вопросов, из которых 21 вопрос посвящен оценке трудности выполнения физических действий, 6 вопросов – оценке специальных симптомов и 3 вопроса – возможности выполнения социально-ролевых функций. Минимально возможная сумма баллов – 0, максимально возможная – 100. Результаты интерпретируют следующим образом: 0-25 баллов – «отлично», 26-50 баллов – «хорошо», 51-75 баллов – «удовлетворительно», 76-100 баллов – «неудовлетворительно» [47].

### **Шкала ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons standardized assessment form)**

Шкала является комбинированным инструментом оценки результатов лечения, используемым при различных патологиях плечевого сустава. Шкала предусматривает 3 группы вопроса: боль, нестабильность, повседневная активность [18, 47]. Вопросы ASES оценивают от 0 до 3 баллов с последующей конвертацией полученной суммы в 100-балльную шкалу. Результаты интерпретируют следующим образом: свыше 80 баллов – «отлично», 70-79 баллов – «хорошо», 50-69 баллов – «удовлетворительно», менее 50 баллов – «неудовлетворительно».

### **Шкала Constant – Murley (CMS)**

Шкала состоит из нескольких подшкал: боли (до 15 баллов), повседневной активности (до 20 баллов), подвижности – сгибание, вращение, отведение (до 40 баллов), силы (до 25 баллов) [59]. В сумме максимально возможное значение, свидетельствующее о наилучшей функции, составляет 100 баллов.

### **Магнитно-резонансная томография**

По результатам МРТ определяли степень тяжести разрыва СНМП в соответствии с классификацией J.K. DeOrio & R.H. Cofield, а также наличие и степень жировой мышечной дегенерации в соответствии с классификацией Goutallier [87].

Степень тяжести разрывов определяли, измеряя размер повреждения в переднезадней проекции. Пациентов ретроспективной группы по этому признаку разделили на две подгруппы – P-1 со средними повреждениями СНМП в соответствии с классификацией J.K. DeOrio & R.H. Cofield (n=37), и P-2 с большими повреждениями (n=45). В проспективной группе большие повреждения СНМП имели 108 пациентов, а средние – 13 человек.

Жировую мышечную дегенерацию (ЖМД) определяли также на основании данных МРТ в соответствии с классификацией Goutallier, описанной в 1-й главе. После операции результаты фиксировали в динамике через 6 и 12 месяцев.

### **Клиническая диагностика нейропатии надлопаточного нерва для пациентов ретроспективного этапа**

У пациентов ретроспективного этапа (группы P-1 и P-2) инструментальная верификация нейропатии надлопаточного нерва (ЭНМГ) не проводилась. Диагноз устанавливали на основании клинического осмотра с использованием следующих тестов:

- оценка силы наружной ротации плеча (сопоставление с контралатеральной стороной);
- тест на отстаивание вращения (Hornblower's sign);
- тест на слабость надостной мышцы (отведение плеча в плоскости лопатки);
- пальпаторная болезненность в проекции верхней вырезки лопатки.

Наличие двух и более положительных тестов в совокупности с характерной жалобой на боль в задне-латеральных отделах плечевого сустава расценивали как клинически обоснованное предположение о наличии нейропатии надлопаточного нерва.

У пациентов проспективного этапа (группы ПО и ПС) клинические тесты дополняли инструментальной верификацией с помощью ЭНМГ.

### **Электронеуромиографическое исследование надлопаточного нерва для пациентов проспективного этапа**

Электронеуромиографическое (ЭНМГ) исследование проводили всем пациентам до операции с целью оценки функционального состояния надлопаточного нерва. Исследование выполняли на электромиографе «Нейро-МВП-4» с использованием поверхностных стимулирующих и регистрирующих электродов.

Стимуляцию надлопаточного нерва осуществляли в надключичной области монополярным импульсом длительностью 0,1–0,2 мс, силой тока — до супрамаксимальной. Регистрацию М-ответа проводили биполярным поверхностным электродом, расположенным на брюшке надостной мышцы с референс-электродом на акромионе, а также на подостной мышце с референс-электродом на ости лопатки. Заземляющий электрод фиксировали на плече.

Оценку М-ответа проводили бинарно: наличие М-ответа регистрировали при визуализации стабильного воспроизводимого потенциала действия мышцы после стимуляции нерва, соответствующего нормальным временным характеристикам (латентность < 4 мс). Отсутствие М-ответа констатировали при невозможности вызвать регистрируемый мышечный потенциал при супрамаксимальной силе стимуляции (до 50 мА) и отсутствии характерного осциллографического паттерна при повторных (не менее 3) попытках стимуляции [108].

Наличие М-ответа расценивали как сохранную проводимость по надлопаточному нерву. Отсутствие М-ответа интерпретировали как выраженное нарушение аксональной проводимости либо полную блокаду нерва.

## **2.4 Хирургическая техника**

В работе использовали традиционно применяемую хирургическую технику артроскопического шва СНМП. Релиз НН выполняли с использованием нашего способа, защищенного Патентом РФ, а также модифицированной малоинвазивной версии этого способа.

### **Шов сухожилия надостной мышцы плеча (традиционная техника)**

Обезболивание – комбинированная анестезия. После подакромиальной бурсэктомии визуализировали разрыв сухожильной части надостной мышцы и выполняли ее рефиксацию с использованием якорных фиксаторов Corkscrew. Операционная техника не отличалась от традиционной (рисунок 2.3).

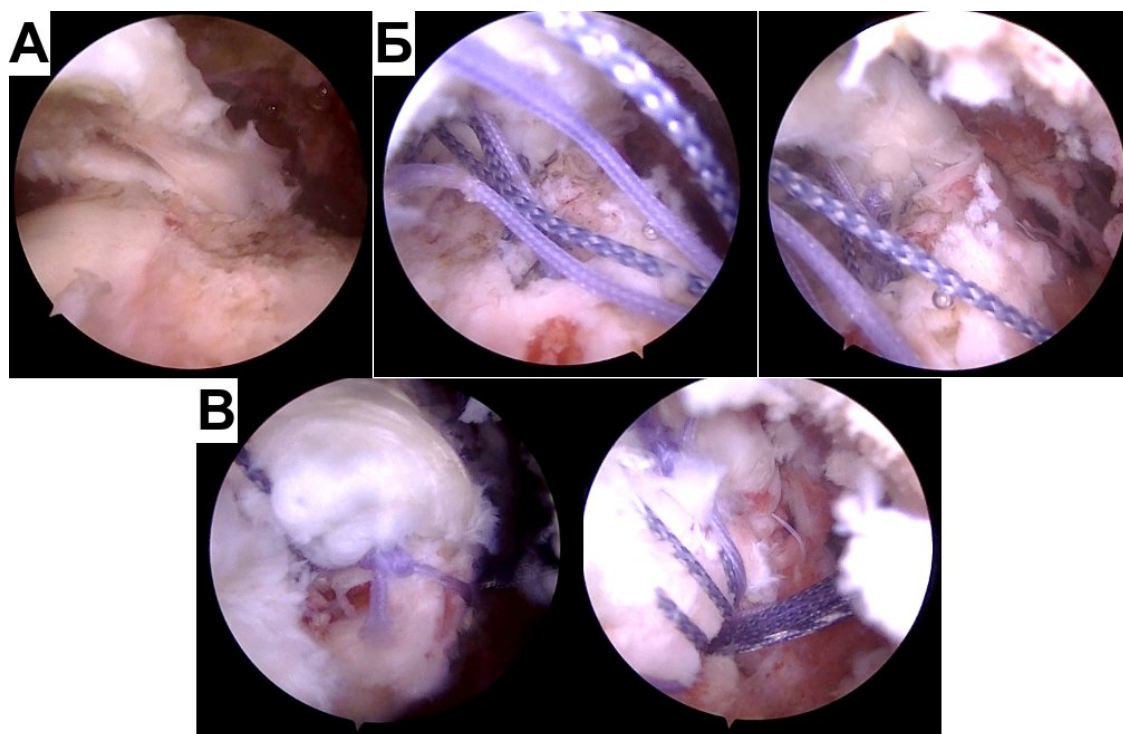


Рисунок 2.3 – Артроскопический шов поврежденного СНМП: А – визуализация разрыва; Б – наложение швов; В – завершение операции (собственное наблюдение)

### **Оригинальный релиз надлопаточного нерва**

Мы разработали собственную технику релиза НН, защищенную Патентом РФ (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Патент «Способ хирургического лечения нейропатии надлопаточного нерва в надлопаточной вырезке» RU 2789578 C1 от 04.10.2022

Операцию выполняют в положении пациента полусидя («пляжное кресло») без использования тракционных систем для верхней конечности.

Анестезиологическое пособие – комбинированное: блокада межлестничной мышцы с УЗИ-навигацией раствором наропина (ропивакаина) 5 мг/мл – 15 мл + эндотрахеальный наркоз. Во время всей операции среднее артериальное давление удерживали на уровне около 70 мм рт. ст. Оперативное вмешательство состоит из двух основных этапов, а именно – внутрисуставного и внесуставного.

Внутрисуставной этап начинают с резекции интервала ротаторов, для чего выделяют клювовидный отросток лопатки с корakoакромиальной связкой и объединённое сухожилие. Используют два порта – задний («А») для визуализации с помощью артроскопа с оптикой 30° и переднелатеральный – рабочий («Б»). После завершения этого этапа переходят к следующему, внесуставному.

Внесуставной этап выполняют в субакромиальном пространстве. Переднелатеральный порт «Б» продолжает оставаться рабочим, а для визуализации формируют медиальный порт («В»). Выполняют изолированную субакромиальную

декомпрессию в передневерхнем отделе плечевого сустава. Поэтапно выделяют сухожилие надостной мышцы, интервал ротаторов, акромиально-ключичный сустав, надостную мышцу, верхний край гленоида и его переход в клювовидный отросток, а также конические связки лопатки.

Далее через дополнительный порт («Г»), сформированный по инъекционной игле размером 18G, при помощи тупоконечного артроскопического обтуратора отводят медиально (кзади) надостную мышцу и надлопаточный нерв. Затем артроскопическим шейвером, направленным режущей частью к кости в области перехода верхнего края гленоида в лопатку, убирают жировую ткань и визуализируют надлопаточную артерию и вену.

После визуализации поперечной связки лопатки и надлопаточного нерва в вырезке лопатки для рассечения верхней поперечной связки лопатки в её проекции формируют еще один инъекционный порт («Д»), через который вводят баскетный выкусыватель и рассекают им поперечную связку лопатки. Тупым обтуратором оценивают мобильность надлопаточного нерва (рисунки 2.5-2.7).

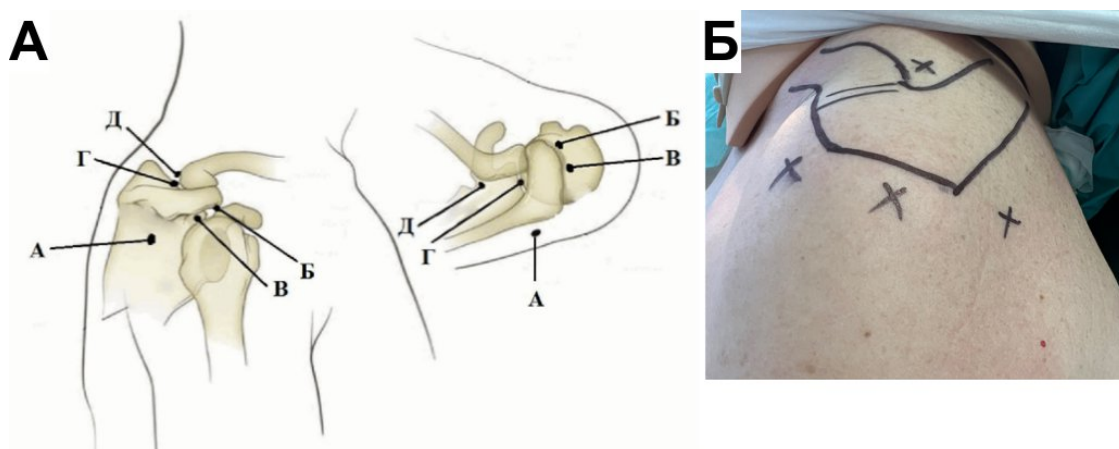


Рисунок 2.5 – Артроскопические порты (пояснения в тексте)

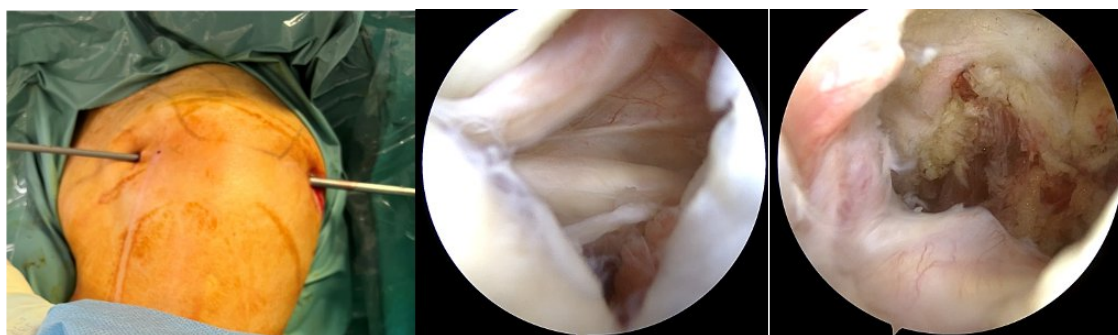


Рисунок 2.6 – Внутрисуставной этап операции (собственное наблюдение)

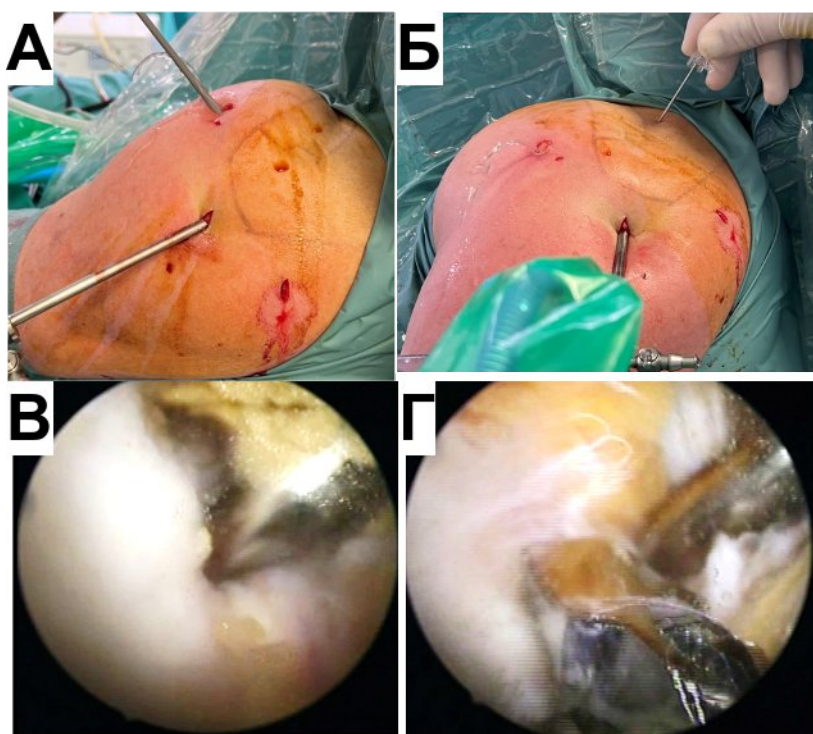


Рисунок 2.7 –Внесуставной этап операции: А,Б – артроскопические доступы, В,Г - внесуставной релиз (собственное наблюдение)

### **Модифицированная техника релиза надлопаточного нерва**

После приобретения определенного опыта применения запатентованной методики в клинической практике мы модифицировали эту технику, снизив ее травматичность. По модифицированной технике порт «Д» формируют не как артроскопический, а как инъекционный, вводя туда инъекционную иглу размером

18G, и поперечную связку лопатки рассекают с ее помощью. Такая манипуляция существенно менее травматична, чем при использовании для этой цели basketных кусачек и аблятора, так как в том числе позволяет избежать травмирования эпинеэрия при выделении НН (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Внесуставной этап операции – релиз НН с использованием инъекционной иглы (собственное наблюдение)

### **Послеоперационное ведение пациентов**

Всем пациентам назначали ношение косыночной повязки в положении отведения руки на  $10^\circ$  в течение 4 недель. Швы снимали на 12-14 сутки после операции.

Программа реабилитации состояла из четырёх этапов.

Цель первого этапа – обезопасить шов манжеты в ближайшем послеоперационном периоде [4, 40, 94, 109, 128]. Длительность этого этапа составила 6 недель. Рекомендовали исключение подъёма тяжёлых предметов, толкательных и резких движений, опоры на локоть. Оперированную руку поддерживали при перемещении пациента в кровать и/или кресло и обратно.

На втором этапе, длительностью до 10-12 недель после операции, выполняли упражнения с активной помощью, начинали активные движения: наружную и внутреннюю ротацию, а также сгибание в плечевом суставе лёжа с помощью

противоположной руки. Критериями перехода к третьему этапу являлись: полный активный объём движений по сравнению с контралатеральной рукой и отсутствие признаков лопаточно-грудной дискинезии [4, 34, 123].

Третий этап был направлен на укрепление мышц и охватывал период до 16-18 недель. Пациент выполнял упражнения на растяжку, упражнения с упругим сопротивлением – наружную и внутреннюю ротацию, сгибание вперёд [76, 128].

Четвёртый этап начинали после 16-18 недель, на этом этапе было разрешено выполнять полный спектр упражнений, в том числе и силового характера [123].

## **2.5 Статистическая обработка полученных данных**

Статистическая обработка данных выполнена с использованием программы Statistica v.12 с применением встроенных пакетов расчетов по соответствующим критериям. Описательная статистика для количественных переменных представлена в виде медианы и интерквартильного размаха  $Me [Q1; Q3]$ , а также среднего арифметического ( $M$ ) и стандартного отклонения ( $SD$ ) — для данных, подчиняющихся нормальному распределению; качественные переменные описаны абсолютными ( $n$ ) и относительными (%) частотами. Нормальность распределения количественных признаков проверяли с помощью критериев Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. При сравнении независимых групп использовали параметрический  $t$ -критерий Стьюдента (при нормальном распределении) или непараметрический  $U$ -критерий Манна–Уитни (при отсутствии нормальности). Для анализа зависимых (связанных) выборок (например, сравнение показателей до и после лечения) применяли парный  $t$ -критерий Стьюдента для параметрических данных или непараметрические критерии: Вилкоксона (Wilcoxon signed-rank test) для двух временных точек и Фридмана (Friedman ANOVA) — для трех и более повторных измерений. Сравнение качественных признаков в

независимых группах выполняли с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона, а при ожидаемой частоте менее 5 — точного критерия Фишера. Статистически значимыми считали различия при уровне  $p < 0,05$ .

## 2.6 Резюме

В рамках проведённого исследования был сформирован и реализован двухэтапный дизайн, включающий ретроспективный и проспективный анализ результатов лечения пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча.

На ретроспективном этапе были изучены результаты лечения 82 пациентов, которым выполняли артроскопическое восстановление сухожилия надостной мышцы без выполнения релиза надлопаточного нерва. Анализ полученных данных позволил оценить особенности клинического течения заболевания, выявить факторы, влияющие на результаты хирургического лечения, а также определить предпосылки для разработки оптимальной лечебной тактики.

На основании результатов ретроспективного этапа была разработана оригинальная хирургическая техника релиза надлопаточного нерва в области верхней вырезки лопатки, защищённая патентом Российской Федерации, а также предложена её модифицированная малоинвазивная версия. С учётом полученных данных был сформирован алгоритм выбора хирургической тактики у пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча.

На проспективном этапе исследования выполнено хирургическое лечение 121 пациента, которые были распределены на основную группу и группу сравнения. В основной группе артроскопическое восстановление сухожилия надостной мышцы дополняли релизом надлопаточного нерва, тогда как в группе сравнения применяли традиционную хирургическую тактику без выполнения релиза.

Оценку результатов лечения проводили в динамике через 3, 6 и 12 месяцев после операции с использованием клинических и инструментальных методов исследования. Для объективизации результатов применяли шкалы оценки боли и функции плечевого сустава (ВАШ, DASH, ASES, Constant-Murley), гониометрическую оценку объёма движений, магнитно-резонансную томографию с определением степени жировой мышечной дегенерации, а также электронейромиографию для оценки состояния надлопаточного нерва.

Использованные методы статистической обработки позволили провести корректный сравнительный анализ полученных данных и определить достоверность выявленных различий между исследуемыми группами. Применённый комплекс клинических, инструментальных и статистических методов исследования обеспечил объективную оценку результатов хирургического лечения пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча и позволил обосновать дальнейший анализ полученных данных, представленный в последующих главах диссертационной работы.

### **ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ БЕЗ РЕЛИЗА НАДЛОПАТОЧНОГО НЕРВА (РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ЭТАП)**

Выбор оптимальной лечебной тактики при лечении пациентов с разрывами СНМП является сложной задачей, так как эти повреждения, в частности разрывы надостной мышцы, различаются по структуре и по факторам, влияющим на исход вмешательства. Кроме того, клиническая картина не всегда соответствует степени разрыва. Так, например, большие и даже массивные разрывы могут сочетаться с относительно удовлетворительной функцией плеча, и наоборот – незначительные повреждения могут сопровождаться выраженными функциональными ограничениями. Следует учитывать также индивидуальные особенности пациента, его образ жизни и требования к степени восстановления физической активности – от бытовых нагрузок до занятий спортом, поэтому принятие решения должно быть персонализированным.

Большие и массивные разрывы надостной мышцы составляют до 40% всех её повреждений, и размер дефекта оказывает значительное влияние на результаты лечения. Массивные разрывы чаще сопровождаются выраженными структурными нарушениями, приводят к менее благоприятным исходам и характеризуются более высокой частотой рецидивов после хирургического вмешательства. По данным литературы, при массивных разрывах существует высокая вероятность развития невропатии надлопаточного нерва вследствие механических воздействий (тракции или компрессии), что, в свою очередь, запускает каскад патологических процессов, включающий, в том числе, жировую дегенерацию тканей. Это существенно повышает вероятность несостоятельности наложенных при хирургической реконструкции швов и последующих рецидивов.

В связи с этим задачей ретроспективного этапа исследования мы считали изучение результатов лечения пациентов с применением традиционной методики

наложения артроскопических швов при повреждениях надостной мышцы без выполнения дополнительных хирургических манипуляций. Для этой цели была сформирована группа «Р» (ретроспективная).

Группа пациентов («Р»), результаты лечения которых исследовали на ретроспективном этапе (n=82), была разделена на 2 подгруппы: Р-1 (n=37), в которой выявлены средние (1-3 см) разрывы СНМП по классификации J.K.DeOrio и R.H.Cofield, и Р-2 (n=45) с большими разрывами (3-5 см).

Определяли боль и функцию оперированного плечевого сустава по шкалам-опросникам. Кроме того, важным компонентом исследования считали развитие у пациентов жировой мышечной дегенерации (по данным МРТ).

### **3.1 Средние разрывы (подгруппа Р-1)**

В подгруппе Р-1 (средние разрывы, n=37) к 3 месяцам после операции наблюдалось значительное снижение среднего уровня боли по шкале ВАШ до  $33,32 \pm 7,73$  мм по сравнению с исходными данными ( $p < 0,01$ ). Статистически значимые улучшения также были зафиксированы к 6 месяцам  $21,32 \pm 6,37$  мм ( $p < 0,01$ ). Уровень боли к 12 месяцам снизился до  $10,41 \pm 3,93$  мм, что соответствует отсутствию боли.

Оценка функции плечевого сустава по шкале DASH показала значительное улучшение к 6 месяцам 31 [14;22] ( $p < 0,01$ ), что позволило перейти в оценочный диапазон «отлично». Сравнение с исходными показателями также было статистически значимым ( $p < 0,01$ ).

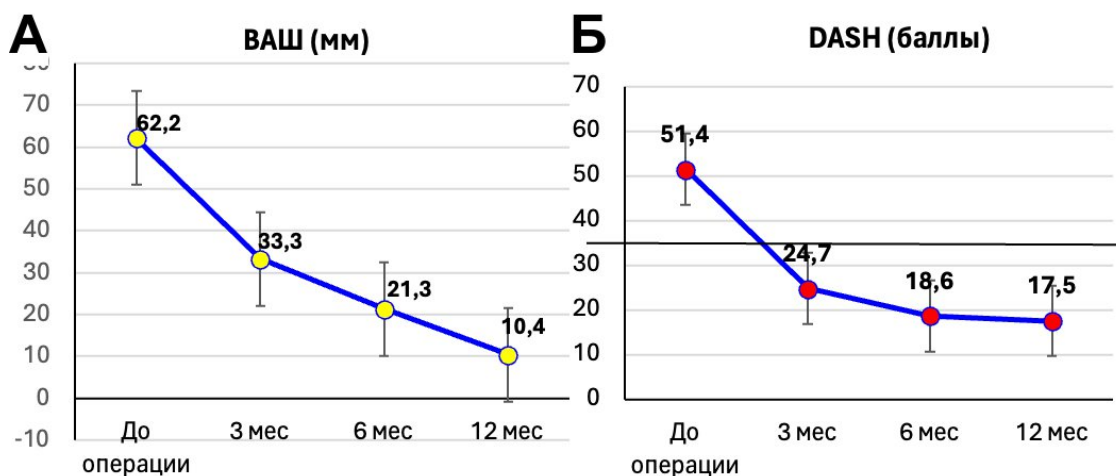


Рисунок 3.1 – Динамика средних показателей оценки боли ВАШ (А) в миллиметрах и функции плечевого сустава DASH (Б) в баллах после операции у пациентов подгруппы P-1 (средние разрывы)

Аналогичная тенденция Достоверно отмечено улучшение средних показателей шкал ASES ( $p < 0,01$ ) и Constant-Murley (CMS) ( $p < 0,01$ ). К 12 месяцам наблюдения в подгруппе P-1 показатели шкалы ASES составили  $82,62 \pm 6,35$  и шкалы CMS — 95 [94;96], что соответствует оценочному диапазону «отлично» (рисунок 3.2).

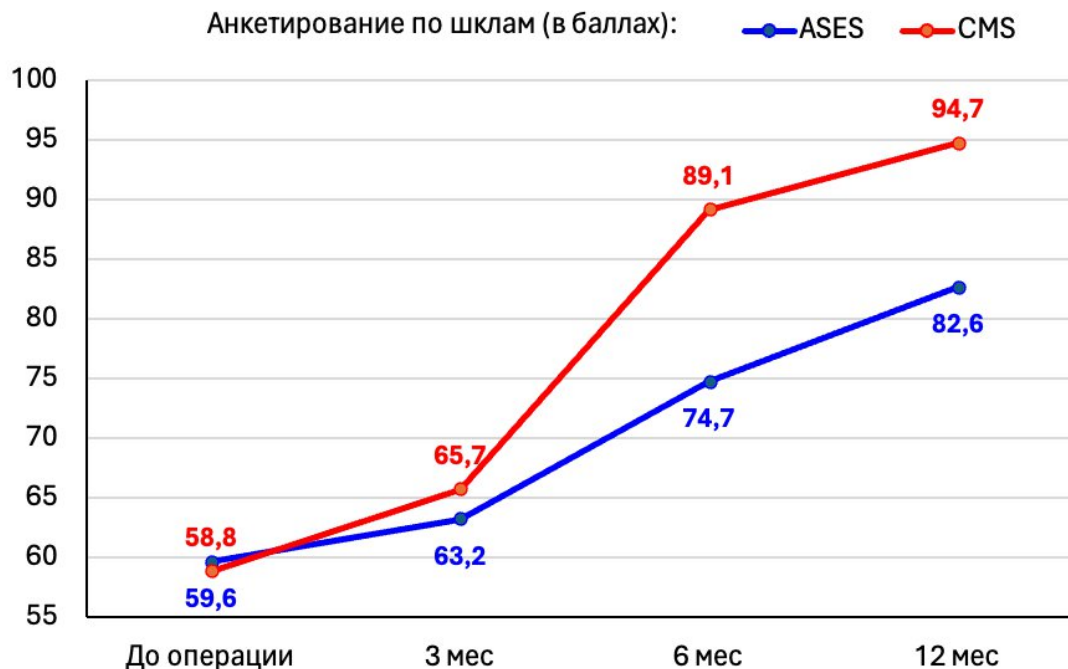


Рисунок 3.2 – Динамика средних показателей шкал ASES и CMS (в баллах) после операции у пациентов подгруппы P-1 (средние разрывы)

Перед операцией по данным МРТ жировая мышечная дегенерация (ЖМД) отмечена у 17 пациентов (45,9%), однако тяжелых степеней (3-4 по Goutallier) не было ни у одного пациента, так как мы считали такую жировую дегенерацию противопоказанием к наложению швов, и считали методом выбора в данных случаях выполнение аутопластики. Вследствие этого пациенты с 3-4 степенью ЖМД не были включены в исследование.

В послеоперационном периоде к 12 месяцам ЖМД развилась еще у 4 пациентов, что снизило долю случаев отсутствия данной патологии с 20 до 16, или на 10,9% (рисунок 3.3).

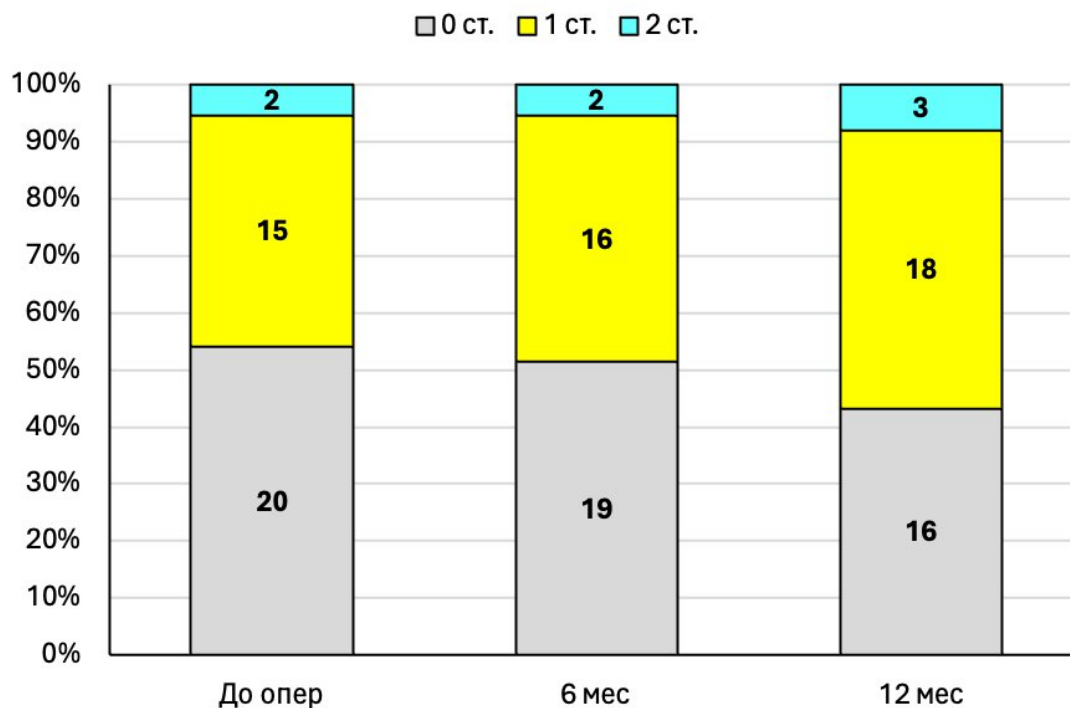


Рисунок 3.3 – Степень ЖМД по классификации Goutallier до и после операции в подгруппе P-1 (средние разрывы) – кол-во пациентов

В подгруппе P-1 (средние разрывы) через 12 месяцев после операции отмечено статистически значимое улучшение амплитуды движений в плечевом суставе по сравнению с дооперационными показателями. Сгибание увеличилось на  $21,3^\circ$  и составило  $176,2 \pm 17,2^\circ$  ( $p < 0,01$ ), отведение увеличилось на  $32,4^\circ$  и составило  $170,0^\circ$  [ $168,0; 181,5^\circ$ ] ( $p < 0,01$ ) и наружная ротация увеличилась на  $35,9^\circ$  и составила  $47,9 \pm 9,9^\circ$  ( $p < 0,01$ ).

### 3.2 Большие разрывы (подгруппа P-2)

В подгруппе P-2 (большие разрывы,  $n=45$ ) средний показатель боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) продемонстрировал выраженную положительную динамику. К 3-му месяцу после операции уровень боли снизился

в 2,1 раза относительно дооперационного периода, составив  $33,32 \pm 7,73$  мм ( $p < 0,01$ ). К 6-му месяцу зафиксировано дальнейшее снижение в 2,7 раза ( $21,32 \pm 6,37$  мм,  $p < 0,01$ ), а к 12-му месяцу – в 4,2 раза ( $10,41 \pm 3,93$  мм,  $p < 0,01$ ).

Функциональные результаты оценивались по шкалам DASH и ASES. Уже к 3-му месяцу после операции среднее значение по шкале DASH улучшилось в 1,4 раза (на 18,2 балла,  $p < 0,01$ ), перейдя в оценочный диапазон «хорошо». К 12-му месяцу показатель улучшился в 2,5 раза по сравнению с исходным уровнем, достигнув диапазона «отлично» –  $17,49 \pm 3,09$  балла ( $p < 0,01$ ).

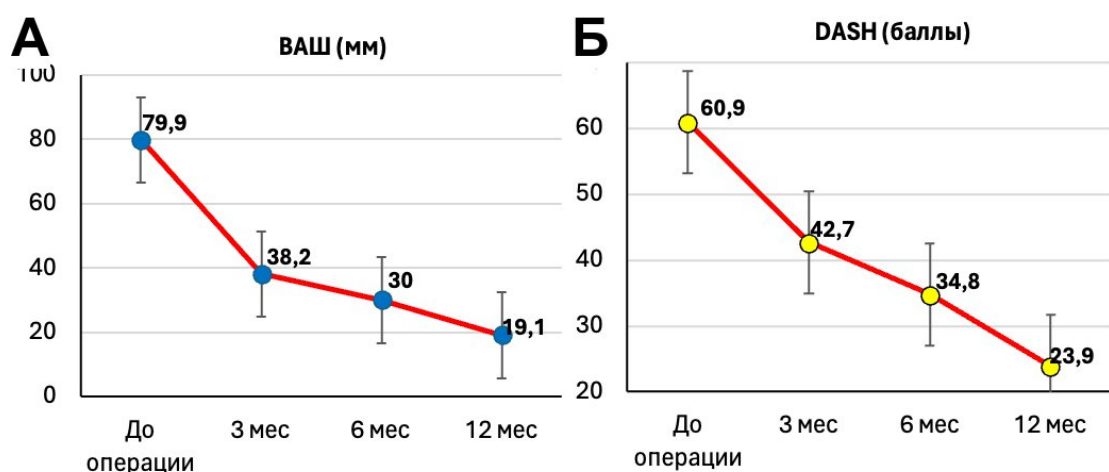


Рисунок 3.4 – Динамика средних показателей оценки боли по ВАШ в мм (А) и функции плечевого сустава DASH в баллах (Б) после операции у пациентов подгруппы Р-2 (большие разрывы)

По шкале ASES отмечена стабильная положительная динамика:  $63,19 \pm 7,75$  балла на 3-м месяце,  $74,73 \pm 6,20$  балла на 6-м месяце и  $82,62 \pm 6,35$  балла на 12-м месяце. Это свидетельствует о стабилизации функционального результата ( $p < 0,01$ ).

По шкале CMS уже на 3-м месяце зафиксирован высокий результат:  $65,7 \pm 8,36$  балла (медиана 66 [62; 68]). К 6-му месяцу показатель увеличился до  $89,05 \pm$

4,35 балла, а к 12-му месяцу достиг 95 [94; 96] баллов ( $p < 0,01$ ), что соответствует диапазону «отлично» (рисунок 3.5).

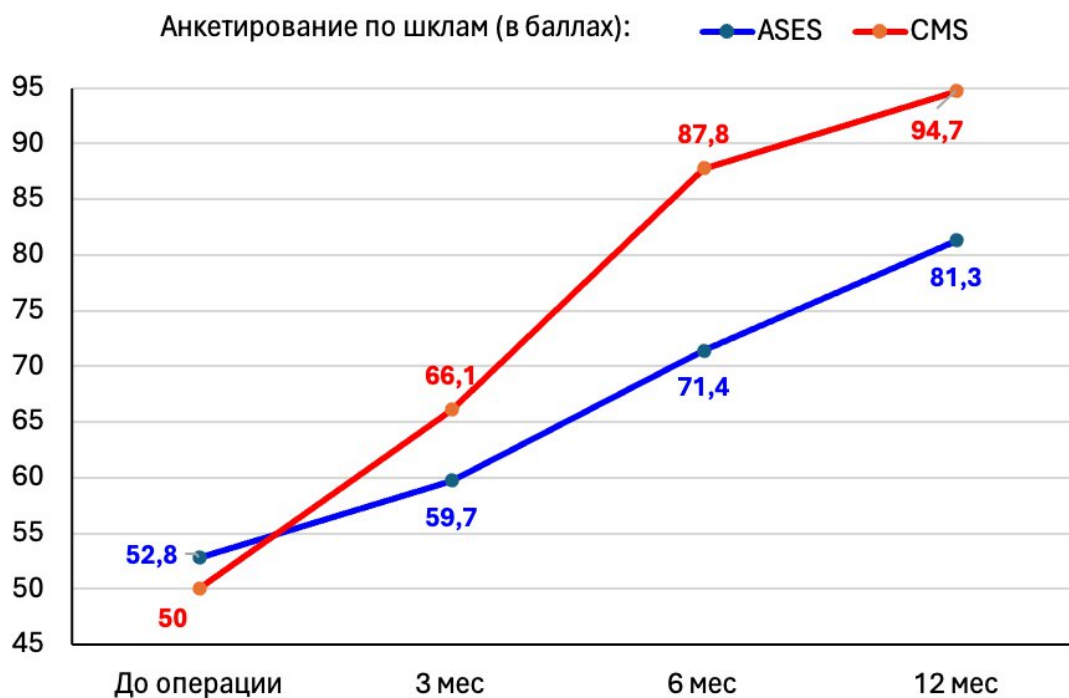


Рисунок 3.5 – Динамика средних показателей шкал ASES и CMS (в баллах) после операции у пациентов подгруппы P-2 (большие разрывы)

По данным МРТ-анализа жировой дистрофии мышц ротаторной манжеты в подгруппе P-2 (большие разрывы,  $n=45$ ) установлено прогрессирование патологических изменений в послеоперационном периоде: на 6-й месяц распределение степеней выглядело следующим образом: 0 степень — у 6 пациентов (13,3% от группы), I степень — у 18 (40%), II степень — у 20 (44,4%), III степень — у 1 (2,2%); тяжелых степеней (III–IV) на 6-м месяце было лишь 2,2%. К 12-му месяцу отмечено прогрессирование жировой дистрофии: 0 степень — у 3 пациентов (6,7%), I степень — у 14 (31,1%), II степень — у 22 (48,9%), III степень — у 4 (8,9%), IV степень — у 2 (4,4%). Таким образом, к 12 месяцам доля пациентов с тяжелыми

степенями жировой дистрофии (III–IV) составила 13,3% (6 пациентов из 45) (рисунок 3.6).

Нейропатия надлопаточного нерва отмечена клинически у 10 пациентов (22,2%).

За время наблюдения у двух пациентов (4,4%) с клиническими проявлениями нейропатии надлопаточного нерва на фоне прогрессирования жировой дистрофии до IV степени по Goutallier отмечена несостоятельность наложенных швов в сроки 6 и 7 месяцев с момента операции, что вызвало необходимость повторных операций с выполнением аутопластики надостной мышцы.

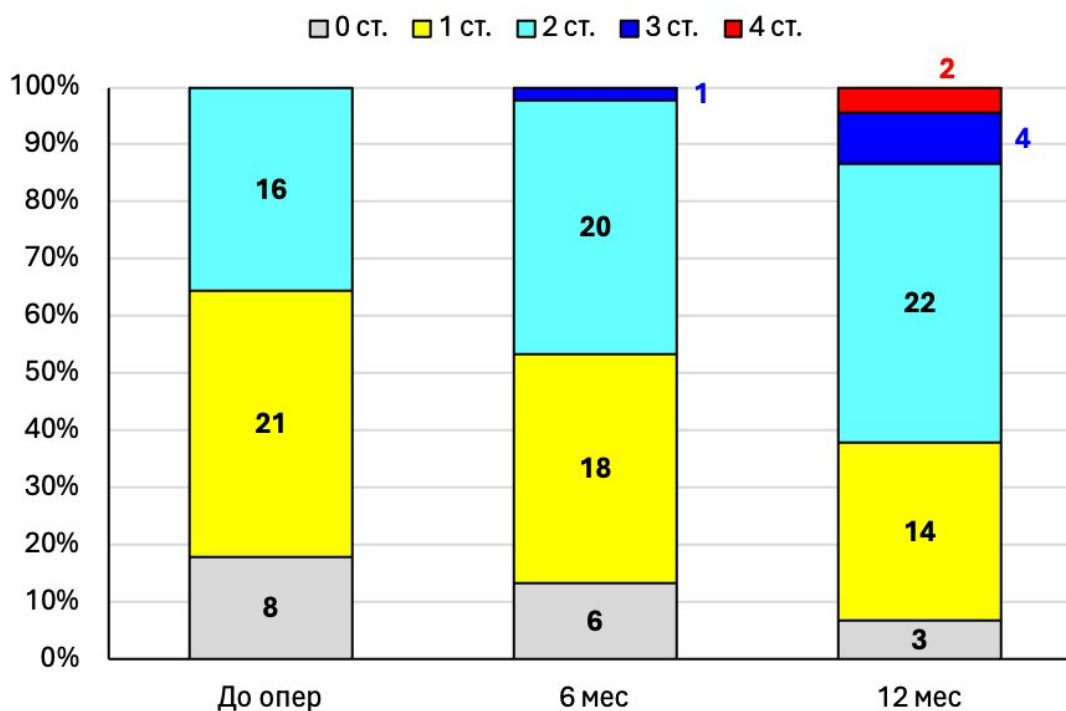


Рисунок 3.6 – Степень ЖМД по классификации Goutallier до и после операции в подгруппе P-2 (большие разрывы) – кол-во пациентов.

Объем движений в плечевом суставе к 12-му месяцу достиг значимого улучшения: сгибание —  $176,18 \pm 17,22^\circ$ , отведение —  $170 [167,97; 181,52]^\circ$ , наружная ротация —  $47,92 \pm 9,88^\circ$  ( $p < 0,01$ ).

### **3.3 Сравнение результатов лечения пациентов ретроспективного этапа**

Сравнительный анализ результатов лечения пациентов подгрупп Р-1 (средние разрывы) и Р-2 (большие разрывы) показал, что средние значения интенсивности боли имели клинически значимые отличия (различались более чем на 13 мм по ВАШ) только в дооперационном периоде. В послеоперационном периоде средние значения показателей боли отличались уже не так существенно, находясь в одном оценочном диапазоне, хотя в подгруппе Р-2 боль все же была более выраженной. К 12-му месяцу в подгруппе Р-1 боль была практически полностью купирована ( $10,41 \pm 3,93$  мм по ВАШ), тогда как в подгруппе Р-2 среднее значение осталось в диапазоне «незначительная боль» ( $19,09 \pm 8,07$  мм), а разница к этому сроку составила 8,68 мм ( $p < 0,01$ ) (рисунок 3.7).

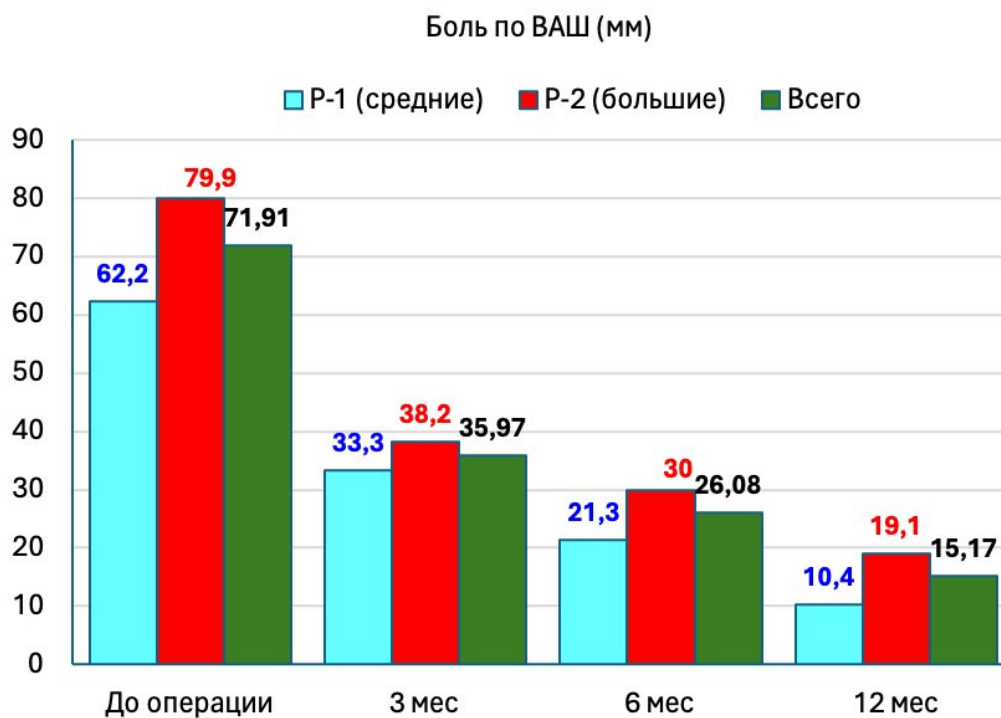


Рисунок 3.7 – Динамика болевого синдрома у пациентов ретроспективного этапа (средние значения в мм по ВАШ)

Оценка функции плечевого сустава по шкале DASH показала статистически значимые отличия в пользу пациентов подгруппы P-1, у которых уже к 3 месяцам после операции функция была в значительной степени восстановлена. Наиболее заметные отличия между подгруппами отмечены к 3 и 6 месяцам наблюдения: средний показатель в подгруппе P-1 был лучше соответственно на 18,0 балла (37,5 [22;28] против 42,71 ± 4,11) и на 16,2 балла (31 [14;22] против 34,8 ± 3,45), что статистически значимо ( $p < 0,01$  для обоих сроков). Данная разница является клинически значимой, поскольку минимальное клинически важное различие (MCID) для шкалы DASH составляет 10–15 баллов. К 12 месяцам в обеих подгруппах средние значения перешли в оценочный диапазон «отлично» (17,49 ± 3,09 в P-1 против 21 [22;26] в P-2), различие стало менее выраженным, составив 6,4 балла ( $p < 0,01$ ).

При сравнении обеих подгрупп по шкалам ASES и CMS не выявлено столь значительных различий между средними показателями. По шкале ASES на 12-й месяц наблюдения средние значения составили  $82,62 \pm 6,35$  в P-1 и  $81,33 \pm 4,12$  в P-2 ( $p=0,74$ ), по шкале CMS — 95 [94;96] в обеих подгруппах ( $p=0,52$ ). Несмотря на некоторое численное преимущество показателей подгруппы P-1 на промежуточных сроках (3 и 6 месяцев), эти отличия не имели ни статистической ( $p>0,05$ ), ни клинической значимости. Обе подгруппы достигли оценочного диапазона «отлично» к 12 месяцам наблюдения. Основные количественные данные сравнения между группами представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сравнительная оценка функциональных результатов лечения, интенсивности болевого синдрома и объема движений в плечевом суставе у пациентов подгрупп P-1 (средние разрывы) и P-2 (большие разрывы) в различные сроки после операции

Параметр	P-1	P-2	p-уровень
Шкала DASH на 3й месяц	37.5 [22;28]	$42.71 \pm 4.11$	<0.01*
Шкала DASH на 6й месяц	31 [14;22]	$34.8 \pm 3.45$	<0.01*
Шкала DASH на 12й месяц	$17.49 \pm 3.09$	21 [22;26]	<0.01*
Шкала ASES на 3й месяц	$63.19 \pm 7.75$	$59.69 \pm 6.41$	0.03*
Шкала ASES на 6й месяц	$74.73 \pm 6.2$	$71.4 \pm 5.96$	0.02*
Шкала ASES на 12й месяц	$82.62 \pm 6.35$	$81.33 \pm 4.12$	0.74
Шкала CMS на 3й месяц	$65.7 \pm 8.36$	66 [62;68]	0.84
Шкала CMS на 6й месяц	$89.05 \pm 4.35$	$87.82 \pm 4.95$	0.23
Шкала CMS на 12й месяц	95 [94;96]	95 [94;96]	0.52
Боль по ВАШ на 3й месяц	$33.32 \pm 7.73$	$38.16 \pm 9.5$	0.01*
Боль по ВАШ на 6й месяц	$21.32 \pm 6.37$	$30 \pm 6.69$	<0.01*
Боль по ВАШ на 12й месяц	$10.41 \pm 3.93$	$19.09 \pm 8.07$	<0.01*
Сгибание на 12й месяц	$176.18 \pm 17.22$	$174.61 \pm 11.17$	0.64
Отведение на 12й месяц	170 [167.97;181.52]	$168.19 \pm 8.38$	0.01*
Наружная ротация на 12й месяц	$47.92 \pm 9.88$	$47.25 \pm 6.05$	0.72

\* - статистически значимое различие

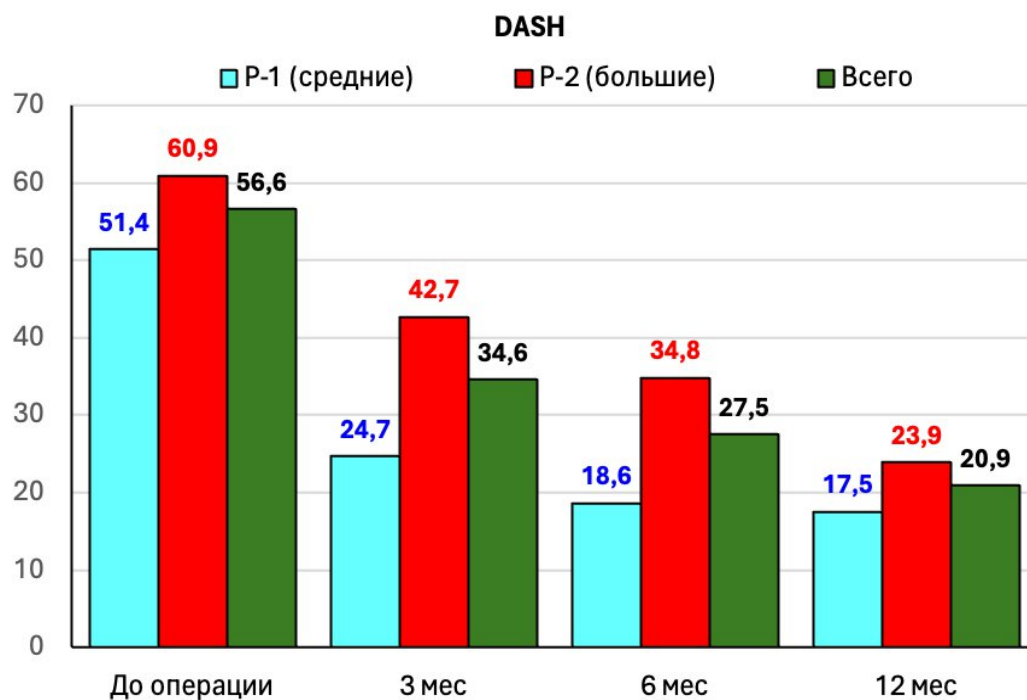


Рисунок 3.8 – Динамика показателей шкалы DASH у пациентов ретроспективного этапа (средние значения в баллах)

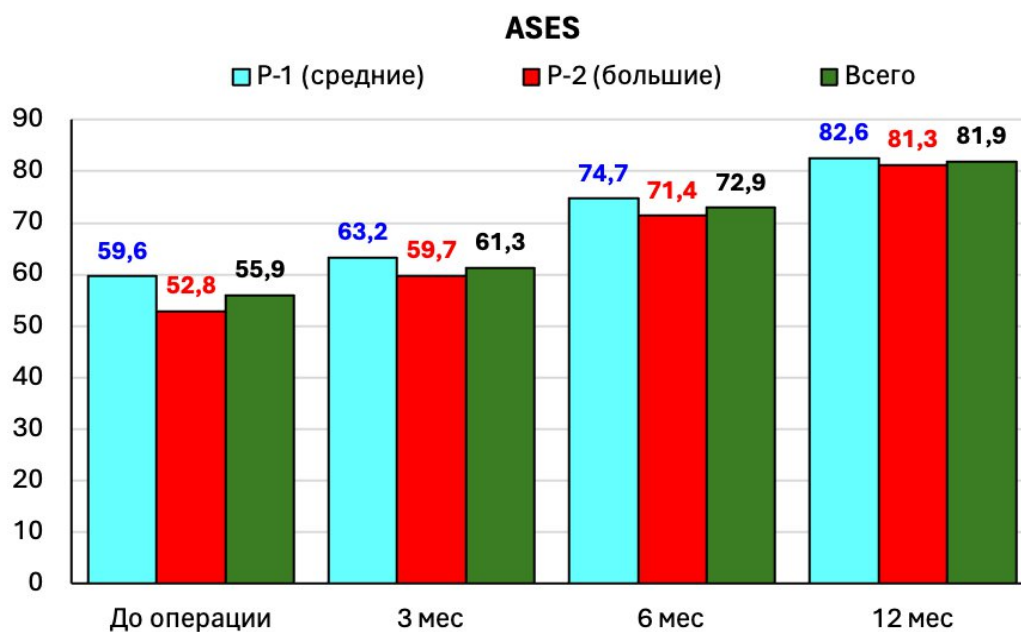


Рисунок 3.9 – Динамика показателей шкалы ASES у пациентов ретроспективного этапа (средние значения в баллах)

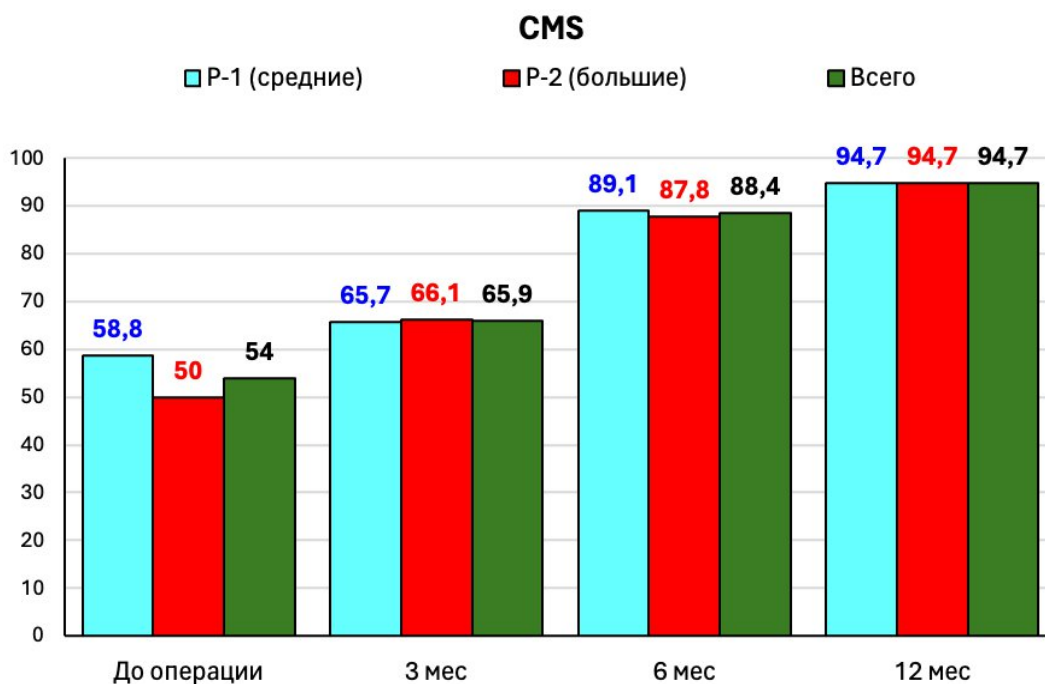


Рисунок 3.10 – Динамика показателей шкалы CMS у пациентов ретроспективного этапа (средние значения в баллах)

Средние показатели степени жировой мышечной дегенерации (ЖМД) в подгруппах у пациентов ретроспективного этапа имели значительные отличия. Перед операцией в подгруппе P-1 (средние разрывы) преобладали пациенты с отсутствием ЖМД (0 степень) — 20 пациентов (54,1% от группы), а совокупная доля 0 и I степеней ЖМД составила 94,6% (20+15=35 из 37 пациентов). В подгруппе P-2 (большие разрывы) ЖМД перед операцией отсутствовала (0 степень) только у 8 пациентов (17,7% от группы), что в 3,1 раза меньше, чем в P-1 ( $p < 0,01$ ), а совокупная доля 0 и I степеней ЖМД составила 64,4% (8+21=29 из 45 пациентов), что на 30,2% меньше, чем в P-1. Это наблюдение подтверждает общее мнение о том, что развитие ЖМД зависит от величины разрыва сухожилия надостной мышцы (СНМП).

Наблюдение за пациентами после операции в течение 12 месяцев показало, что в обеих подгруппах степень тяжести ЖМД увеличивалась. Доля пациентов, у

которых ЖМД отсутствовала (0 степень), к 12 месяцам снизилась: в подгруппе P-1 — на 10,9% (с 54,1% до 43,2% — 16 пациентов), в подгруппе P-2 — на 11,0% (с 17,7% до 6,7% — 3 пациента); различия между подгруппами по динамике отсутствия ЖМД статистически незначимы ( $p > 0,05$ ). Однако в подгруппе P-2 к 12 месяцам выявлено 4 случая ЖМД III степени (8,9% от группы) и 2 случая — IV степени (4,4% от группы), тогда как в подгруппе P-1 таких наблюдений не было, и тяжесть ЖМД ограничилась максимум II степенью (рисунок 3.11).

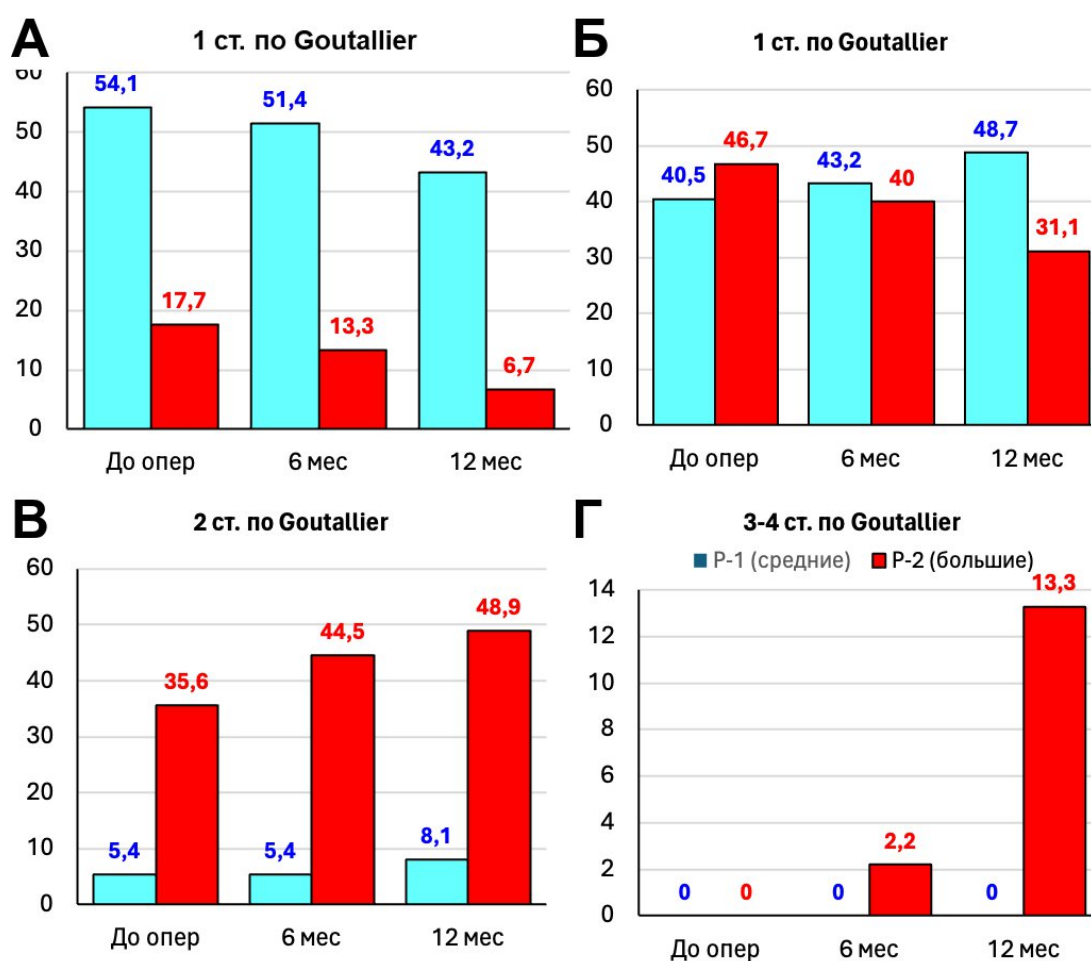


Рисунок 3.11 – Динамика показателей степени ЖМД по классификации Goutallier у пациентов ретроспективного этапа (в %)

Нейропатия надлопаточного нерва (НН) клинически обнаружена в подгруппе Р-2 у 10 пациентов (22,2% от группы); инструментальная верификация (ЭМГ/МР-нейрография) не проводилась. В подгруппе Р-1 случаев клинических проявлений нейропатии НН не было. К 12 месяцам после операции у трех из этих пациентов (30,0%) клинические явления нейропатии были купированы.

Изменения амплитуды движений в плечевом суставе к 12 месяцам после операции в подгруппах Р-1 и Р-2 были примерно одинаковыми как по средним конечным показателям (разница показателей сгибания-разгибания составила  $1,6^\circ$ , отведения-приведения —  $6,3^\circ$ , наружной ротации —  $0,6^\circ$  ( $p>0,05$  для всех сравнений), так и по их динамике относительно предоперационных значений (рисунок 3.12).

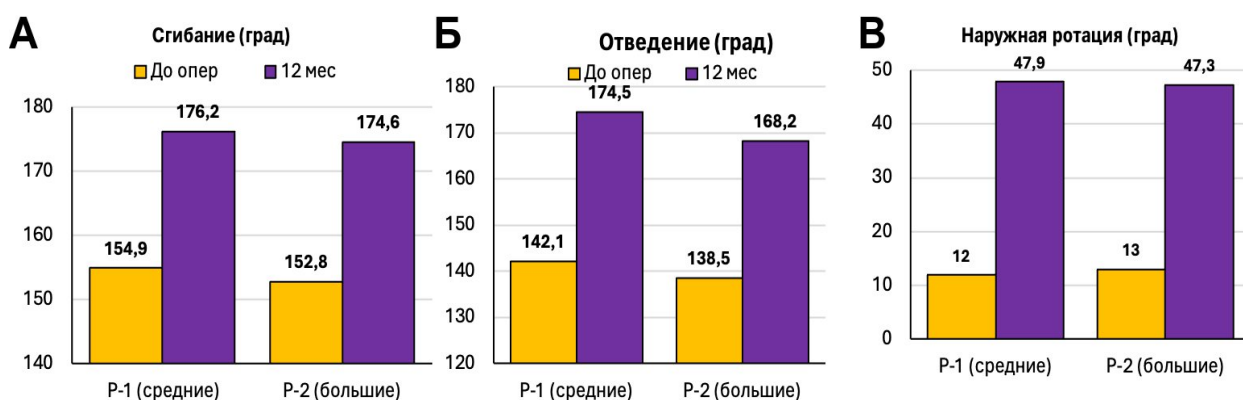


Рисунок 3.12 – Изменения средних показателей амплитуды движений в плечевом суставе к 12 месяцам после операции в подгруппах Р-1 и Р-2

Таким образом, ретроспективный анализ результатов 82 операций, выполненных пациентам с разрывами надостной мышцы, показал, что развитие нейропатии надлопаточного нерва характерно для больших разрывов (по классификации DeOrio J.K. & Cofield R.H.). При этом статистически значимо прогрессирует жировая мышечная дегенерация, что снижает прочность реконструируемых тканей и создает предпосылки для развития несостоятельности

наложенных швов. Поэтому функциональному состоянию надлопаточного нерва следует уделять особое внимание, своевременно устраняя факторы, способствующие развитию его нейропатии.

### Клинический пример №1

Пациент В., 50 лет. Жалобы на сильные боли в области правого плечевого сустава, усиливающиеся при движениях, ограничение функции. Упал с высоты собственного роста около 1 года назад. Лечение консервативное: противовоспалительные препараты, физиотерапия – без заметного эффекта. При обращении: боль по ВАШ – до 79 мм, DASH – 65 баллов, ASES – 52 балла, CMS – 51 балл. На МРТ – большой (4,1 см) разрыв СНМП с ретракцией 2-3 степени по Patte, жировой дегенерацией 2 степени по Goutallier (рисунок 3.13).



Рисунок 3.13 – Пациент В. МРТ плечевого сустава до операции: А - фронтальная плоскость; Б - аксиальная плоскость (собственное наблюдение)

Выполнена операция – артроскопический двухрядный шов СНМП без релиза надлопаточного нерва (рисунок 3.14).

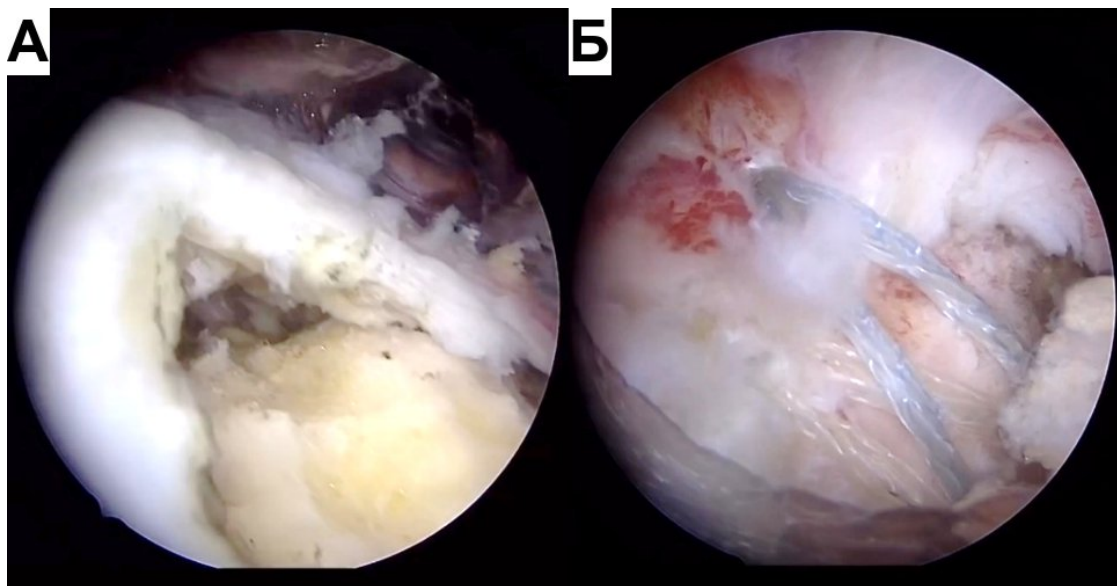


Рисунок 3.14 – Пациент В. Ход операции: А – визуализация разрыва; Б – наложение двухрядного шва (собственное наблюдение)

После операции – иммобилизация косыночной повязкой, на второй день начаты занятия с реабилитологом. Осложнений в послеоперационном периоде не было. Однако жировая дегенерация прогрессировала, и к 12 месяцам наблюдения была оценена как 3 степень по Goutallier (рисунок 3.15).



Рисунок 3.15 – Пациент В. МРТ плечевого сустава через 12 мес. после операции:  
 А - фронтальная плоскость, визуализация надостной мышцы; Б - фронтальная плоскость, визуализация места прикрепления надостной мышцы; В - аксиальная плоскость (собственное наблюдение)

Анкетирование проводили через 3, 6 и 12 месяцев после операции (рисунок 3.14). Отмечена статистически значимая положительная динамика, однако к 12 месяцам сохранилась незначительная боль (13 мм по ВАШ), а показатели функциональных шкал к 12 месяцам наблюдения остались в оценочных диапазонах «хорошо», не перейдя в диапазон «отлично» (рисунок 3.16).

При первичном осмотре верифицированы клинические признаки поражения надлопаточного нерва. На 12-й месяц после операции клинически выявлены признаки незавершённой реиннервации надостной мышцы.

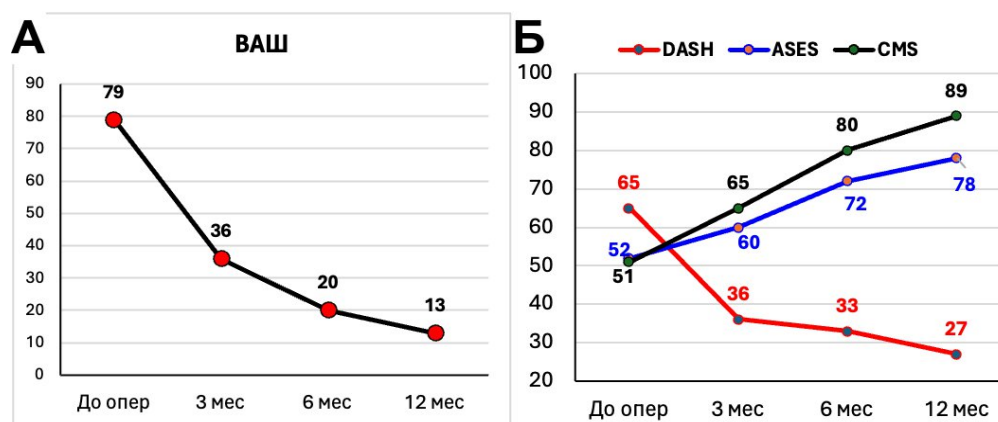


Рисунок 3.16 – Пациент В. Результаты оценки боли во ВАШ в мм (А) и анкетирования DASH, ASES и CMS (Б)

Данный клинический пример показывает, что при большом разрыве СНМП развившаяся нейропатия надлопаточного нерва сохраняется после реконструктивной операции, способствуя прогрессированию жировой дегенерации, оказывая негативное влияние на функциональные результаты и не позволяя достичь максимального эффекта от выполненной операции.

### 3.4 Алгоритм выбора хирургической тактики

При разработке алгоритма выбора оптимальной лечебной тактики для пациентов с разрывами надостной мышцы руководствовались данными литературы, собственным опытом и результатами ретроспективного этапа исследования. Учитывали следующие соображения:

1) Малые (меньше 1 см) разрывы СНМП по классификации J.K. DeOrio & R.H. Sofield практически никогда не сопровождаются нейропатией НН, функция плечевого сустава при этом нарушается в небольшой степени, и такие случаи, как правило, можно успешно лечить консервативно. Тем не менее, при определении лечебной тактики следует применять персонализированный подход и учитывать

клиническую картину (прежде всего – болевые ощущения), а также индивидуальные запросы пациентов к желаемому уровню физической активности. Таких пациентов в наше исследование мы не включали, полагая методом выбора для них консервативное лечение с отдельными индивидуальными исключениями.

2) Все случаи нейروпатии НН, вне зависимости от степени тяжести разрывов СНМП, мы считали показаниями к артроскопическому восстановлению повреждений в сочетании с релизом НН. Как показал ретроспективный этап исследования, большинство пациентов с нейропатией НН имеют разрывы больше 3 см, что объясняется значительной ретракцией поврежденных тканей и, как следствие, вовлечением в патологический процесс надлопаточного нерва.

3) Все случаи больших разрывов по классификации J.K. DeOrio & R.H. Cofield мы считали показанием к выполнению релиза НН даже при отсутствии явных признаков нейروпатии, так как такие повреждения являются фактором риска для ее развития, а выполненный релиз сможет способствовать сохранению жизнеспособности и функциональной полноценности НН.

4) Случаи массивных разрывов (свыше 5 см) по классификации J.K. DeOrio & R.H. Cofield в большинстве своем являются «невосстановимыми» и требуют выполнения аутопластики или даже эндопротезирования. Наложение артроскопических швов для восстановления таких разрывов нецелесообразно ввиду необходимости устранения значительной дислокации тканей из-за их ретракции, а также наступившей выраженной ЖМД, что делает ткани рыхлыми и неспособными «удержать» наложенные швы. Поэтому у пациентов с массивными разрывами мы считали выполнение релиза не показанным, и в свое исследования такие случаи не включали.

Таким образом, разработанный нами алгоритм выбора лечебной тактики для пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы выглядит следующим образом (рисунок 3.17):



Рисунок 3.17 – Алгоритм выбора тактики при разрывах СНМП

Выработанный алгоритм мы применили в клинической практике на проспективном этапе исследования.

### 3.5 Резюме

В главе 3 представлены результаты ретроспективного этапа исследования, посвящённого анализу исходов хирургического лечения пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча при применении традиционной методики артроскопического восстановления без выполнения релиза надлопаточного нерва.

В исследование были включены 82 пациента, которым ранее было выполнено артроскопическое восстановление сухожилия надостной мышцы. В зависимости от размера повреждения пациенты были разделены на две подгруппы: с средними и большими разрывами сухожилия. Проведённый анализ позволил оценить динамику болевого синдрома, функционального состояния плечевого сустава, изменения амплитуды движений, а также состояние мышечной ткани и надлопаточного нерва.

Полученные результаты показали, что артроскопическое восстановление сухожилия надостной мышцы обеспечивает выраженное снижение болевого синдрома и улучшение функции плечевого сустава у большинства пациентов. В обеих подгруппах наблюдалась положительная динамика показателей по шкалам оценки функции плечевого сустава и увеличение амплитуды движений.

Вместе с тем установлено, что при больших разрывах сухожилия надостной мышцы чаще выявляются неблагоприятные факторы, способные ухудшать результаты лечения. К таким факторам относятся развитие нейропатии надлопаточного нерва и прогрессирование жировой мышечной дегенерации. В группе пациентов с большими разрывами данные нарушения встречались значительно чаще и в ряде случаев сопровождались ухудшением функциональных результатов и развитием несостоятельности наложенных швов.

Проведённый анализ подтвердил, что выраженность жировой мышечной дегенерации и вероятность развития нейропатии надлопаточного нерва тесно связаны с размером разрыва сухожилия. При средних повреждениях указанные патологические изменения наблюдались значительно реже, тогда как при больших разрывах отмечалась их более высокая частота и более выраженная динамика в послеоперационном периоде.

Результаты ретроспективного этапа исследования позволили определить ключевые факторы, влияющие на исход хирургического лечения, и послужили основанием для формирования алгоритма выбора оптимальной лечебной тактики у пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча. В основу

предложенного алгоритма положены размеры разрыва, состояние надлопаточного нерва и выраженность структурных изменений мышечной ткани.

Полученные данные обосновали необходимость дальнейшего изучения роли релиза надлопаточного нерва при лечении пациентов с большими разрывами сухожилия надостной мышцы, что послужило основанием для проведения проспективного этапа исследования, результаты которого представлены в следующей главе.

## **ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РЕЛИЗОМ НАДЛОПАТОЧНОГО НЕРВА (ПРОСПЕКТИВНЫЙ ЭТАП)**

Всего на проспективном этапе исследования наблюдали 121 пациента, которым выполнили артроскопическое восстановление разрыва СНМП по стандартной методике. Этим пациентам разделили на основную группу и группу сравнения.

В основную группу («ПО»: n=65) вошли все 9 пациентов со средними разрывами СНМП, сопровождающимися нейропатией НН, а также 56 пациентов с большими разрывами вне зависимости от наличия нейропатии. В этой группе дополнительно выполняли релиз надлопаточного нерва. Остальные пациенты из общей когорты с большими разрывами вошли в группу сравнения («ПС»: n=56) в результате рандомного распределения. Им релиз НН не выполняли, и операции проходили так же, как и в подгруппе Р-2 ретроспективного этапа.

### **4.1 Операции без релиза надлопаточного нерва**

#### **Результаты лечения в группе сравнения («ПС»)**

В группе ПС (n=56) средний показатель боли по ВАШ к 3 месяцам после операции снизился в 2,2 раза по сравнению с дооперационным уровнем с 81 [72; 89,25] мм до 35 [31; 44] мм ( $p < 0,01$ ), перейдя в оценочный диапазон «умеренная боль». К 6 месяцам показатель снизился до 27 [21,75; 28,25] мм ( $p < 0,01$ ), а к 12 месяцам — до 16 [11,75; 17] мм ( $p < 0,01$ ), что соответствует диапазону «незначительная боль».

Оценка среднего значения функции плечевого сустава по шкале DASH уже к 3 месяцам после операции перешла в оценочный диапазон «хорошо», улучшившись по сравнению с начальным уровнем в 1,5 раза на 18,4 балла, с 60 [53;

65] до  $40,04 \pm 5,44$  ( $p < 0,01$ ). К 12 месяцам показатель перешел в диапазон «отлично» в 24 [19,75; 25,25] балла, показав улучшение начального показателя в 2,5 раза ( $p < 0,01$ ) (рисунок 4.1).

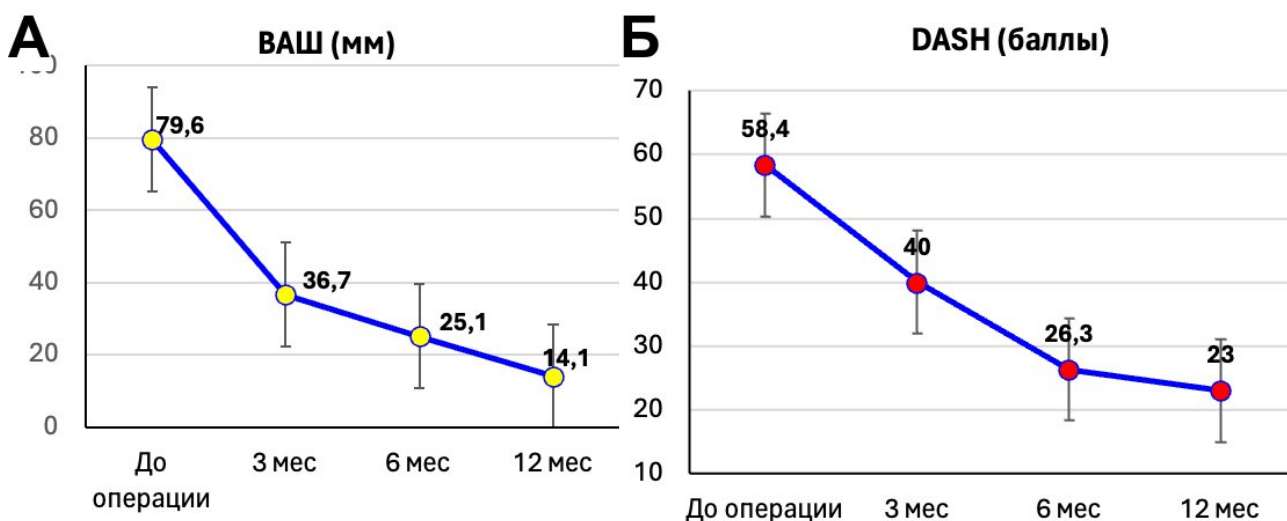


Рисунок 4.1 – Динамика средних показателей оценки боли по ВАШ (А) и функции плечевого сустава по DASH (Б) после операции у пациентов группы ПС

Аналогичная тенденция отмечена и для средних показателей шкал ASES и Constant-Murley (CMS). По шкале ASES показатель улучшился с  $50,51 \pm 5,29$  балла до операции до  $81,85$  [78,28; 84,11] балла к 12 месяцам наблюдения, а по шкале CMS — с  $51$  [45; 55,33] балла до  $93,61$  [87,75; 93,75] балла к 12 месяцам, что соответствует оценочному диапазону «отлично» для обеих шкал (рисунок 4.2).

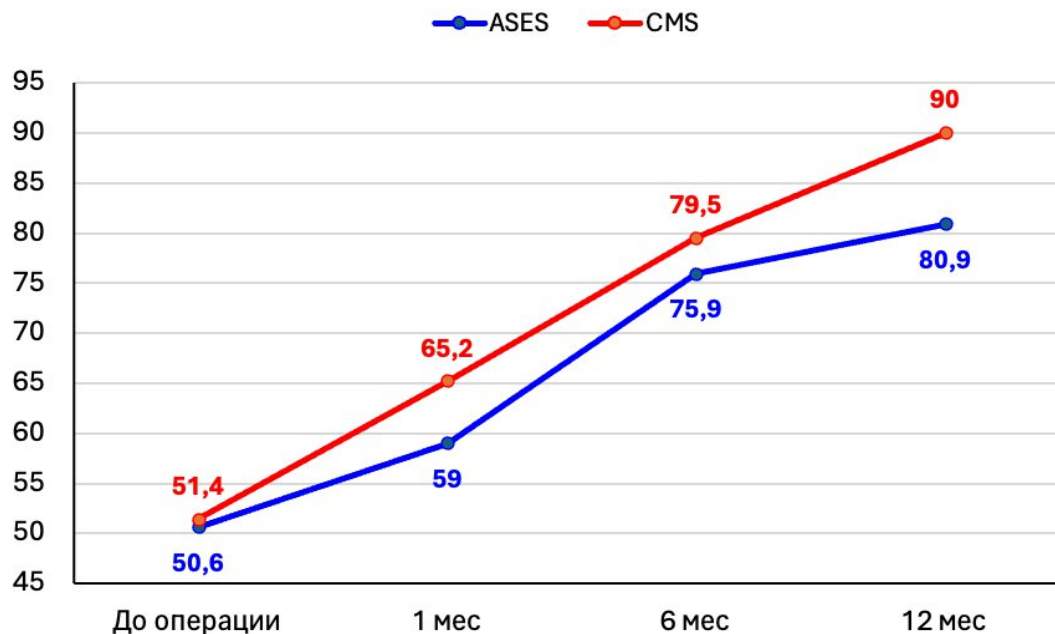


Рисунок 4.2 – Динамика средних показателей шкал ASES и CMS (в баллах) после операции у пациентов группы ПС

Перед операцией по данным МРТ жировая мышечная дегенерация отмечена у 47 пациентов (83,9%), однако тяжелых степеней (3-4 по Goutallier) не было ни в одном случае. В послеоперационном периоде к 12 месяцам ЖМД развилась еще у 5 пациентов, что снизило долю случаев отсутствия данной патологии с 9 до 4, или на 9,0%. Вместе с тем, к 12 месяцам увеличилась тяжесть ЖМД, и появились 10 пациентов (17,9%) с ЖМД 3-4 степени по классификации Goutallier (рисунок 4.3).

Нейропатия надлопаточного нерва перед операцией констатирована в 13 случаях (23,2%). Из них к 12 месяцам наблюдения клинически и по данным ЭНМГ нейропатия сохранилась у 8 пациентов (14,3%); у остальных 5 человек получена нормализация М-ответа.

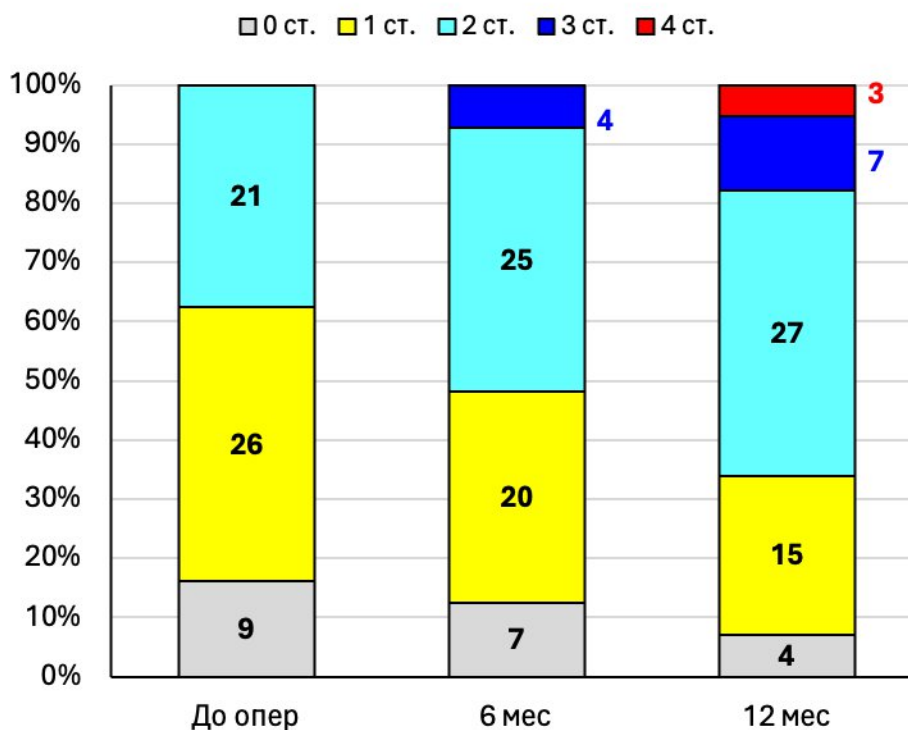


Рисунок 4.3 – Степень ЖМД по классификации Goutallier до и после операции в группе ПС (n = 56)

Таким образом, восстановление разрыва СНМП даже без релиза НН способствовало регрессу неврологической симптоматики в 38,5% наблюдений, что мы связываем с устранением тракционных воздействий. Вместе с тем, у одного пациента, ранее не имевшего нейропатии, к 12 месяцам эти явления появились, вероятно, вследствие компрессии НН.

Амплитуда движений в плечевом суставе к 12 месяцам после операции статистически значимо улучшилась: сгибание увеличилось на  $16,6^\circ$  с  $153,97 \pm 21,63^\circ$  до  $170,56 \pm 9,67^\circ$  ( $p < 0,01$ ), отведение — на  $28,9^\circ$  с  $139,12 \pm 34,35^\circ$  до  $168,04 [160,89; 177,23]^\circ$  ( $p < 0,01$ ), наружная ротация — на  $34,6^\circ$  с  $12,41 [10; 15,41]^\circ$  до  $46,98 \pm 7,40^\circ$  ( $p < 0,01$ ).

## Сравнение результатов в группах Р-2 и ПС

Проведено сравнение пациентов ретроспективной подгруппы Р-2 (n=45) и проспективной группы ПС (n=56), которые по основным демографическим и исходным клиническим параметрам были сопоставимы. В обеих группах имели место тяжелые повреждения сухожилия надостной мышцы (СНМП) — большие разрывы по классификации J.K. DeOrio и R.H. Cofield, операции проводили без выполнения релиза надлопаточного нерва (НН).

В процессе наблюдения средние значения показателей боли по ВАШ, а также функциональных шкал (DASH, ASES, CMS) в обеих группах демонстрировали сходную положительную динамику. К 12 месяцам после операции различия между группами по большинству показателей не достигли статистической значимости ( $p > 0,05$ ), однако по ряду параметров (DASH на 3-й и 6-й месяц, ASES на 6-й месяц, CMS на 6-й и 12-й месяц, ВАШ на 6-й и 12-й месяц) различия были статистически значимыми ( $p < 0,01$ ), при этом они не являлись клинически значимыми. Разница между группами к 12 месяцам составила: по ВАШ — 0,5 мм ( $19,09 \pm 8,07$  в Р-2 против 16 [11,75; 17] в ПС) при MCID=1,3 мм; по DASH — 0,9 балла (24 [22; 26] в Р-2 против 24 [19,75; 25,25] в ПС) при MCID=12 баллов; по ASES — 0,4 балла ( $81,33 \pm 4,12$  в Р-2 против 81,85 [78,28; 84,11] в ПС) при MCID=15 баллов; по CMS — 4,7 балла (95 [94; 96] в Р-2 против 93,61 [87,75; 93,75] в ПС) при MCID=15 баллов (рисунок 4.4).

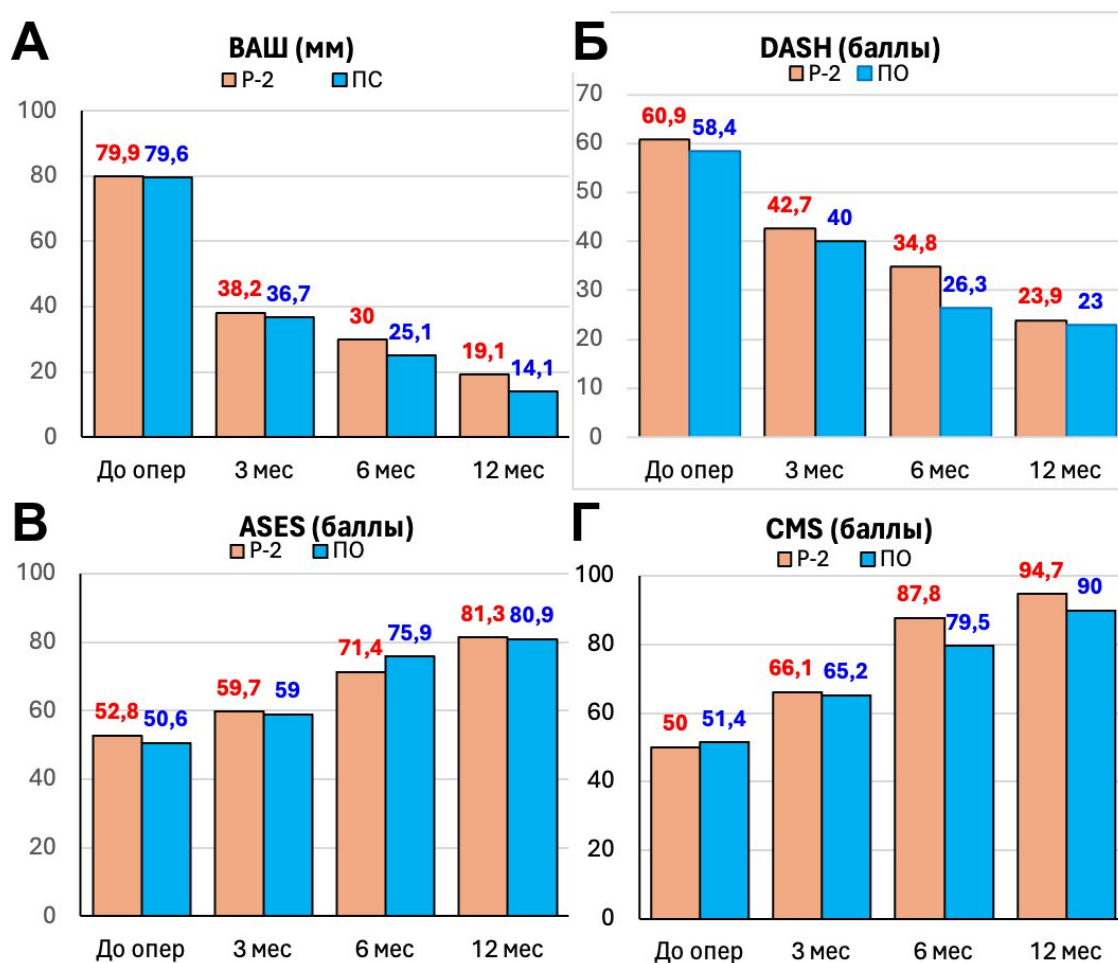


Рисунок 4.4 – Динамика показателей анкетирования в группах P-2 и ПО (без релиза НН) по оценке боли (А), по шкале DASH (Б), ASES (В) и CMS (Г)

Сравнение по степени ЖМД также показало схожесть тенденции к увеличению тяжести этой патологии. К 12 месяцам наблюдения доля пациентов с ЖМД 3-4 степени по классификации Goutallier была выше в подгруппе P-2 на 4,0%, однако это отличие нельзя назвать существенным ( $p > 0,05$ ) (рисунок 4.5)

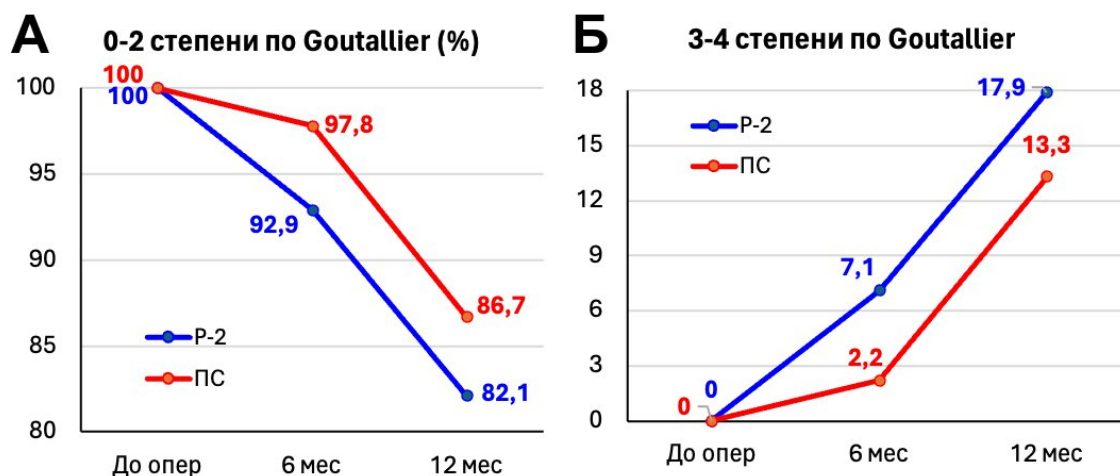


Рисунок 4.5 – Степени жировой мышечной дегенерации в подгруппах P-2 и ПС (без релиза НН): 0-2 степени (А) и 3-4 степени (Б) по Goutallier

Случаи клинически выявленных нейропатий надлопаточного нерва перед операцией зафиксированы в подгруппе P-2 у 10 пациентов (22,2%), а в группе ПС, уже выявленной инструментально, — в 13 случаях (23,2%), что, несмотря на методологические различия в способах диагностики, является сопоставимым результатом ( $p > 0,05$ ).

Изменения амплитуды движений в плечевом суставе к 12 месяцам после операции в группе ПС и подгруппе P-2 были примерно одинаковыми как по средним конечным показателям, так и по их динамике относительно предоперационных значений. Разница показателей сгибания-разгибания составила  $4,0^\circ$  —  $170,56 \pm 9,67^\circ$  в ПС против  $174,61 \pm 11,17^\circ$  в P-2; отведения-приведения —  $0,2^\circ$  —  $168,04 [160,89; 177,23]^\circ$  в ПС против  $168,19 \pm 8,38^\circ$  в P-2; наружной ротации —  $0,3^\circ$  —  $46,98 \pm 7,40^\circ$  в ПС против  $47,25 \pm 6,05^\circ$  в P-2 ( $p > 0,05$  для всех сравнений) (рисунок 4.6).

Таким образом, результаты, полученные в группе ПС проспективного этапа исследования, подтвердили те тенденции, которые были выявлены при анализе результатов ретроспективного этапа, не имея с подгруппой P-2 существенных отличий. Группу ПС выделили для того, чтобы уточнить данные ретроспективного

анализа, полагая проспективное исследование, в ходе которого мы могли полностью контролировать пациентов на протяжении всего времени наблюдения, более точным и информативным.

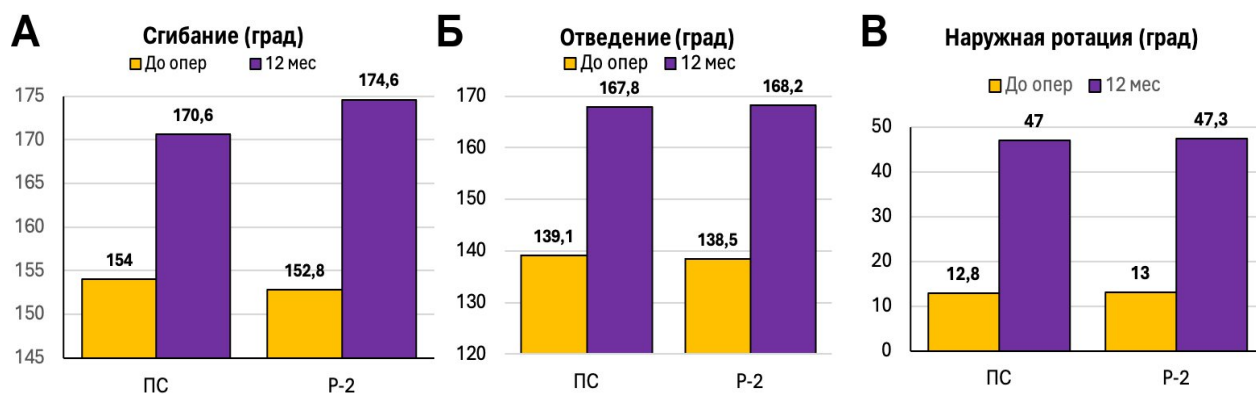


Рисунок 4.6 – Изменения средних показателей амплитуды движений сгибания (А), отведения (Б) и наружной ротации (В) в плечевом суставе к 12 месяцам после операции в подгруппах ПС и Р-2

## 4.2 Операции с релизом надлопаточного нерва

Релиз НН, дополняющий артроскопическую реконструкцию поврежденного СНМП, выполнили у 65 пациентов (проспективная основная группа — «ПО»). Эту группу разделили на 2 подгруппы: ПО-1, где операцию релиза НН выполняли по запатентованной нами методике, и ПО-2, где релиз выполняли по модифицированной малоинвазивной методике. Перед исследованием на этом этапе было поставлено два вопроса:

1. Эффективность релиза НН вне зависимости от хирургической техники исполнения.
2. Обоснование преимуществ разработанной нами малоинвазивной хирургической техники релиза.

## Целесообразность выполнения релиза надлопаточного нерва

В группе ПО (n=65) 61 пациент имел большие (по классификации DeOrio J.K. & Cofield R.H.) разрывы сухожилия надостной мышцы (СНМП) и 4 пациента — средние разрывы.

Нейропатию надлопаточного нерва (НН) определяли клинически, подтверждая диагноз данными электронейромиографии (ЭНМГ). В группе ПО установлено 16 случаев нейропатии НН (24,6% от группы), тогда как в группе ПС — 13 случаев (23,2%). Таким образом, перед операцией доля пациентов с верифицированной нейропатией НН в группах была сопоставимой ( $p>0,05$ ).

Помимо артроскопического восстановления СНМП, всем пациентам группы ПО был выполнен релиз надлопаточного нерва. После операции пациентам проводили реабилитационный период и осуществляли динамическое наблюдение по общему протоколу, так же как и в других группах. Результаты сравнивали с группой ПС (n=56), сопоставимой с группой ПО по основным начальным показателям перед началом лечения.

К 12 месяцам после операции средние значения болевого синдрома в группах ПО и ПС отличались на 6,8 мм в пользу группы ПО (11 [2; 12] мм в ПО против 16 [11,75; 17] мм в ПС,  $p<0,01$ ); в группе ПО боль была практически полностью купирована.

По шкале DASH оценка функции плечевого сустава перед началом лечения имела статистически значимые отличия ( $61,3 \pm 6,1$  в ПО против 60 [53; 65] в ПС,  $p=0,011$ ), однако эта разница не являлась клинически значимой (MCID для DASH составляет 10–15 баллов). К 12 месяцам разница средних значений составила 12,3 балла в пользу группы ПО (18 [5; 16] в ПО против 24 [19,75; 25,25] в ПС,  $p<0,01$ ), что является как статистически, так и клинически значимым, свидетельствуя в пользу выполнения релиза.

Средние показатели по шкале ASES к 12 месяцам также продемонстрировали преимущество группы ПО: разница составила 3,1 балла в пользу ПО ( $86,3 \pm 5,5$  в ПО против  $83,2 [78,3; 84,1]$  в ПС,  $p < 0,01$ ). По шкале CMS к 12 месяцам показатели в обеих группах достигли высоких значений ( $96,5 [97,6; 100]$  в ПО против  $93,61 [87,75; 93,75]$  в ПС,  $p < 0,01$ ), при этом в группе ПО результат был лучше на 2,9 балла (рисунок 4.8, таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Сравнительная оценка функциональных исходов, болевого синдрома и объема движений в плечевом суставе у пациентов групп ПО и ПС

Параметр	ПО	ПС	Р-уровень
Шкала DASH на 3й месяц	$32.6 \pm 7$	$40 \pm 5.4$	<b>&lt;0.01*</b>
Шкала DASH на 6й месяц	$23.9 \pm 5.2$	$26.3 \pm 4.2$	<b>0.005*</b>
Шкала DASH на 12й месяц	18 [5;16]	18 [19.8;25.2]	<b>&lt;0.01*</b>
Шкала ASES на 3й месяц	$65 \pm 8$	60.9 [56.7;63.9]	<b>&lt;0.01*</b>
Шкала ASES на 6й месяц	$82.8 \pm 7.8$	80 [70.1;80.5]	<b>&lt;0.01*</b>
Шкала ASES на 12й месяц	$86.3 \pm 5.5$	83.2 [78.3;84.1]	<b>&lt;0.01*</b>
Шкала CMS на 3й месяц	67 [63;74]	$65.2 \pm 7.8$	<b>0.003*</b>
Шкала CMS на 6й месяц	82.7 [80.6;92]	$79.5 \pm 5.9$	<b>&lt;0.01*</b>
Шкала CMS на 12й месяц	96.5 [97.6;100]	96.5 [87.8;93.8]	<b>&lt;0.01*</b>
Боль по ВАШ на 3й месяц	31 [17;32]	31 [31;44]	<b>&lt;0.01*</b>
Боль по ВАШ на 6й месяц	21 [11;21]	21 [21.8;28.2]	<b>&lt;0.01*</b>
Боль по ВАШ на 12й месяц	11 [2;12]	11 [11.8;17]	<b>&lt;0.01*</b>
Сгибание-разгибание на 12й месяц	174.2 [170.2;186.7]	$170.6 \pm 9.7$	<b>0.001*</b>
Отведение-приведение на 12й месяц	$176.6 \pm 15.6$	170.6 [160.9;177.2]	<b>0.004*</b>
Объем ротации на 12й месяц	$48.5 \pm 8.7$	$47 \pm 7.4$	0.295

\* - статистически значимое различие

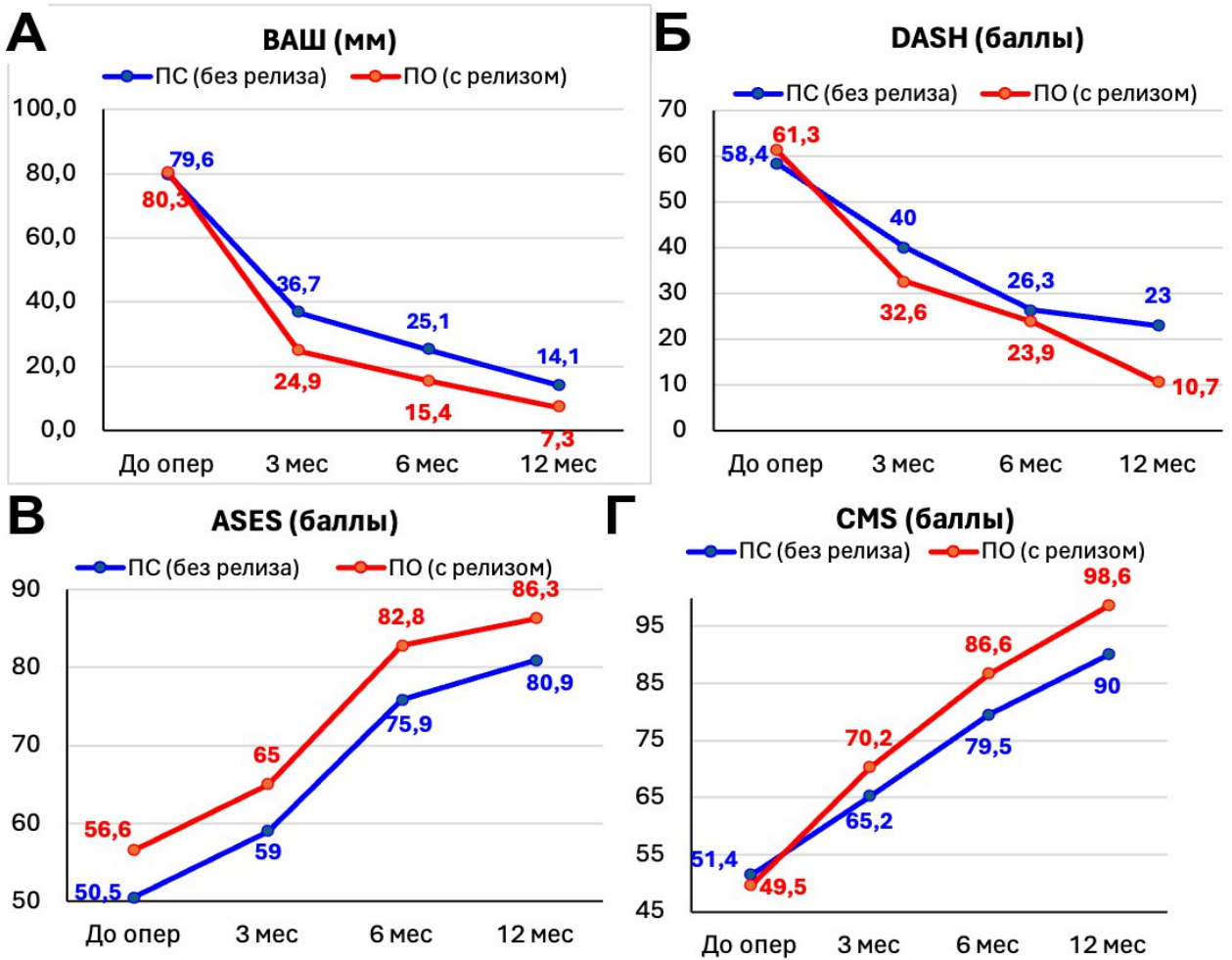


Рисунок 4.7 – Динамика показателей анкетирования в группах ПО (с релизом НН) и ПС (без релиза НН) по оценке боли (А), по шкале DASH (Б), ASES (В) и CMS (Г)

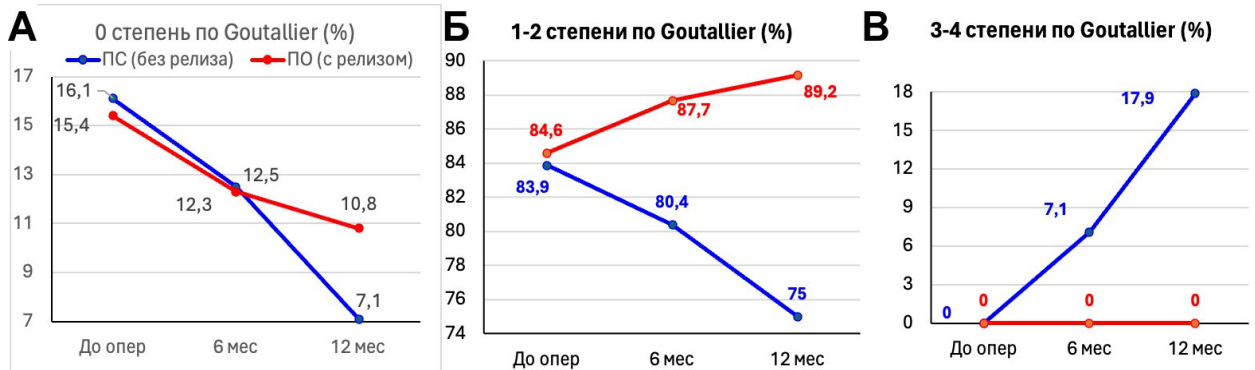


Рисунок 4.8 – Динамика степени тяжести жировой мышечной дегенерации в группах ПО и ПС: 0 степень, 1-2 степени (Б) и 3-4 степени (В) по Goutallier

После выполненной операции в группе ПС регресс неврологической симптоматики констатирован у 5 человек, а в одном случае нейропатия, наоборот, появилась у пациента, не имевшего такого нарушения до операции. В результате к 12 месяцам наблюдения доля пациентов с нейропатией НН в группе ПС составила 16,1% (9 пациентов из 56). Снижение доли по сравнению с предоперационным уровнем (13 пациентов, 23,2%) составило 1,4 раза.

В группе ПО после операции, включавшей релиз НН, у 14 человек нейропатия была купирована, и к 12 месяцам сохранилась только у двух пациентов (3,1% от группы). Таким образом, в группе ПО доля пациентов с нейропатией НН снизилась в 8,0 раз (с 24,6% до 3,1%). Эта динамика лучше, чем в группе ПС, в 5,7 раза ( $p < 0,001$ ) (рисунок 4.9).

Изменения амплитуды движений в плечевом суставе к 12 месяцам после операции в группе ПО были более выражены как по средним конечным показателям (разница показателей сгибания-разгибания составила  $3,6^\circ$  —  $174,2 [170,2; 186,7]^\circ$  в ПО против  $170,6 \pm 9,7^\circ$  в ПС,  $p=0,001$ ; отведения-приведения —  $6,0^\circ$  —  $176,6 \pm 15,6^\circ$  в ПО против  $170,6 [160,9; 177,2]^\circ$  в ПС,  $p=0,004$ ; наружной ротации —  $1,5^\circ$  —  $48,5 \pm 8,7^\circ$  в ПО против  $47,0 \pm 7,4^\circ$  в ПС,  $p=0,295$ ), так и по их динамике относительно предоперационных значений (рисунок 4.10).

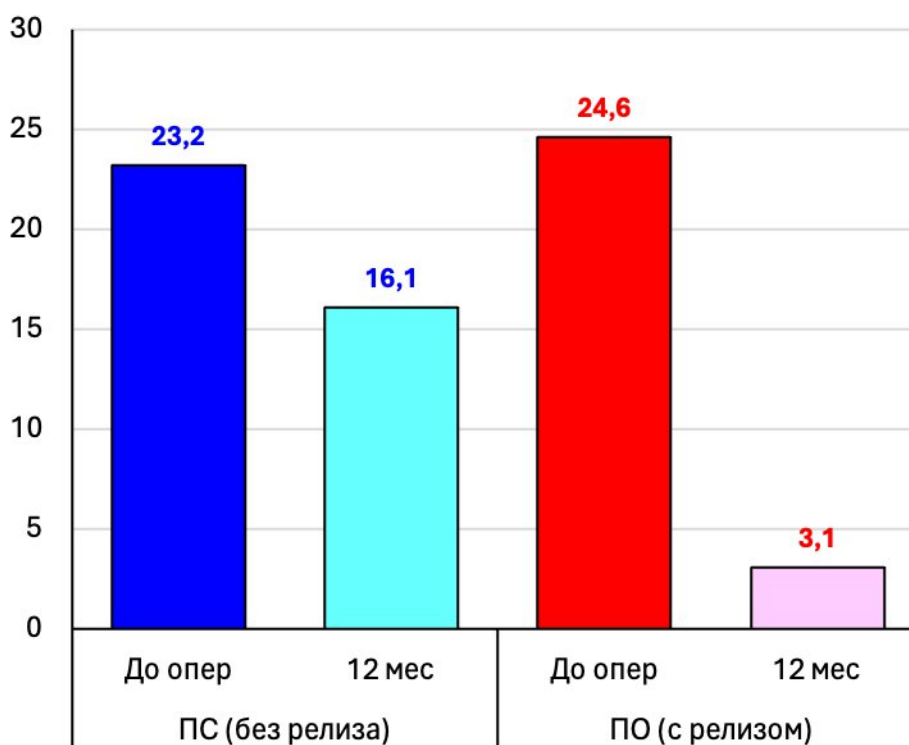


Рисунок 4.9 – Нейропатия надлопаточного нерва в группах ПО и ПС (%)

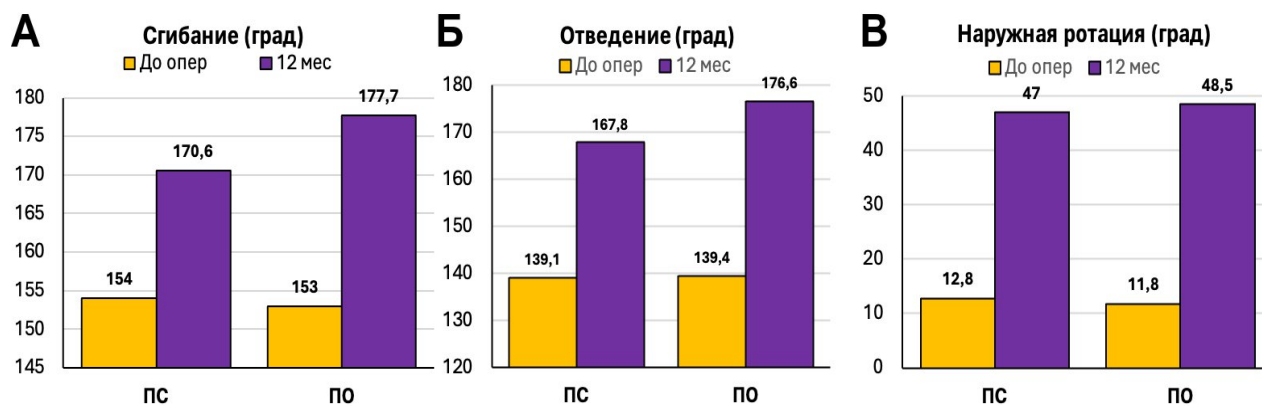


Рисунок 4.10 – Изменения средних показателей амплитуды движений сгибания (А), отведения (Б) и наружной ротации (В) в плечевом суставе к 12 месяцам после операции в подгруппах ПС и ПО

Таким образом, можно считать доказанным положительное влияние выполненного релиза НН после артроскопической реконструкции разрыва

надостной мышцы на состояние надлопаточного нерва, мышечной ткани, а также на восстановление функции плечевого сустава.

### **Сравнительный анализ эффективности хирургических техник релиза надлопаточного нерва**

Группа ПО была разделена на две подгруппы: ПО-1 (n=24), где релиз выполняли по методике, защищенной Патентом РФ RU 2789578 С1 от 04.10.2022 «Способ хирургического лечения нейропатии надлопаточного нерва в надлопаточной вырезке», и подгруппу ПО-2 (n=41), где применяли модифицированную малоинвазивную технику релиза.

Результаты предоперационной оценки показали полную сопоставимость двух подгрупп пациентов (ПО-1 и ПО-2) по всем измеренным показателям, не выявлено статистически значимых различий между которыми ( $p > 0,05$ ).

При оценке боли по ВАШ: Средние показатели составили 82 [69,5; 90] мм в ПО-1 и 82 [72; 90] мм в ПО-2; разница между группами не была значимой ( $p = 0,79$ ).

При анкетировании по шкале DASH: Средние баллы были  $60,8 \pm 7,5$  в ПО-1 и  $61,7 \pm 5,3$  в ПО-2; различия статистически незначимы ( $p = 0,603$ ).

По шкале ASES: Средние баллы показали  $57 \pm 4,9$  в ПО-1 и  $56,4 \pm 7,1$  в ПО-2; статистическая значимость отсутствовала ( $p = 0,686$ ).

По шкале CMS: Средние баллы достигли  $48,9 \pm 7,1$  в ПО-1 и  $49,9 \pm 5,8$  в ПО-2; различия между группами не достоверны ( $p = 0,582$ ).

По степени жировой мышечной дегенерации: доля пациентов с ЖМД 0–I степени составила 62,5% в подгруппе ПО-1 против 63,4% в подгруппе ПО-2 ( $p > 0,05$ ).

По частоте нейропатии надлопаточного нерва: 25,0% (6 из 24) в подгруппе ПО-1 против 24,4% (10 из 41) в подгруппе ПО-2 ( $p > 0,05$ ).

К 12 месяцам после операции средние значения болевого синдрома в подгруппах ПО-1 и ПО-2 отличались на 6,8 мм в пользу подгруппы ПО-2 ( $12,8 \pm 4,8$  мм в ПО-1 против  $6 [2; 6]$  мм в ПО-2,  $p < 0,01$ ). При этом в подгруппе ПО-2 26 человек из 41 (63,4%) не отметили вообще никаких болевых ощущений (0 мм по ВАШ). В подгруппе ПО-1 таких пациентов было всего трое из 24 (12,5%), остальные фиксировали незначительную боль (в пределах 1–2 мм по ВАШ). Таким образом, доля случаев полностью купированной боли в подгруппе ПО-2 была больше в 5,1 раза ( $p < 0,01$ ).

Оценка функции плечевого сустава по шкале DASH к 12 месяцам в подгруппе ПО-1 улучшилась на 47,3 балла (с  $60,8 \pm 7,5$  до  $13,5 \pm 4,9$ ), а в подгруппе ПО-2 — на 51,7 балла (с  $61,7 \pm 5,3$  до  $10 [5; 15]$ ), то есть улучшение после операции релиза по модифицированной методике было более выражено на 4,4 балла ( $p = 0,004$ ). Аналогичные результаты отмечены и по шкале ASES: динамика в подгруппе ПО-2 лучше на 6,1 балла (с  $56,4 \pm 7,1$  до  $88,3 \pm 4,7$ ) против (с  $57 \pm 4,9$  до  $82,8 \pm 5,1$ ) в ПО-1 ( $p < 0,01$ ) (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Сравнительная оценка функциональных результатов лечения, интенсивности болевого синдрома и объема движений в плечевом суставе у пациентов подгрупп ПО-1 и ПО-2 в различные сроки после операции

Параметр	ПО-1	ПО-2	р-уровень
Шкала DASH на 3й месяц	$38.9 \pm 4.3$	$28.9 \pm 5.5$	<b>&lt;0.01*</b>
Шкала DASH на 6й месяц	$24.5 \pm 5.9$	$23.5 \pm 4.8$	0.507
Шкала DASH на 12й месяц	$13.5 \pm 4.9$	10 [5;15]	0.004
Шкала ASES на 3й месяц	$64.6 \pm 6.5$	$65.2 \pm 8.8$	0.731
Шкала ASES на 6й месяц	$79.8 \pm 7.4$	$84.5 \pm 7.6$	0.016
Шкала ASES на 12й месяц	$82.8 \pm 5.1$	$88.3 \pm 4.7$	<b>&lt;0.01*</b>
Шкала CMS на 3й месяц	72 [62.8;73]	72 [64;76.8]	0.155
Шкала CMS на 6й месяц	$81.3 \pm 6.8$	85.6 [84.3;95]	<b>&lt;0.01*</b>
Шкала CMS на 12й месяц	100 [96.9;100]	100 [97.9;100]	0.012
Боль по ВАШ на 3й месяц	$29.9 \pm 8.2$	24 [15;25]	<b>&lt;0.01*</b>
Боль по ВАШ на 6й месяц	$19.7 \pm 5.9$	$13 \pm 5.2$	<b>&lt;0.01*</b>
Боль по ВАШ на 12й месяц	$12.8 \pm 4.8$	6 [2;6]	<b>&lt;0.01*</b>

## Продолжение таблицы 4.2

Сгибание на 12й месяц	178.3 [170.7;190.6]	178 ± 11.8	0.935
Отведение на 12й месяц	174.4 [165.3;181.4]	177.2 ± 17.1	0.663
Наружная ротация ротации на 12й месяц	48.2 ± 9	48.7 ± 8.6	0.843

\* - статистически значимое различие

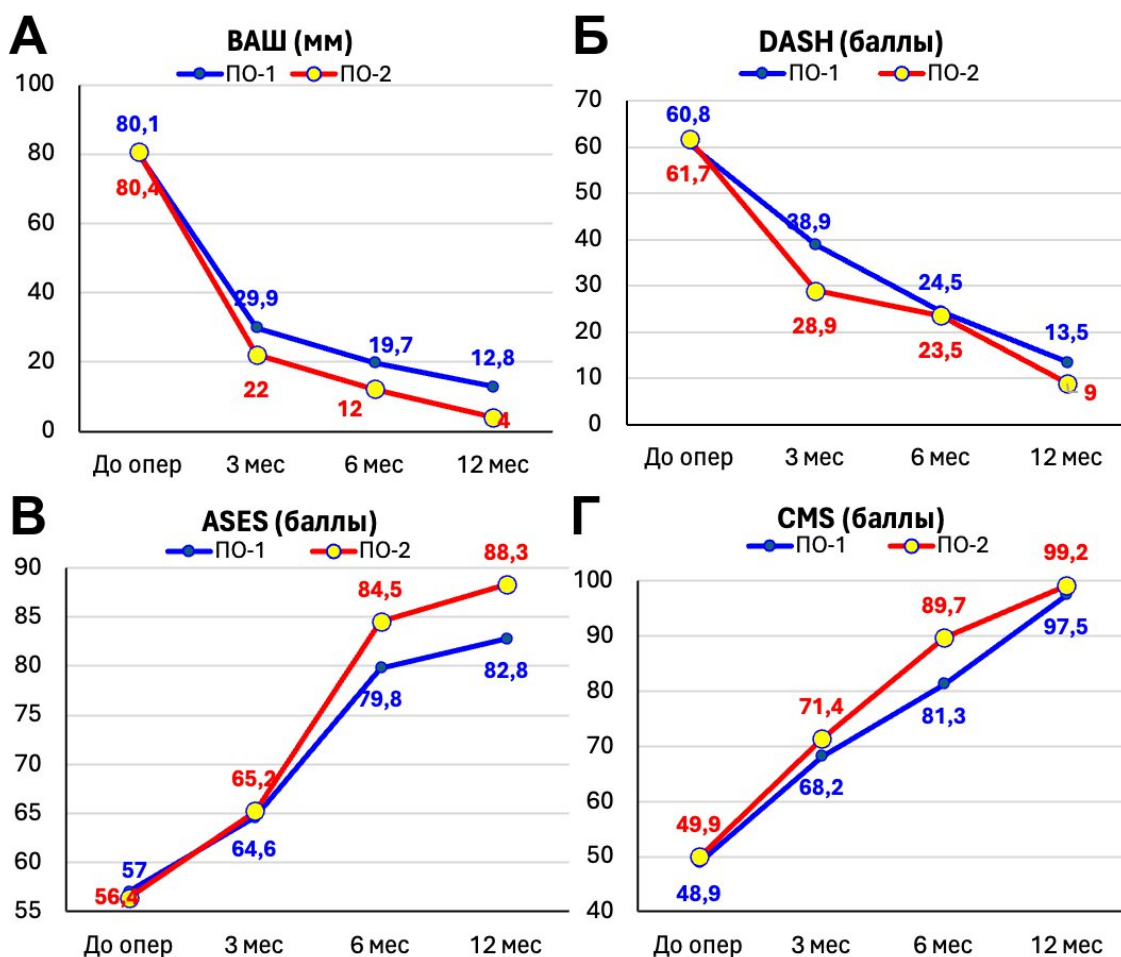


Рисунок 4.11 – Динамика показателей анкетирования в подгруппах ПО-1 и ПО-2

В обеих подгруппах отмечено, что прогрессирование ЖМД, характерное для группы сравнения, было практически остановлено. В подгруппе ПО-2 только у одного пациента степень «0» ЖМД к 12 месяцам изменилась на степень «1», и этот единичный случай (2,4%) не имеет статистической значимости. Вместе с тем, в

подгруппе ПО-1 таких случаев было уже 2 (8,3%), что более существенно, но также не имеет статистической значимости ( $p>0,05$ ). Гораздо важнее, что ни в одном наблюдении не развились ни 3-я, ни тем более 4-я степень ЖМД, что могло поставить под угрозу состоятельность наложенных швов (рисунок 4.12).

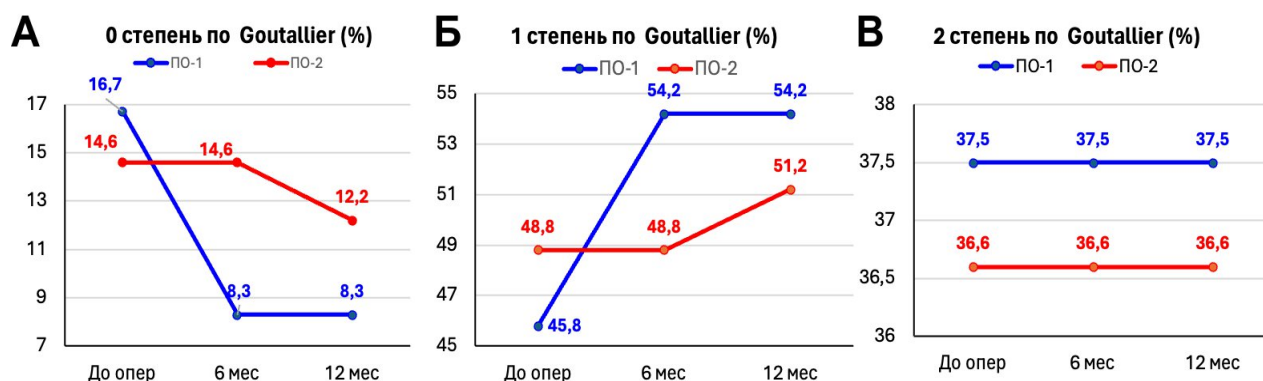


Рисунок 4.12 – Динамика степени тяжести ЖМД в подгруппах ПО-1 и ПО-2

В группе ПО-1 перед операцией установлено 6 случаев нейропатии НН (25,0%), а в группе ПО-2 — 10 случаев (24,4%) (рисунок 4.13).

После выполненной операции в группе ПО-1 регресс неврологической симптоматики констатирован у 4 человек из 6 (66,7%), и к 12 месяцам наблюдения признаки нейропатии сохранились в 2 случаях (33,3%). Эти случаи мы относим к возможному травмированию надлопаточного нерва или периневральных структур при его мобилизации. В подгруппе ПО-2 у всех 10 пациентов (100%) нейропатия НН была купирована (рисунок 4.14).

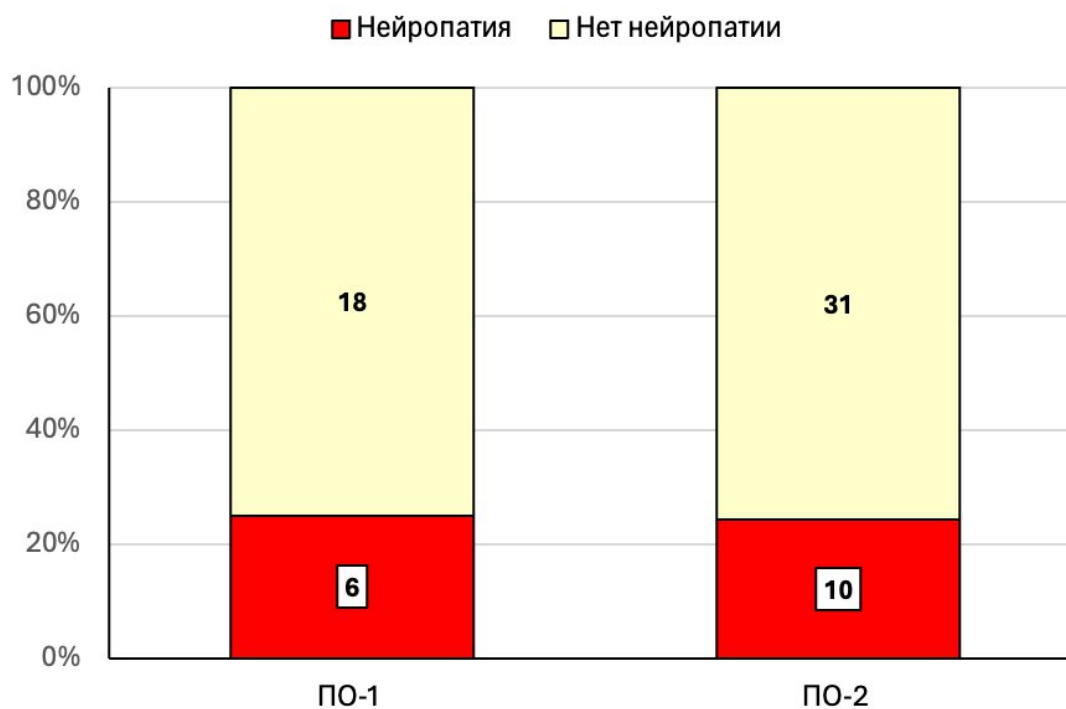


Рисунок 4.13 – Нейропатия надлопаточного нерва в подгруппах ПО-1 и ПО-2 перед операцией релиза (ПО-1: n=24, и ПО-2: n=41)

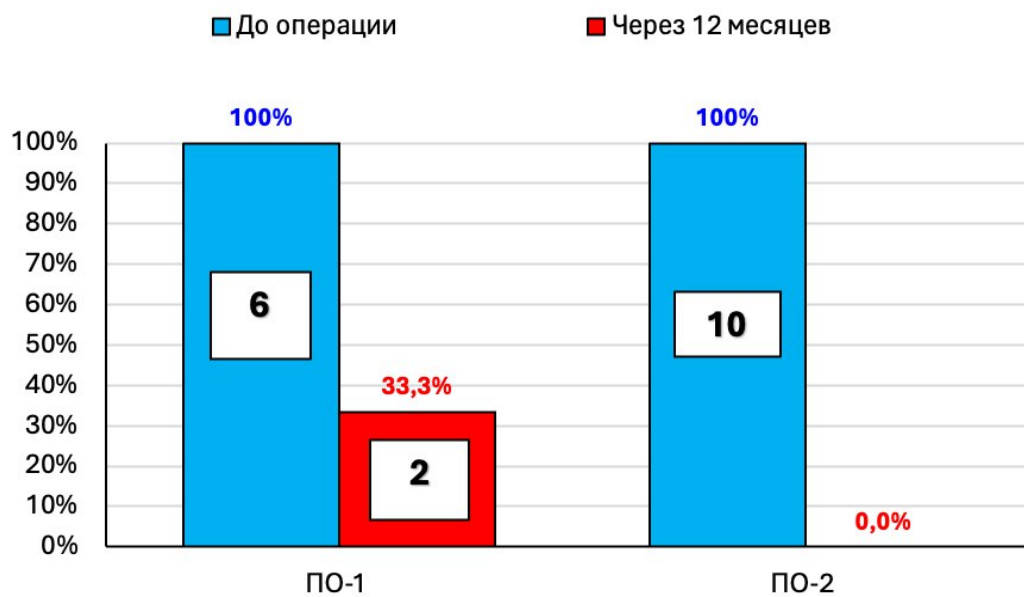


Рисунок 4.14 – Регресс нейропатии надлопаточного нерва в подгруппах ПО-1 и ПО-2 к 12 месяцам после операции (ПО-1: n=24, и ПО-2: n=41)

Осложнений в виде несостоятельности швов надостной мышцы после выполненных операций релиза ни в одной из подгрупп не было отмечено.

Изменения амплитуды движений в плечевом суставе к 12 месяцам после операции в подгруппах ПО-1 и ПО-2 были примерно одинаковыми как по средним конечным показателям (разница показателей сгибания-разгибания составила  $0,3^\circ$  —  $178,3 [170,7; 190,6]^\circ$  в ПО-1 против  $178 \pm 11,8^\circ$  в ПО-2, отведения-приведения —  $2,8^\circ$  —  $174,4 [165,3; 181,4]^\circ$  в ПО-1 против  $177,2 \pm 17,1^\circ$  в ПО-2, наружной ротации —  $0,5^\circ$  —  $48,2 \pm 9^\circ$  в ПО-1 против  $48,7 \pm 8,6^\circ$  в ПО-2, так и по их динамике относительно предоперационных значений. Таким образом, восстановление амплитуды движений не зависит от техники выполнения релиза:  $p=0,935$  для сгибания,  $p=0,663$  для отведения и  $p=0,843$  для наружной ротации (рисунок 4.15).

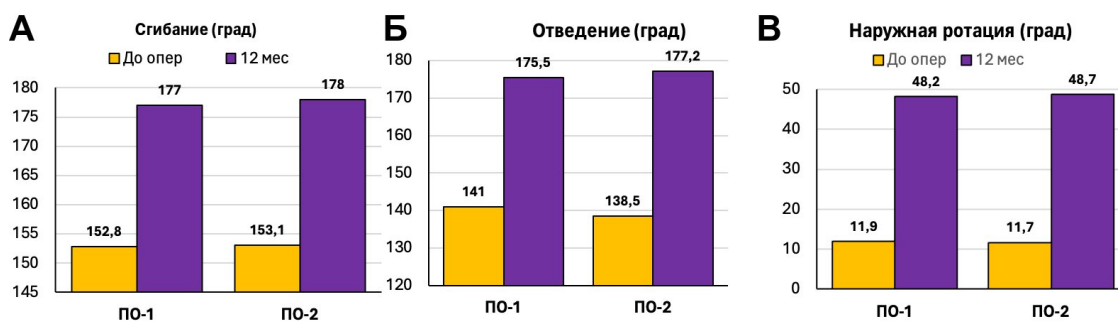


Рисунок 4.15 – Изменения средних показателей амплитуды движений в плечевом суставе к 12 месяцам после операции в подгруппах ПО-1 и ПО-2

## Клинический пример № 2

Пациентка Ц., 50 лет. Жалобы на сильные боли в области плечевого сустава, ограничение функции. Около 3 месяцев назад на момент обращения упала с высоты собственного роста. Лечение консервативное: противовоспалительные препараты, физиотерапия — без заметного эффекта. При обращении: боль по ВАШ — до 83 мм, DASH — 62 балла, ASES — 60 баллов, CMS — 55 баллов. На МРТ — большой разрыв сухожилия надостной мышцы плеча (4,5 см) с ретракцией 2-3 степени по Patte, жировой дегенерацией надостной мышцы 2 степени по Goutallier (рисунок 4.16).

На предоперационной ЭНМГ выявлены признаки миелінопатии надлопаточного нерва: увеличение дистальной латентности М-ответа надостной мышцы до 3,5 мс и снижение амплитуды М-ответа надостной мышцы более чем на 50% по сравнению со здоровой стороной.

Выполнена операция — артроскопический двухрядный шов сухожилия надостной мышцы, дополненный релизом надлопаточного нерва в верхней вырезке лопатки по запатентованной методике с применением баскетных выкусывателей (рисунок 4.17).

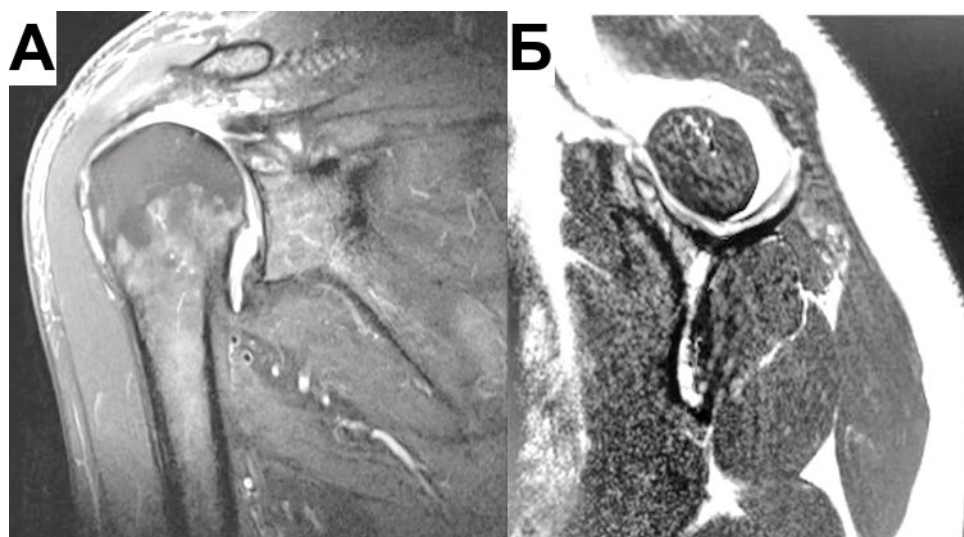


Рисунок 4.16 – Пациентка Ц. МРТ плечевого сустава сдо операции: А – фронтальная проекция, Б – аксиальная проекция (собственное наблюдение)

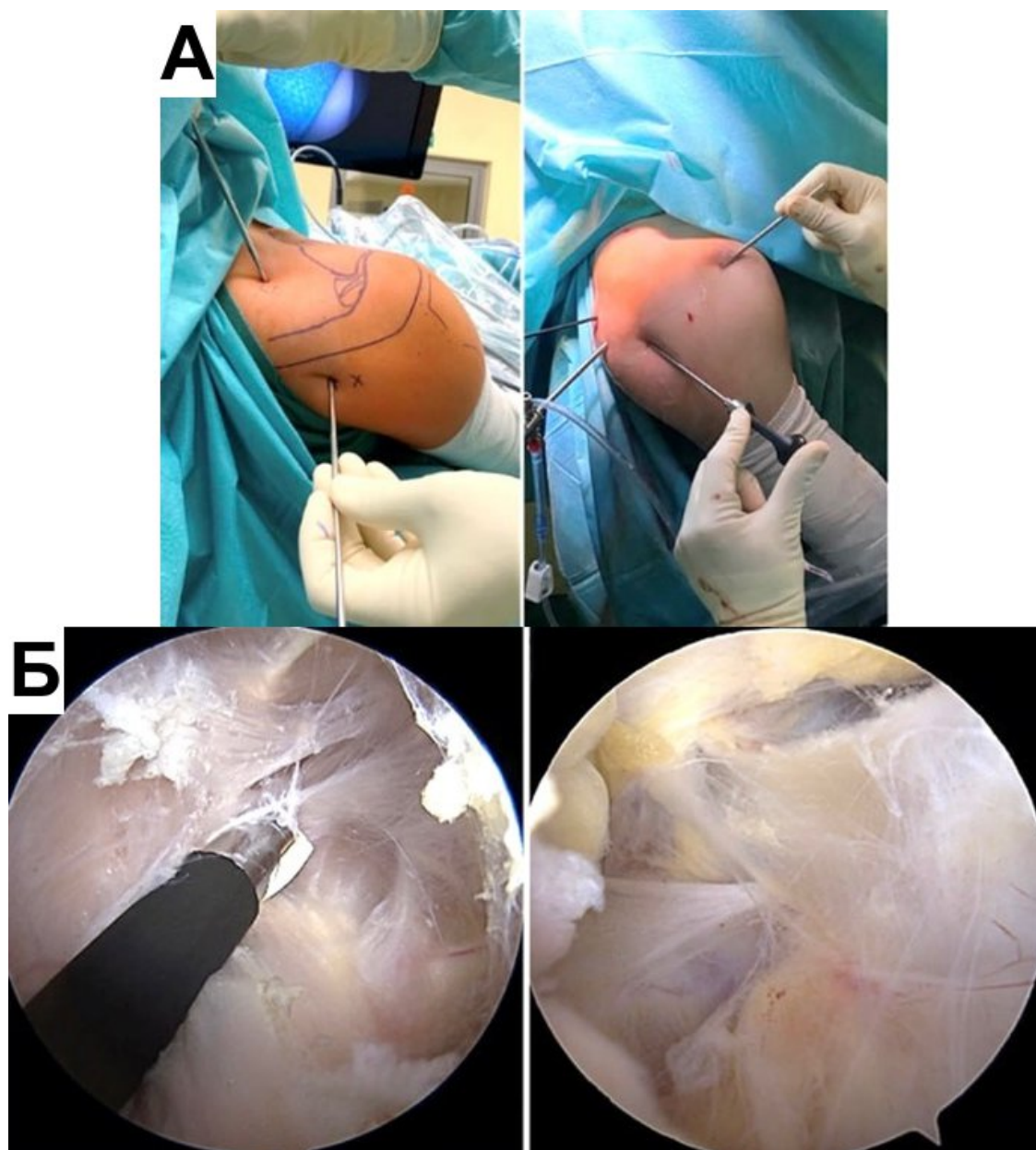


Рисунок 4.17 – Пациентка Ц. Ход операции: внешний вид доступов (А), релиз надлопаточного нерва в верхнем вырезе лопатки (Б) (собственное наблюдение)

После операции — иммобилизация косыночной повязкой до 4 недель, на второй день начаты занятия с реабилитологом. Осложнений в послеоперационном периоде не было (рисунок 4.18).

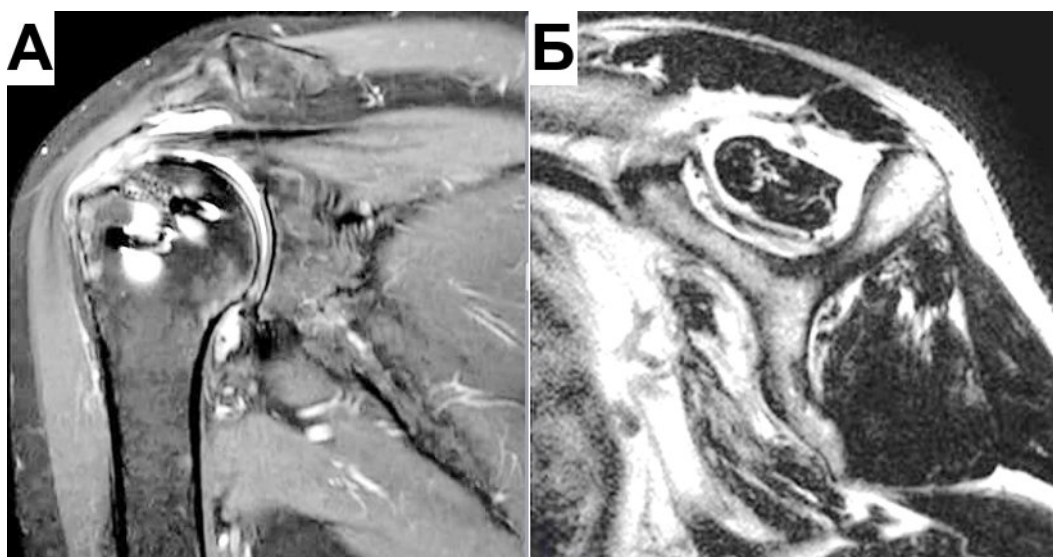


Рисунок 4.18 – Пациентка Ц. МРТ плечевого сустава через 12 мес. после операции: А – фронтальная проекция, Б – аксиальная проекция (собственное наблюдение)

Анкетирование проводили через 3, 6 и 12 месяцев после операции. Отмечена статистически значимая положительная динамика. К 12 месяцам показатели функциональных шкал переместились в оценочные диапазоны «отлично», однако сохранилась незначительная боль (10 мм по ВАШ) (рисунок 4.19).

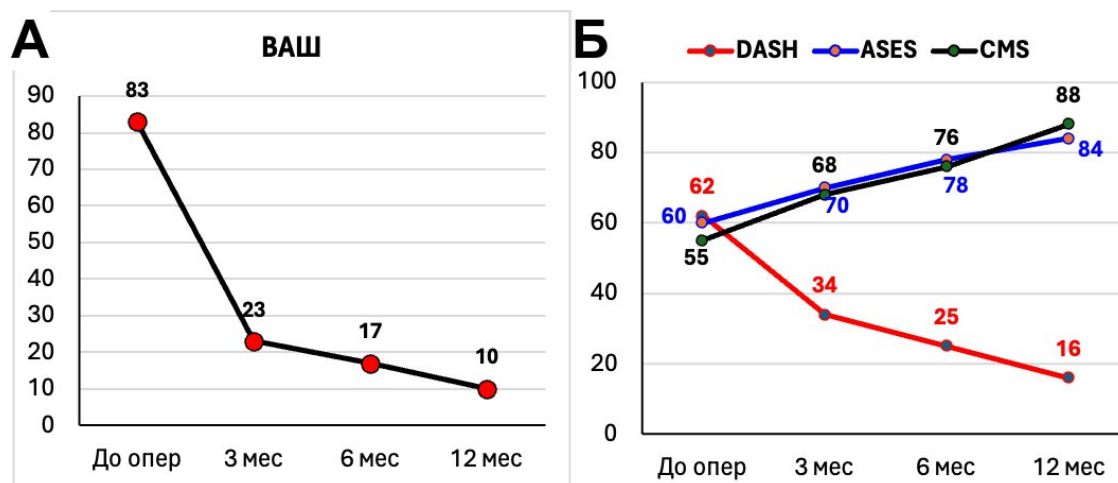


Рисунок 4.19 – Пациентка Ц. Результаты анкетирования по оценке боли (А) и анкетированию по DASH, ASES и CMS (Б)

Признаки нейропатии надлопаточного нерва, отмеченные до операции, к 12 месяцам были купированы, жировая дегенерация не прогрессировала. Через 12 месяцев после операции отмечается нормализация амплитуды и дистальной латентности М-ответа надостной мышцы по данным ЭНМГ.

Данный клинический пример демонстрирует успешное лечение пациентки с массивным разрывом СНМП и развившейся нейропатией. Релиз надлопаточного нерва выполнили по запатентованной нами методике, что позволило восстановить функцию плечевого сустава, однако сохранились незначительные боли при движениях с физической нагрузкой, что вынуждает пациентку периодически принимать нестероидные противовоспалительные препараты, хотя в целом она результатом лечения довольна.

### **Клинический пример № 3**

Пациентка С., 60 лет. Жалобы на сильные боли в области плечевого сустава, ограничение функции. Около 5 месяцев назад на момент обращения упала с высоты собственного роста. Лечение консервативное: противовоспалительные препараты, физиотерапия — без заметного эффекта. При обращении: боль по ВАШ — до 80 мм, DASH — 63 балла, ASES — 55 баллов, CMS — 49 баллов. На MPT — большой разрыв сухожилия надостной мышцы (4,5 см) с ретракцией 2-3 степени по Patte, ЖМД 2 степени по Goutallier (рисунок 4.20).



Рисунок 4.20 – Пациентка С. МРТ плечевого сустава до операции: А – фронтальная проекция, Б – аксиальная проекция (собственное наблюдение)

Выполнена операция — артроскопический двухрядный шов сухожилия надостной мышцы, релиз надлопаточного нерва в верхней вырезке лопатки (рисунок 4.21) с рассечением поперечной связки лопатки по модифицированному малоинвазивному методу (рисунок 4.22).

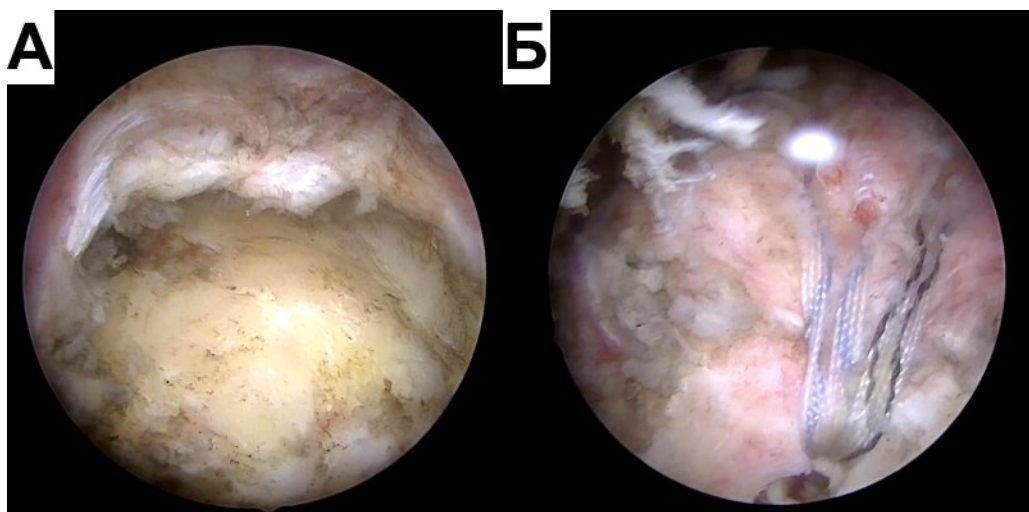


Рисунок 4.21– Пациентка С. Ход операции А – визуализация разрыва; Б – наложение двухрядного шва (собственное наблюдение)

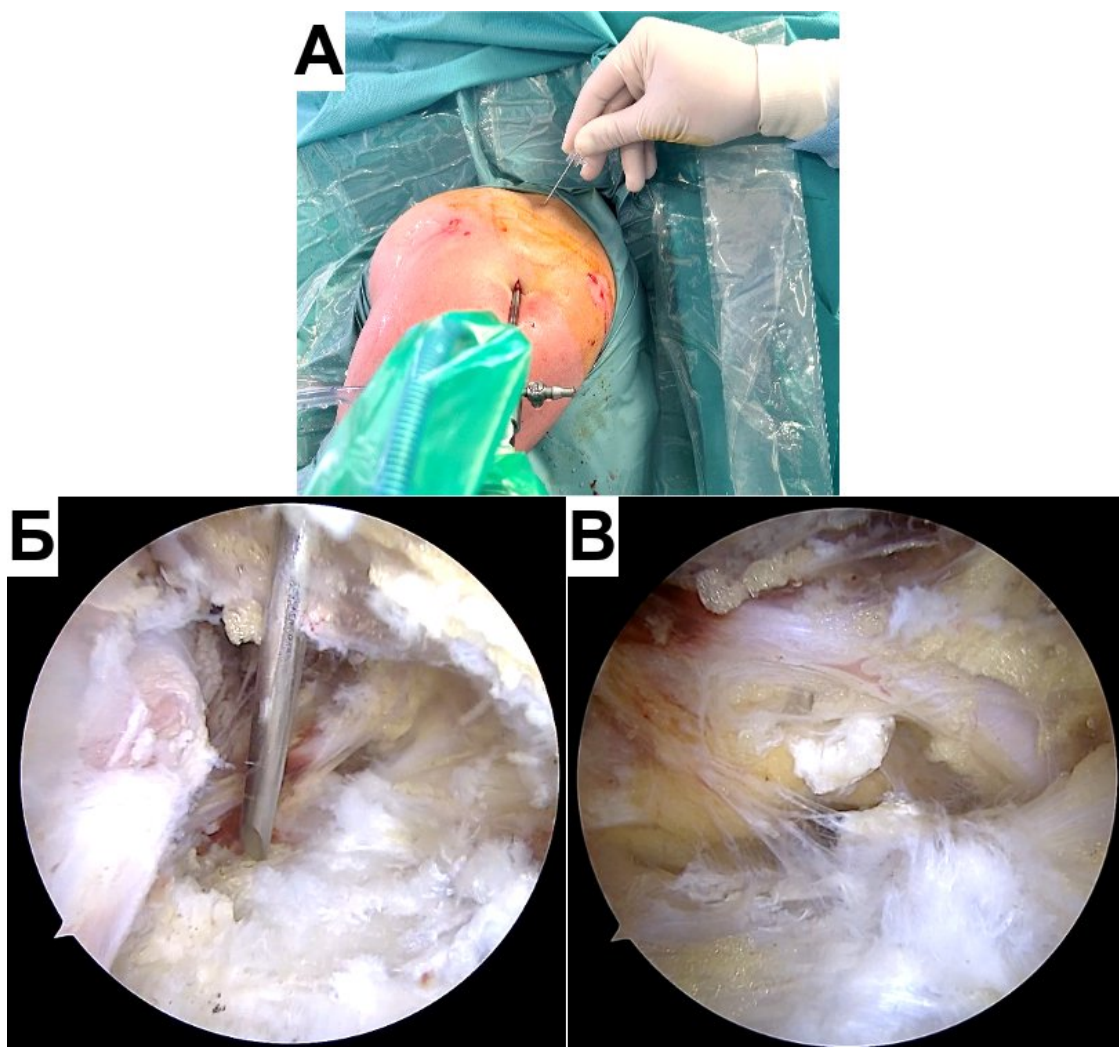


Рисунок 4.22 – Пациентка С. Внешний вид доступов (А). Ход операции релиз надлопаточного нерва в верхнем вырезе лопатки (Б,В) (собственное наблюдение)

После операции — иммобилизация косыночной повязкой до 4 недель, на второй день начаты занятия с реабилитологом. Осложнений в послеоперационном периоде не было (рисунок 4.23).

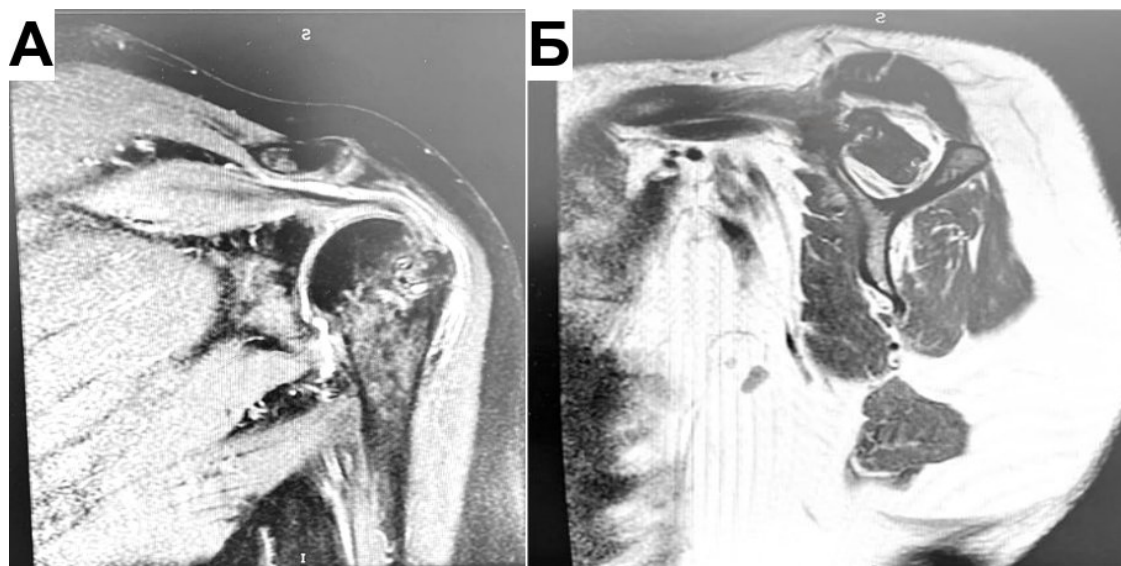


Рисунок 4.23 – Пациентка С. МРТ плечевого сустава через 12 мес. после операции: А – фронтальная проекция, Б – аксиальная проекция (собственное наблюдение)

Анкетирование проводили через 3, 6 и 12 месяцев после операции. Отмечена статистически значимая положительная динамика. К 12 месяцам боль была полностью купирована (5 мм по ВАШ), а показатели функциональных шкал переместились в оценочные диапазоны «отлично» (рисунок 4.24).

На предоперационной ЭНМГ выявлены признаки миелопатии надлопаточного нерва: увеличение дистальной латентности М-ответа надостной мышцы до 3,5 мс и снижение амплитуды М-ответа надостной мышцы более чем на 50% по сравнению со здоровой стороной. Через 12 месяцев после операции отмечается нормализация амплитуды и дистальной латентности М-ответа надостной мышцы.

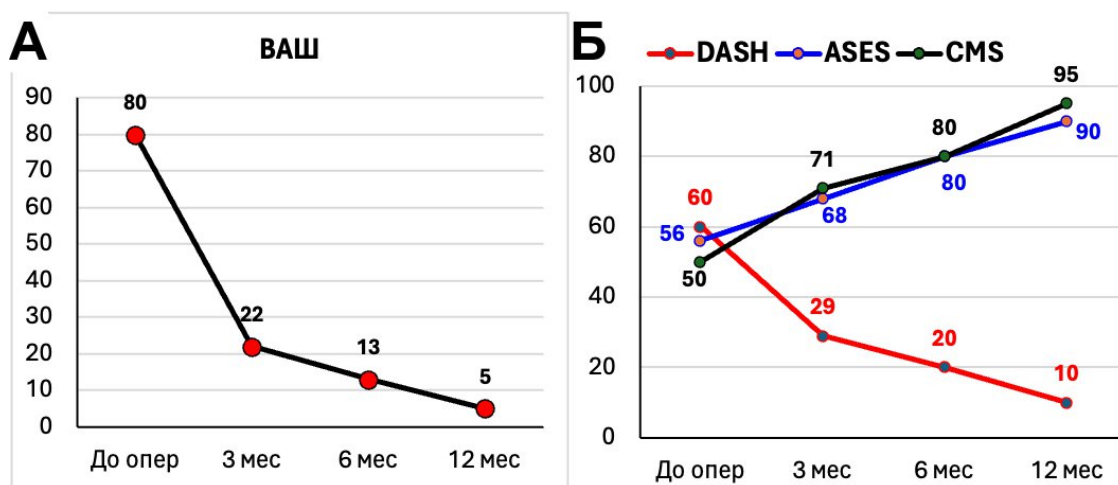


Рисунок 4.24 – Пациентка С. Результаты по оценке боли (А) и анкетированию по DASH, ASES и CMS (Б)

Данный клинический пример демонстрирует получение отличных результатов у пациентки с массивным разрывом надостной мышцы и развившейся нейропатией. Нейропатия была купирована, функция плечевого сустава восстановлена. Пациентка полностью довольна результатом лечения.

Таким образом, были получены ответы на оба вопроса, поставленных перед проспективным этапом исследования:

1. При больших разрывах надостной мышцы релиз надлопаточного нерва позволяет добиться регресса неврологической симптоматики, а в некоторых случаях — предотвратить развитие нейропатии.

2. Предложенная нами модифицированная малоинвазивная хирургическая техника релиза надлопаточного нерва более эффективна по сравнению с ранее используемой, что подтверждается динамикой регресса нейропатии, а также замедлением или отсутствием прогрессирования жировой мышечной дегенерации и восстановлением функции плечевого сустава.

### 4.3 Резюме

В главе 4 представлены результаты проспективного этапа исследования, посвящённого оценке эффективности хирургического лечения пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча при выполнении релиза надлопаточного нерва, а также сравнительному анализу различных техник его выполнения.

Группы проспективного этапа были сформированы в соответствии с разработанным алгоритмом выбора лечебной тактики. В основную группу вошли пациенты с большими разрывами СНМП, а также пациенты со средними разрывами, сопровождавшимися верифицированной нейропатией надлопаточного нерва. У всех пациентов основной группы артроскопическое восстановление сухожилия надостной мышцы было дополнено релизом надлопаточного нерва. Группу сравнения составили пациенты с большими разрывами СНМП, которым выполняли артроскопический шов без релиза нерва.

Анализ результатов лечения в группе сравнения подтвердил данные, полученные на ретроспективном этапе исследования. Несмотря на положительную динамику болевого синдрома, функциональных показателей и амплитуды движений в плечевом суставе, у части пациентов сохранялись признаки нейропатии надлопаточного нерва, а также отмечалось прогрессирование жировой мышечной дегенерации, включая развитие её тяжёлых степеней, неблагоприятно влияющих на прогноз восстановления тканей. Сопоставимость результатов в группе ПС и подгруппе Р-2 позволила подтвердить воспроизводимость выявленных ранее закономерностей. Сравнение результатов лечения в основной группе и группе сравнения показало, что выполнение релиза надлопаточного нерва в дополнение к артроскопической реконструкции повреждённого сухожилия надостной мышцы обеспечивает более выраженный регресс неврологической симптоматики,

способствует стабилизации состояния мышечной ткани и улучшает функциональные результаты лечения. У пациентов основной группы были получены лучшие показатели по шкалам оценки функции плечевого сустава, более благоприятная динамика амплитуды движений, а также отсутствие прогрессирования жировой мышечной дегенерации до тяжёлых степеней.

Сравнительный анализ двух хирургических техник релиза надлопаточного нерва показал, что обе методики являются эффективными, однако модифицированная малоинвазивная техника продемонстрировала определённые преимущества. Её применение сопровождалось более полным регрессом признаков нейропатии надлопаточного нерва, меньшей травматичностью вмешательства и благоприятной динамикой клинико-функциональных показателей. При этом в обеих подгруппах не отмечено несостоятельности швов и прогрессирования жировой мышечной дегенерации до критических степеней.

Приведённые клинические примеры иллюстрируют практическую реализуемость предложенной хирургической тактики и подтверждают возможность достижения хороших и отличных результатов лечения у пациентов с тяжёлыми повреждениями сухожилия надостной мышцы, сопровождающимися нейропатией надлопаточного нерва.

Таким образом, результаты проспективного этапа исследования подтвердили целесообразность выполнения релиза надлопаточного нерва при больших разрывах сухожилия надостной мышцы, а также показали преимущества разработанной модифицированной малоинвазивной техники релиза. Полученные данные обосновывают эффективность предложенного алгоритма хирургического лечения и подтверждают возможность улучшения результатов лечения данной категории пациентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность предпринятого исследования обусловлена высокой частотой разрывов вращательной манжеты плеча. Однако отсутствие единого подхода к выбору хирургической тактики и недостаточное внимание к часто развивающейся при данной патологии нейропатии надлопаточного нерва (НН) не всегда позволяет достичь хороших результатов лечения.

Наше исследование проведено в сроки 2022–2025 гг. В него вошли пациенты с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча (СНМП) различной степени тяжести. На первом этапе изучены результаты 82 ранее выполненных операций, где была применена традиционная хирургическая тактика. На основе анализа полученных в ходе первого этапа данных были разработаны оригинальная хирургическая техника релиза НН, которая впоследствии модифицирована со снижением ее травматичности, и алгоритм выбора оптимальной лечебной тактики для пациентов с разрывами СНМП. Этот алгоритм был применен в ходе второго, проспективного этапа у 121 пациента с анализом полученных результатов и обоснованием преимуществ предложенной методики лечения.

В качестве контрольных параметров, которые определяли до операции, а также через 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства, оценивали боль по ВАШ, функцию конечности по шкалам-опросникам DASH, ASES и CMS, а также амплитуду движений в плечевом суставе (сгибание, отведение, наружная ротация). Кроме того, выполняли в динамике МРТ с оценкой степени жировой мышечной дегенерации (ЖМД). Поскольку при 3–4 степени ЖМД по Goutallier состояние тканей не позволяет наложить на область разрыва достаточно надежно фиксирующие швы, мы считали такие разрывы невосстановимыми, при которых для замещения дефекта показана аутопластика, и этих пациентов в наше исследование не включали.

Состояние надлопаточного нерва для выявления его нейропатии оценивали клинически и с помощью электронейромиографии.

На первом этапе (ретроспективном) изучены результаты лечения 82 пациентов с разрывами СНМП, которым для восстановления разрыва были наложены артроскопические швы по традиционной методике без релиза НН. Отбор для участия в исследовании осуществляли, ориентируясь на данные МРТ. Хирургические реконструктивные вмешательства при разрывах СНМП полагали показанными при разрывах, превышающих 1 см, то есть соответствующих, согласно классификации J.K. DeOrio & R.H. Cofield, определению «средние» (1–3 см), «большие» (3–5 см) и «массивные» (>5 см). Поскольку массивные разрывы чаще всего являются «невосстановимыми», что требует специальной хирургической техники с аутопластикой поврежденных тканей, а НН в ряде случаев ввиду значительной ретракции окружающих тканей и выраженного рубцового процесса имеет необратимые поражения, в свое исследование пациентов с такими разрывами мы не включали. Таким образом, в ретроспективную группу («Р») вошли 82 совершеннолетних пациента со средними (1–3 см) и большими (3–5 см) разрывами СНМП, которым были в нашей клинике выполнены операции артроскопического шва надостной мышцы без релиза НН.

Однако более важными явились отличия в отношении состояния НН и ЖМД тканей. В подгруппе Р-1 (средние разрывы) не зафиксировано ни одного случая развития нейропатий НН, тогда как в подгруппе Р-2 (большие разрывы) перед операцией нейропатия отмечена у 10 человек (22,2%), и только у трех к 12 месяцам после восстановления надостной мышцы эти явления были купированы.

Жировая мышечная дегенерация перед операцией по данным МРТ отсутствовала в подгруппе Р-1 у 54,1% пациентов, а в подгруппе Р-2 – у 17,7%, что меньше в 3,1 раза ( $p < 0,01$ ). Совокупность же случаев ЖМД 0 и I степени по классификации Goutallier, при которых можно рассчитывать на надежную фиксацию в тканях швов, наложенных на разрыв СНМП, в подгруппе Р-2 была

меньше на 30,2%. В течение 12 месяцев наблюдения после операции ЖМД прогрессировала в обеих подгруппах, однако если в подгруппе P-1 это прогрессирование ограничилось преимущественно переходом из 0 степени в I степень, то в подгруппе P-2 отмечено 4 случая ЖМД III степени и 2 случая – IV степени по Goutallier. У обоих пациентов с IV степенью ЖМД за время наблюдения возникла несостоятельность наложенных швов, что потребовало повторного вмешательства. Таким образом, к 12 месяцам наблюдения в общей сложности 6 пациентов (13,3%) имели III–IV степень ЖМД, что существенно повысило риски развития несостоятельности наложенных швов и отразилось на рекомендациях пациентам в отношении степени их физической активности и охранительного режима.

Результаты первого этапа исследования подтвердили зависимость тяжести патологических изменений от размеров разрыва СНМП, показали высокую частоту развития нейропатий НН, а также статистически и клинически значимое прогрессирование ЖМД, повышающей риск возникновения рецидивов разрыва восстановленных тканей.

На основании этих данных мы убедились в важности выполнения релиза НН при больших разрывах. Для выполнения этой операции нами была разработана оригинальная хирургическая техника, защищенная Патентом RU 2789578 C1 от 04.10.2022 «Способ хирургического лечения нейропатии НН в надлопаточной вырезке», который отличался от традиционно используемых (Said H.G. [136], Беляк Е.А. [7]) лишь отдельными техническими деталями. Операция состояла из двух этапов. В ходе первого этапа (внутрисуставного) проводили артроскопическую ревизию плечевого сустава с коррекцией выявленных в ходе него патологических изменений, потребность в выполнении которых отмечена во всех наших наблюдениях. Впоследствии мы модифицировали разработанную нами методику, сделав ее менее травматичной за счет того, что рассечение надлопаточной связки в ходе второго, внесуставного, этапа операции выполняли инъекционной иглой из

пункционного доступа вместо применения для этой цели баскетных выкусывателей и аблятора через полноценный артроскопический доступ. Наша методика менее травматична и позволяет более щадящим способом выполнить необходимые манипуляции, так как формирование доступа Невассера с введением через него инструментов создаёт риск повреждения надлопаточной артерии, а применение аблятора способно повредить эпиневррий надлопаточного нерва.

Операцию выполняли артроскопически, используя 5 портов, из которых последовательно, переходя от внутрисуставных манипуляций к внесуставным, осуществляли субакромиальную декомпрессию и выделяли необходимые анатомические ориентиры. Из дополнительных портов визуализировали надлопаточную артерию и вену, после чего, отведя надостную мышцу и надлопаточный нерв, рассекали поперечную связку лопатки, восстанавливая мобильность НН.

Разработанную модифицированную хирургическую технику релиза включили в качестве метода выбора в алгоритм определения оптимальной лечебной тактики для пациентов с разрывами СНМП.

В основу алгоритма была положена классификация величины разрыва СНМП, предложенная J.K. DeOrio & R.H. Cofield. При малых разрывах (до 1 см) мы полагали оперативное вмешательство не показанным, при массивных разрывах – показанной преимущественно аутопластику или даже эндопротезирование на фоне «невосстановимых» повреждений. Кроме того, при массивных разрывах, по данным литературы, нейропатия надлопаточного нерва часто носит необратимый характер, в силу чего выполнение релиза теряет смысл. Поэтому центральной частью нашего алгоритма явились средние и большие разрывы по классификации J.K. DeOrio & R.H. Cofield.

При средних разрывах вероятность развития нейропатии НН невелика, в наших ретроспективных исследованиях такие случаи вообще не зафиксированы, однако полностью исключить их нельзя, что впоследствии было подтверждено в

ходе следующего, проспективного, этапа, где 9 человек со средними разрывами имели нейропатию НН. Поэтому в алгоритме определены показания к релизу НН при средних разрывах только в случаях верифицированной его нейропатии, подтвержденной с помощью ЭНМГ. Напротив, при больших разрывах, когда вероятность развития нейропатии НН, в том числе даже в послеоперационном периоде после восстановления СНМП, значительно повышается, считали показанным выполнение релиза всем пациентам.

На втором этапе (проспективном) было поставлено для решения два вопроса: целесообразность выполнения релиза НН и обоснование преимуществ модифицированной малоинвазивной хирургической техники релиза.

Всего на проспективном этапе были выполнены операции 121 пациенту с разрывами СНМП. У 9 человек со средними разрывами (1–3 см) была верифицирована нейропатия НН, что, по рекомендации нашего алгоритма, являлось показанием к выполнению релиза. Остальные 112 пациентов, имевшие большие разрывы (3–5 см), были рандомно разделены на две группы: 56 пациентов в группу сравнения («ПС», n=56) и 56 пациентов в основную группу («ПО»), в которую, помимо 56 пациентов с большими разрывами, вошли еще 9 человек с нейропатией НН на фоне средних разрывов. Таким образом, общее количество пациентов в группе ПО составило 65 человек. Всем пациентам выполняли артроскопический шов поврежденного СНМП, который в группе ПО дополняли релизом НН.

Группа ПС и по своему контингенту, и по избранной хирургической тактике (артроскопическое восстановление разрыва без релиза НН) была полностью сопоставима с подгруппой Р-2 ретроспективного этапа исследования, что подтвердил анализ полученных результатов. Группу ПС мы выделили для уточнения результатов ретроспективного анализа, так как в ходе проспективного исследования могли более точно оценить ход лечения и его результаты, сохраняя над пациентами постоянный контроль на весь период наблюдения.

Для ответа на вопрос о целесообразности релиза НН при разрывах СНМП сравнили результаты лечения в группах ПО и ПС.

Начальные параметры в этих группах были полностью сопоставимы: средние значения уровня боли по ВАШ не имели отличий (82 [72; 93] мм в группе ПО против 82 [72; 89,25] мм в группе ПС), показатели функции по DASH отличались на 0,8 балла ( $50,37 \pm 3,85$  против  $49,55 \pm 4,13$ ), по ASES – на 2,3 балла ( $59,85 \pm 5,54$  против  $62,17 \pm 6,89$ ), по CMS – на 1,6 балла ( $58,86 \pm 7,51$  против  $60,48 \pm 9,12$ ). Через 12 месяцев после операции отмечены статистически значимые отличия в пользу пациентов группы ПО: среднее значение уровня боли по ВАШ было лучше на 6,8 мм (11 [2; 12] мм в ПО против 16 [11,75; 17] мм в ПС), показателей функции по DASH – на 12,3 балла (18 [5; 16] в ПО против 24 [19,75; 25,25] в ПС), по ASES – на 3,1 балла ( $86,3 \pm 5,5$  в ПО против  $83,2 [78,3; 84,1]$  в ПС), по CMS – на 2,9 балла ( $96,5 [97,6; 100]$  в ПО против  $93,61 [87,75; 93,75]$  в ПС) ( $p < 0,01$ ).

Доля случаев нейропатии НН перед операцией не имела статистически значимых отличий: в группе ПС она составила 23,2% (13 из 56), а в группе ПО – 24,6% (16 из 65) – разница 1,4% ( $p > 0,05$ ). Через 12 месяцев после восстановления целостности СНМП в группе ПС регресс неврологической симптоматики отмечен в 5 случаях (что мы связываем с уменьшением тракционных воздействий на НН), а в одном случае нейропатия, наоборот, появилась у пациента, у которого до операции этих признаков не было. Таким образом, доля нейропатий в группе ПС через 12 месяцев составила 16,1% (9 из 56). В группе ПО, где был выполнен релиз НН, нейропатия была купирована у 14 человек из 16, и сохранилась только у двоих – относительно всей когорты пациентов в группе это составило 3,1% (2 из 65). Таким образом, в группе ПС доля нейропатий НН за время наблюдения снизилась в 1,4 раза (с 23,2% до 16,1%), а в группе ПО – в 7,9 раза (с 24,6% до 3,1%) ( $p < 0,001$ ).

Наличие и степень тяжести ЖМД по данным МРТ перед операцией в сравниваемых группах были сопоставимы. Однако к 12 месяцам доля пациентов без ЖМД (0 степень по Goutallier) в группе ПО составила 7 (10,8%), а в группе ПС

– 4 (7,1%). В группе ПС пациенты с III–IV степенью ЖМД, создающей угрозу несостоятельности наложенных швов, составили 10 человек (17,9%), тогда как в группе ПО таких случаев не зафиксировано.

Таким образом, по показателям боли, функции плечевого сустава, регрессу нейропатии НН и динамике степени тяжести ЖМД преимущества хирургической тактики с выполнением релиза НН оказались статистически значимыми, и их можно считать доказанными.

Для ответа на вопрос о преимуществах разработанной нами модифицированной малоинвазивной хирургической техники релиза надлопаточного нерва группу ПО разделили на две подгруппы: ПО-1, где релиз выполняли по запатентованной нами методике, и ПО-2, где применяли модифицированную малоинвазивную технику релиза. На этом этапе исследования были проанализированы результаты лечения 24 человек в подгруппе ПО-1 и 41 человека в подгруппе ПО-2.

Начальные параметры в этих подгруппах были полностью сопоставимы: средние значения уровня боли по ВАШ не имели отличий (82 [69,5; 90] мм в ПО-1 против 82 [72; 90] мм в ПО-2), показатели функции по DASH отличались на 0,9 балла ( $60,8 \pm 7,5$  против  $61,7 \pm 5,3$ ), по ASES – на 0,6 балла ( $57 \pm 4,9$  против  $56,4 \pm 7,1$ ), по SMS – на 1,0 балла ( $48,9 \pm 7,1$  против  $49,9 \pm 5,8$ ) ( $p > 0,05$ ). Через 12 месяцев после операции отмечены отличия в пользу пациентов подгруппы ПО-2: среднее значение уровня боли по ВАШ было лучше на 6,8 мм ( $12,8 \pm 4,8$  мм в ПО-1 против 6 [2; 6] мм в ПО-2), функции по DASH – на 3,5 балла ( $13,5 \pm 4,9$  в ПО-1 против 10 [5; 15] в ПО-2), по ASES – на 5,5 балла ( $82,8 \pm 5,1$  в ПО-1 против  $88,3 \pm 4,7$  в ПО-2), по SMS – на 4,7 балла ( $96,5 [96,9; 100]$  в ПО-1 против 100 [97,9; 100] в ПО-2). Незначительность данных отличий, хотя и в пользу подгруппы ПО-2, объясняется тем, что у всех пациентов обеих подгрупп в соответствии с нашим алгоритмом была применена одинаковая лечебная тактика, включающая релиз надлопаточного нерва,

и различие заключалось лишь в технике исполнения релиза. Поэтому и функциональные результаты были схожими.

Доля случаев нейропатии НН перед операцией не имела статистически значимых отличий: в подгруппе ПО-1 она составила 25,0% (6 из 24), а в подгруппе ПО-2 – 24,4% (10 из 41) – разница 0,6% ( $p > 0,05$ ). Через 12 месяцев после восстановления целостности СНМП в подгруппе ПО-1 признаки нейропатии сохранились у 2 человек из 6 (33,3%), что мы связываем с возможной травматизацией эпинеурия при выполнении манипуляций, тогда как в подгруппе ПО-2 у всех 10 пациентов (100%) нейропатия была купирована.

В обеих подгруппах прогрессирование ЖМД было практически остановлено: ни в одном наблюдении ЖМД не перешла в III или IV степень, представляя угрозу для состоятельности наложенных швов и качества достигнутой регенерации.

Таким образом, по показателям боли, функции плечевого сустава, регрессу нейропатии НН отмечены преимущества выполнения релиза НН по нашей модифицированной малотравматичной методике, а динамика степени тяжести ЖМД была одинаково благоприятной в обеих подгруппах.

Полученные результаты в целом согласуются с данными ряда отечественных и зарубежных исследователей, указывающих на важную роль нейропатии надлопаточного нерва в формировании функциональных нарушений плечевого сустава при разрывах сухожилий вращательной манжеты плеча. В последние годы внимание специалистов всё чаще привлекает вопрос о влиянии тракционных и компрессионных воздействий на надлопаточный нерв при массивных повреждениях вращательной манжеты плеча. Ряд авторов отмечает, что ретракция сухожильно-мышечных структур способна приводить к натяжению нерва в области верхней вырезки лопатки, что сопровождается нарушением его проводимости и прогрессирующим ухудшением функционального состояния надостной и подостной мышц.

В работах L. Lafosse et al. показано, что при массивных разрывах вращательной манжеты плеча декомпрессия надлопаточного нерва может способствовать улучшению функции плечевого сустава и уменьшению болевого синдрома. Аналогичные выводы представлены в исследованиях ряда других авторов, где показано, что устранение компрессии нерва способствует регрессу неврологической симптоматики и улучшению функциональных результатов хирургического лечения. Вместе с тем в литературе сохраняется определённая дискуссия относительно показаний к выполнению релиза надлопаточного нерва при реконструктивных вмешательствах на вращательной манжете плеча.

Полученные в ходе нашего исследования данные позволяют внести определённую ясность в данный вопрос. Проведённый анализ показал, что вероятность развития нейропатии надлопаточного нерва существенно возрастает по мере увеличения размеров разрыва сухожилия надостной мышцы. При средних разрывах подобные изменения встречаются значительно реже, тогда как при больших разрывах риск развития нейропатии возрастает многократно. Это подтверждает патогенетическую связь между выраженной ретракцией сухожильно-мышечных структур и нарушением функции надлопаточного нерва.

Не менее важным является выявленная в ходе исследования связь между состоянием надлопаточного нерва и динамикой жировой мышечной дегенерации. Известно, что нарушение иннервации мышц вращательной манжеты плеча приводит к прогрессированию дегенеративных изменений мышечной ткани, что в свою очередь ухудшает прогноз хирургического лечения. В нашем исследовании было показано, что выполнение релиза надлопаточного нерва способствует стабилизации состояния мышечной ткани и предотвращает развитие выраженной жировой дегенерации, что имеет принципиальное значение для сохранения функционального результата хирургического лечения.

Особое значение имеют полученные данные о влиянии релиза надлопаточного нерва на функциональные результаты лечения. Проведённый

сравнительный анализ показал достоверное улучшение показателей боли и функции плечевого сустава у пациентов, которым выполняли релиз нерва. Следует отметить, что улучшение функциональных результатов отмечалось по всем применённым шкалам оценки, включая DASH, ASES и Constant-Murley. Это свидетельствует о комплексном положительном влиянии предложенной хирургической тактики на восстановление функции плечевого сустава.

Важным результатом исследования стало также подтверждение эффективности разработанной модифицированной малоинвазивной техники релиза надлопаточного нерва. Применение данной методики позволило снизить травматичность вмешательства и минимизировать риск повреждения сосудистых и нервных структур, расположенных в области надлопаточной вырезки. При этом достигнутые функциональные результаты не уступали результатам применения традиционной методики релиза нерва.

Следует подчеркнуть, что предложенная модифицированная техника релиза надлопаточного нерва обладает рядом существенных преимуществ. Использование пункционного доступа и инъекционной иглы для рассечения поперечной связки лопатки позволяет существенно уменьшить объём хирургической травмы, снизить риск повреждения надлопаточной артерии и предотвратить возможную травматизацию эпинеурия надлопаточного нерва. Кроме того, данная техника является технически более простой и воспроизводимой, что расширяет возможности её применения в клинической практике.

Практическое значение проведённого исследования заключается также в разработке алгоритма выбора оптимальной хирургической тактики для пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча. Предложенный алгоритм позволяет учитывать как размеры разрыва сухожилия, так и состояние надлопаточного нерва, что обеспечивает более дифференцированный подход к лечению данной категории пациентов.

Использование разработанного алгоритма в клинической практике позволяет своевременно выявлять пациентов с высоким риском развития нейропатии надлопаточного нерва и принимать решение о необходимости выполнения его релиза. Такой подход способствует предупреждению прогрессирования неврологических нарушений, уменьшению выраженности болевого синдрома и улучшению функциональных результатов лечения.

Таким образом, проведённое исследование позволило обосновать целесообразность выполнения релиза надлопаточного нерва при больших разрывах сухожилия надостной мышцы плеча, а также подтвердить преимущества разработанной модифицированной малоинвазивной техники данной операции. Полученные результаты расширяют представления о патогенезе нарушений функции плечевого сустава при разрывах вращательной манжеты плеча и открывают новые возможности для совершенствования хирургического лечения данной патологии.

## ВЫВОДЫ

1. Результаты применения традиционной хирургической тактики у пациентов с большими (3-5 см) разрывами сухожилия надостной мышцы были через 12 месяцев хуже, чем при средних (1-3 см) разрывах по шкале боли ВАШ (на 0,9 балла) и функции DASH (на 6,4 балла). Нейропатия надлопаточного нерва при больших разрывах развилась в 22,2% наблюдений, а доля жировой мышечной дегенерации возросла к 12 месяцам по сравнению с начальной на 14,1%.

2. Выполнение релиза надлопаточного нерва привело к снижению доли его нейропатий в 8 раз, показав динамику регресса неврологической симптоматики лучше, чем в группе без релиза, в 5,7 раза.

3. Разработанная малоинвазивная хирургическая техника релиза надлопаточного нерва позволила добиться регресса нейропатии во всех случаях, а после релиза, выполненного с применением артроскопических инструментов через полноценный артроскопический порт, только у 2/3 пациентов (66,7%).

4. Применение методики лечения пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы в сочетании с релизом надлопаточного нерва в соответствии с разработанным алгоритмом позволило к 12 месяцам после операции остановить прогрессирование жировой мышечной дегенерации, во всех случаях купировать нейропатию надлопаточного нерва а также, по сравнению с результатами применения традиционной хирургической техники, в 4,9 раза чаще полностью устранить боль и на 14 баллов улучшить функциональные результаты по DASH.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. У пациентов с разрывами сухожилия надостной мышцы плеча на этапе предоперационного планирования необходимо выполнять магнитно-резонансную томографию с обязательным определением размеров дефекта сухожилия в соответствии с классификацией J.K. DeOrio & R.H. Cofield, а также степени жировой мышечной дегенерации по классификации Goutallier. Полученные данные следует учитывать при выборе лечебной тактики в соответствии с разработанным алгоритмом хирургического лечения.

2. Разрывы сухожилия надостной мышцы плеча размером более 3 см характеризуются повышенным риском развития нейропатии надлопаточного нерва. В связи с этим при подобных повреждениях, подтверждённых по данным МРТ, рекомендуется включать в комплекс диагностических мероприятий электронейромиографическое исследование. При выявлении признаков нейропатии надлопаточного нерва его релиз следует включать в план хирургического вмешательства.

3. Независимо от размеров дефекта сухожилия надостной мышцы плеча, при наличии клинически и инструментально подтверждённой нейропатии надлопаточного нерва показано выполнение его артроскопического релиза. Предпочтительно использовать разработанную нами малоинвазивную хирургическую технику, позволяющую уменьшить травматичность вмешательства и снизить риск повреждения сосудистых и нервных структур.

4. При больших разрывах сухожилия надостной мышцы (3-5 см) релиз надлопаточного нерва целесообразно выполнять даже при отсутствии явных признаков нейропатии, поскольку подобные повреждения сопровождаются значительной ретракцией тканей и создают высокий риск последующего вовлечения нерва в патологический процесс.

5. При массивных разрывах (более 5 см) решение о выполнении релиза надлопаточного нерва следует принимать индивидуально с учётом жизнеспособности нерва, степени ретракции мышечно-сухожильных структур и выраженности жировой мышечной дегенерации. В подобных случаях может потребоваться применение альтернативных реконструктивных вмешательств.

6. При выполнении артроскопической реконструкции сухожилия надостной мышцы и релиза надлопаточного нерва рекомендуется использовать положение пациента «пляжное кресло», обеспечивающее оптимальную визуализацию анатомических ориентиров и удобство выполнения внутрисуставного и внесуставного этапов операции.

7. Во время оперативного вмешательства рекомендуется поддерживать среднее артериальное давление пациента на уровне около 100 мм рт. ст., а давление ирригационной жидкости в артроскопической помпе – около 60 мм рт. ст. Соблюдение данных параметров способствует улучшению визуализации операционного поля.

8. На этапе подготовки зоны фиксации сухожилия важным техническим элементом является тщательная зачистка основания большого бугорка плечевой кости, что позволяет сформировать кровотокащее костное ложе и улучшает условия для биологического заживления сухожилия после его рефиксации.

9. При выполнении релиза надлопаточного нерва следует придерживаться максимально щадящей малоинвазивной техники выделения анатомических структур. Рассечение поперечной связки лопатки рекомендуется выполнять инъекционной иглой 14G, вводимой из точки Neviaser (портал Neviaser) под углом приблизительно 45° к поверхности лопатки. Такая техника обеспечивает точное направление инструмента в проекции надлопаточной вырезки, уменьшает хирургическую травматизацию мягких тканей, снижает риск повреждения надлопаточной артерии и предотвращает травматизацию надлопаточного нерва.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- ВАШ – визуальная аналоговая шкала
- ВМП – вращательная манжета плеча
- ЖМД – жировая мышечная дегенерация
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- НН – надлопаточный нерв
- ПО – основная группа проспективного этапа исследования
- ПС – группа сравнения проспективного этапа исследования
- Р – группа пациентов ретроспективного этапа исследования
- СНМП – сухожилие надостной мышцы плеча
- ЭНМГ – электронейромиография
- ASES – American Shoulder and Elbow Surgeons standardized assessment form – форма оценки состояния плечевого сустава Американской ассоциации хирургов плеча и локтя
- CMS – шкала Constant-Murley
- DASH – The Disability of Arm, Shoulder, and Hand Measure – опросник исходов и неспособности руки, плеча и кисти
- MCID – Minimal Clinically Important Difference – минимальная клинически значимая разница

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Архипов С.В. Плечо. Современные хирургические технологии / С.В. Архипов, Г.М. Кавалерский. – Москва : Медицина, 2009.
2. Архипов С.В. Туннельный синдром (нейропатия) надлопаточного нерва / С.В. Архипов, А.В. Лычагин, А.Р. Дрогин [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 87–98.
3. Аскерко Э.А. Практическая хирургия ротаторной манжеты плеча / Э.А. Аскерко. – Витебск : ВГМУ, 2005.
4. Аскерко Э.А. Восстановительное лечение больных после реконструктивных операций на ротаторной манжете плеча / Э.А. Аскерко [и др.] // Новости хирургии. – 2006. – Т. 14, № 3. – С. 42–50.
5. Аскерко Э.А. Реконструктивная хирургия застарелых повреждений и заболеваний вращательной манжеты плеча у лиц среднего и пожилого возраста : дис. ... д-ра мед. наук. – Москва, 2012. – 48 с.
6. Беляк Е.А. Опыт эндоскопической декомпрессии надлопаточного нерва / Е.А. Беляк, Д.Л. Пасхин, Ф.Л. Лазко [и др.] // Клиническая практика. – 2022. – Т. 13, № 2. – С. 51–58.
7. Беляк Е.А. Способ эндоскопической ревизии и невролиза надлопаточного нерва в области вырезки лопатки : пат. 2794027 С1 Рос. Федерация. – 2023.
8. Беляк Е.А. Сравнительный анализ методов радиочастотной абляции и эндоскопической декомпрессии надлопаточного нерва в аспекте лечения боли в плече у взрослых / Е.А. Беляк, Р.Х. Сагдиев, Ф.Л. Лазко [и др.] // Эндоскопическая хирургия. – 2024. – Т. 30, № 2. – С. 27–34.
9. Борисов Д.Л. Диагностика и лечение поражений вращательной манжеты плеча : дис. ... канд. мед. наук. – Нижний Новгород, 2002. – 140 с.

10. Брюханов А.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике разрывов вращательной манжеты плеча / А.В. Брюханов [и др.] // Радиология – Практика. – 2011. – № 5. – С. 64–70.

11. Буркхард С.С. Практическое руководство. Артроскопическая хирургия плечевого сустава / С.С. Буркхард, Я.К.И. Ло, П.К. Брейди ; под ред. А.В. Королева, Д.О. Ильина. – Москва : Издательство Панфилова, 2015.

12. 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. – Т. 7, № 1. – С. 76–79.

13. Доколин С. Артроскопический шов больших и массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава: клинические результаты и данные МРТ / С. Доколин, В. Кузьмина, И. Марченко [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 53–68.

14. Доколин С.Ю. Хирургическое лечение пациентов с артропатией плечевого сустава вследствие массивных разрывов вращательной манжеты : дис. ... д-ра мед. наук. – Санкт-Петербург, 2020. – 290 с.

15. Егиазарян К.А. Оперативное лечение повреждений вращательной манжеты плечевого сустава / К.А. Егиазарян, Г.Д. Лазишвили, А.П. Ратьев [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 15–18.

16. 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.

17. Ильин Д.О. Способ чрессухожильного сшивания передних отделов сухожилия надостной мышцы при неполнослойных (частичных) разрывах со стороны суставной поверхности : пат. 2760844 С1 Рос. Федерация. – 2021.

18. Ильин Д.О. Заболевания и травмы вращательной манжеты плечевого сустава: клиника, диагностика, лечение : дис. ... д-ра мед. наук. – Москва, 2022. – 280 с.
19. Колмаков Д.О. Способ тенодеза длинной головки бицепса плеча с одномоментной фиксацией верхнего края сухожилия подлопаточной мышцы при его частичных разрывах : пат. 2779407 С1 Рос. Федерация. – 2022.
20. Колмаков Д.О. Лечение патологии сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча у пациентов с сопутствующим повреждением вращательной манжеты плечевого сустава / Д.О. Колмаков, А.В. Королев, Д.О. Ильин [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2023. – Т. 54, № 4. – С. 53–61.
21. Королев А.В. Возможности артроскопической реконструкции вращательной манжеты при массивных разрывах / А.В. Королев, Д.О. Ильин, А.В. Фролов [и др.] // Opinion Leader. – 2019. – Т. 23, № 5. – С. 28–35.
22. Кубашев А.А. Артроскопическое лечение повреждений вращательной манжеты плечевого сустава однорядным и чрескостным швами : дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 2016. – 118 с.
23. Кузьмина В.И. Артроскопическое лечение больных с полнослойными разрывами вращательной манжеты плечевого сустава : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Санкт-Петербург, 2015. – 24 с.
24. Лазко М.Ф. Опыт применения субакромиального баллона в лечение 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.
25. 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. – Т. 34, № 4. – С. 44–50.

26. 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. 24, № 2. – С. 143–149.

27. 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.

28. 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.

29. Логвинов А.Н. Способ определения тактики ведения пациентов с неполнослойными разрывами вращательной манжеты плечевого сустава : пат. 2718306 С1 Рос. Федерация. – 2020.

30. Логвинов А.Н. Неполнослойные разрывы сухожилия надостной мышцы: консервативное или хирургическое лечение? / А.Н. Логвинов, Д.О. Ильин, А.В. Фролов, А.В. Королев // VI Пироговский форум травматологов-ортопедов : сборник материалов форума, Москва, 21–22 октября 2021 года. – Москва : ООО Издательский дом «Практика», 2021. – С. 97–98.

31. Мажди З. Лечение повреждения вращательной манжеты плечевого сустава с использованием артроскопической техники / З. Мажди, П.П. Савицкий, А.А. Копылов, Ф.Л. Лазко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2010. – № 2. – С. 99–103.

32. Меньшова Д.В. Лечение пациентов с повреждениями вращательной манжеты плеча (обзор литературы) / Д.В. Меньшова, И.А. Куклин, Н.С. Пономаренко // Acta Biomedica Scientifica. – 2020. – Т. 5, № 6. – С. 216–223.

33. Меньшова Д.В. Способ лечения массивных разрывов сухожилий вращательной манжеты плеча : пат. 2779219 Рос. Федерация. – 2022.
34. Михалева А.В. Способ реабилитации пациентов после артроскопических операций на плечевом суставе при разрыве вращательной манжеты : пат. 2664627 Рос. Федерация. – 2018.
35. Орлецкий А.К. Лечение нейропатии надлопаточного нерва / А.К. Орлецкий, Д.О. Тимченко, Н.А. Гордеев, С.В. Крылов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2020. – Т. 27, № 3. – С. 27–31.
36. Переверзев Д.И. Опыт применения радиочастотной абляции надлопаточного нерва в управлении хроническим болевым синдромом в плечевом суставе / Д.И. Переверзев, В.В. Погорелов, А.А. Переверзева [и др.] // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2019. – № 71. – С. 100–104.
37. Прудников Е.Е. Хирургическое лечение «невосстановимых» разрывов вращающей манжеты плеча / Е.Е. Прудников, Д.О. Прудников, О.Е. Прудников // Новые медицинские технологии. – 2007. – № 3. – С. 19–37.
38. Самков А.С. Алгоритм клинической диагностики и консервативного лечения патологии плечевого сустава / А.С. Самков, М.А. Еремушкин, Е.Ю. Федотов [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2014. – Т. 61, № 3. – С. 69–74.
39. Стефаниди А.В. Динамическая невропатия надлопаточного нерва – «боль в лопатке и плече». Мануальная диагностика и лечение / А.В. Стефаниди // Медицинский вестник МВД. – 2021. – Т. 112, № 3. – С. 29–33.
40. Сячин В.Д. Физическая реабилитация спортсменов после артроскопии вращательной манжеты плечевого сустава / В.Д. Сячин, Т.В. Новикова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – Т. 166, № 12. – С. 247–250.
41. Тихилов Р.М. Возможности артроскопии в лечении повреждений вращающей манжеты плеча / Р.М. Тихилов, С.Ю. Доколин, И.А. Кузнецов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2011. – Т. 60, № 2. – С. 7–15.

42. Чирков Н.Н. Оценка результатов артроскопической реконструкции вращательной манжеты плеча методом однорядной анкерной фиксации / Н.Н. Чирков, О.В. Спиридонова, В.Н. Яковлев // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2018. – Т. 14, № 3. – С. 401–407.

43. Чирков Н.Н. Способ лечения разрыва вращательной манжеты плечевого сустава : пат. 2715506 С2 Рос. Федерация. – 2020.

44. Чирков Н.Н. Хирургическое лечение невосстановимых массивных повреждений вращательной манжеты плечевого сустава / Н.Н. Чирков, В.Н. Яковлев, А.В. Алексеева [и др.] // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 12–17.

45. Шаях А.Б.С. МРТ диагностика повреждений вращательной манжеты плечевого сустава / А.Б.С. Шаях // Радиология-практика. – 2002. – № 1. – С. 32–35.

46. Albritton M.J. An anatomic study of the effects on the suprascapular nerve due to retraction of the supraspinatus muscle after a rotator cuff tear / M.J. Albritton, R.D. Graham, R.S. Richards [et al.] // Journal of Shoulder and Elbow Surgery. – 2003. – Vol. 12, No. 5. – P. 497–500.

47. Angst F. Measures of adult shoulder function: disabilities of the arm, shoulder, and hand questionnaire (DASH) and its short version (QuickDASH), shoulder pain and disability index (SPADI), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Society standardized shoulder assessment form, constant (Murley) score (CS), simple shoulder test (SST), Oxford shoulder score (OSS), shoulder disability questionnaire (SDQ), and Western Ontario shoulder instability index (WOSI) / F. Angst, H.K. Schwyzer, A. Aeschlimann [et al.] // Arthritis Care & Research. – 2011. – Vol. 63, No. S11. – P. S174–S188.

48. Azar F.M. Orthopaedic Knowledge Update 15 / F.M. Azar, G.E. Garrigues. – 15th ed. – Philadelphia, PA : Lippincott Williams & Wilkins, 2025.

49. Bakhsh W. Anatomy and Physical Examination of the Shoulder / W. Bakhsh, G. Nicandri // Sports Medicine and Arthroscopy Review. – 2018. – Vol. 26, No. 3. – P. e10–e22.

50. Beaton D.E. Measuring the whole or the parts? validity, reliability, and responsiveness of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand outcome measure in different regions of the upper extremity / D.E. Beaton, J.N. Katz, A.H. Fossel [et al.] // *Journal of Hand Therapy*. – 2001. – Vol. 14, No. 2. – P. 128–142.

51. Bedi A. Rotator cuff tears / A. Bedi, J. Bishop, J. Keener [et al.] // *Nature Reviews Disease Primers*. – 2024. – Vol. 10, No. 1. – P. 8.

52. Benninger B. Shoulder joint / B. Benninger // *Bergman's Comprehensive Encyclopedia of Human Anatomic Variation* / под ред. R.S. Tubbs, M. Mohammadali, M. Loukas. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2016. – P. 124–129.

53. Borstad J. The role of sensitization in musculoskeletal shoulder pain / J. Borstad, C. Woeste // *Brazilian Journal of Physical Therapy*. – 2015. – Vol. 19. – P. 251–257.

54. Brindisino F. Rotator cuff repair vs. nonoperative treatment: a systematic review with meta-analysis / F. Brindisino, M. Salomon, S. Giagio [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2021. – Vol. 30, No. 11. – P. 2648–2659.

55. Chebbi P. Functional outcome of non-operative management in chronic supraspinatus tear among geriatric population: A prospective study / P. Chebbi // *International Journal of Orthopaedics*. – 2020. – Vol. 6, No. 2. – P. 416–419.

56. Citeroni M.R. In Vitro Innovation of Tendon Tissue Engineering Strategies / M.R. Citeroni, M.C. Ciardulli, V. Russo [et al.] // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2020. – Vol. 21, No. 18. – P. 6726.

57. Citro V. Tendon tissue engineering: An overview of biologics to promote tendon healing and repair / V. Citro, M. Clerici, A.R. Boccaccini [et al.] // *Journal of Tissue Engineering*. – 2023. – Vol. 14. – DOI: 10.1177/20417314231196275.

58. Collin P. Clinical and structural outcome 20 years after repair of massive rotator cuff tears / P. Collin, M. Betz, A. Herve [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2020. – Vol. 29, No. 3. – P. 521–526.

59. Constant C. A clinical method of functional assessment of the shoulder / C. Constant, A. Murley // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1987. – Vol. 214. – P. 160–164.
60. Costouros J.G. Reversal of Suprascapular Neuropathy Following Arthroscopic Repair of Massive Supraspinatus and Infraspinatus Rotator Cuff Tears / J.G. Costouros, M. Porramatikul, D.T. Lie, J.J.P. Warner // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. – 2007. – Vol. 23, No. 11. – P. 1152–1161.
61. Cotter E.J. Comprehensive examination of the athlete's shoulder / E.J. Cotter, C.P. Hannon, D. Christian [et al.] // *Sports Health*. – 2018. – Vol. 10, No. 4. – P. 366–375.
62. Cowan P.T. Anatomy, back, scapula [Электронный ресурс] / P.T. Cowan, A. Mudreac, M. Varacallo. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30285370> (дата обращения: 15.04.2025).
63. Crookes T. Chronic shoulder pain / T. Crookes, C. Wall, J. Byrnes [et al.] // *Australian Journal of General Practice*. – 2023. – Vol. 52, No. 11. – P. 753–758.
64. Cuadrado G.A. Lymph drainage of the upper limb and mammary region to the axilla: anatomical study in stillborns / G.A. Cuadrado, M.F.C. de Andrade, F.E. Akamatsu, A.L. Jacomo // *Breast Cancer Research and Treatment*. – 2018. – Vol. 169, No. 2. – P. 251–256.
65. Dalmas Y. Arthroscopic Repair of Bursal-Sided Partial-Thickness Rotator Cuff Tears: Literature Review and Meta-analysis / Y. Dalmas, K.A. Hao, H. Barret [et al.] // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2025. – Vol. 53, No. 2. – P. 501–507.
66. Dang A. Rotator Cuff Disease: Treatment Options and Considerations / A. Dang, M. Davies // *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. – 2018. – Vol. 26, No. 3. – P. 129–133.
67. Darrieutort-Laffite C. Biology and physiology of tendon healing / C. Darrieutort-Laffite, F. Blanchard, L.J. Soslowsky, B. Le Goff // *Joint Bone Spine*. – 2024. – Vol. 91, No. 5. – P. 105696.

68. Davis F.B. A retrospective review of 112 patients undergoing arthroscopic suprascapular nerve decompression / F.B. Davis, Y. Katsuura, J.A. Dorizas // *Journal of Orthopaedics*. – 2020. – Vol. 19. – P. 31–35.
69. DeOrio J.K. Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair / J.K. DeOrio, R.H. Cofield // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 1984. – Vol. 66, No. 4. – P. 563–567.
70. Desouza C. Effectiveness of platelet-rich plasma in partial-thickness rotator cuff tears: a systematic review / C. Desouza, V. Shetty // *Journal of ISAKOS*. – 2024. – Vol. 9, No. 4. – P. 699–708.
71. Dey Hazra R.-O. The Evolution of Arthroscopic Rotator Cuff Repair / R.-O. Dey Hazra, J.J. Ernat, D.R. Rakowski [et al.] // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 9, No. 12. – DOI: 10.1177/23259671211050899.
72. Di Cristofano C. Histopathology of Rotator Cuff Tear / C. Di Cristofano // *Rotator Cuff Tear*. – Springer International Publishing, 2016. – P. 65–68.
73. Dickinson R.N. Nonoperative Treatment of Rotator Cuff Tears / R.N. Dickinson, J.E. Kuhn // *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. – 2023. – Vol. 34, No. 2. – P. 335–355.
74. Dillon M.T. Early revision in anatomic total shoulder arthroplasty in osteoarthritis: a cross-registry comparison / M.T. Dillon, R.S. Page, S.E. Graves [et al.] // *Shoulder & Elbow*. – 2019. – Vol. 12, No. 1\_suppl. – P. 81–87.
75. Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears / H. Ellman // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1990. – Vol. 254. – P. 64–74.
76. Escamilla R.F. Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises / R.F. Escamilla, K. Yamashiro, L. Paulos, J.R. Andrews // *Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 39. – P. 663–685.
77. Fitzpatrick L.A. Rotator Cuff Injury and Repair / L.A. Fitzpatrick, A. Atinga, L. White [et al.] // *Seminars in Musculoskeletal Radiology*. – 2022. – Vol. 26, No. 5. – P. 585–596.

78. Flores D.V. Imaging of the acromioclavicular joint: anatomy, function, pathologic features, and treatment / D.V. Flores, P.K. Goes, C.M. Gómez [et al.] // *Radiographics*. – 2020. – Vol. 40, No. 5. – P. 1355–1382.
79. Galardini L. Minimal Clinically Important Difference of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) and the Shortened Version of the DASH (QuickDASH) in People With Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis / L. Galardini, A. Coppari, L. Pellicciari [et al.] // *Physical Therapy*. – 2024. – Vol. 104, No. 5. – DOI: 10.1093/ptj/pzae033.
80. Garving C. Impingement syndrome of the shoulder / C. Garving, S. Jakob, I. Bauer [et al.] // *Deutsches Ärzteblatt International*. – 2017. – Vol. 114, No. 45. – P. 765.
81. Geary M.B. Rotator cuff tears in the elderly patients / M.B. Geary, J.C. Elfar // *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*. – 2015. – Vol. 6, No. 3. – P. 220–224.
82. Gereli A. Effect of suprascapular nerve injury on rotator cuff enthesis / A. Gereli, S. Uslu, B. Okur [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2020. – Vol. 29, No. 8. – P. 1584–1589.
83. Giannini S. Instrumental evaluation: X-rays / S. Giannini // *MRI*. – Springer, 2016. – P. 169–183.
84. Gill K.P. A Comparison Between Preoperative and Intraoperative Measurement and Classification of the Size of Rotator Cuff Tears / K.P. Gill, M. Bateman, B. Mazuquin, C. Littlewood // *Revista Brasileira de Ortopedia*. – 2022. – Vol. 58, No. 2. – P. 356–360.
85. Gillooly J.J. The lateral Jobe test: A more reliable method of diagnosing rotator cuff tears / J.J. Gillooly, R. Chidambaram, D. Mok // *International Journal of Shoulder Surgery*. – 2010. – Vol. 4, No. 2. – P. 41.
86. Gismervik S.Ø. Physical examination tests of the shoulder: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test performance / S.Ø. Gismervik, J.O. Drogset, F. Granviken [et al.] // *BMC Musculoskeletal Disorders*. – 2017. – Vol. 18. – DOI: 10.1186/s12891-017-1400-0.

87. Goutallier D. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures: pre-and postoperative evaluation by CT scan / D. Goutallier, J.M. Postel, J. Bernageau [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1994. – Vol. 304. – P. 78–83.
88. Greiner S. Comparison of Superior Capsular Reconstruction and Partial Infrapinatus Repair: A Matched-Pair Analysis of Irreparable Rotator Cuff Tears / S. Greiner, M. Kaeheb, A. Voss [et al.] // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 9, No. 2. – DOI: 10.1177/2325967120984264.
89. Griffith K.M. Review of human supraspinatus tendon mechanics. Part I: fatigue damage accumulation and failure / K.M. Griffith, L.C. Hammer, N.P. Iannuzzi [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2022. – Vol. 31, No. 12. – P. 2671–2677.
90. Gumina S. *Clinical Evaluation / S. Gumina // Rotator Cuff Tear*. – Springer International Publishing, 2016. – P. 139–162.
91. Gumina S. The impact of aging on rotator cuff tear size / S. Gumina, S. Carbone // *Rotator Cuff Tear: Pathogenesis, Evaluation and Treatment*. – 2017. – P. 69–70.
92. Gumina S. Rotator cuff degeneration and healing after rotator cuff repair / S. Gumina, H. Kim, Y. Jung, H.S. Song // *Clinics in Shoulder and Elbow*. – 2023. – Vol. 26, No. 3. – P. 323–329.
93. Gumina S. Arthroscopic evaluation of the rotator cuff vasculature: inferences into the pathogenesis of cuff tear and re-tear / S. Gumina, H.S. Song, H. Kim, V. Candela // *Clinics in Shoulder and Elbow*. – 2024. – Vol. 27, No. 2. – P. 203.
94. Henry P. Arthroscopic Repair for Chronic Massive Rotator Cuff Tears: A Systematic Review / P. Henry, D. Wasserstein, S. Park [et al.] // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. – 2015. – Vol. 31, No. 12. – P. 2472–2480.
95. Horowitz E.H. Shoulder Impingement Syndrome / E.H. Horowitz, W.R. Aibinder // *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. – 2023. – Vol. 34, No. 2. – P. 311–334.

96. Hsu T.-H. Accuracy of Critical Shoulder Angle and Acromial Index for Predicting Supraspinatus Tendinopathy / T.-H. Hsu, C.-L. Lin, C.-W. Wu [et al.] // *Diagnostics*. – 2022. – Vol. 12, No. 2. – P. 283.
97. Huang L. Biomimetic Scaffolds for Tendon Tissue Regeneration / L. Huang, L. Chen, H. Chen [et al.] // *Biomimetics*. – 2023. – Vol. 8, No. 2. – P. 246.
98. Hwang S.T. Quantifying Threshold Scores for Patient Satisfaction After Massive Rotator Cuff Repair for the Interpretation of Mid-Term Patient-Reported Outcomes / S.T. Hwang, J. Ardebol, K. Ghayyad [et al.] // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. – 2024. – Vol. 40, No. 2. – P. 204–213.
99. Itoi E. Which is more useful, the «full can test» or the «empty can test,» in detecting the torn supraspinatus tendon? / E. Itoi, T. Kido, A. Sano [et al.] // *The American Journal of Sports Medicine*. – 1999. – Vol. 27, No. 1. – P. 65–68.
100. Jain N.B. Does my patient with shoulder pain have a rotator cuff tear? A predictive model from the ROW cohort / N.B. Jain, R. Fan, L.D. Higgins [et al.] // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. – 2018. – Vol. 6, No. 7. – P. 2325967118784897.
101. Jain N.B. Degenerative Rotator-Cuff Disorders / N.B. Jain, M.S. Khazzam // *New England Journal of Medicine*. – 2024. – Vol. 391, No. 21. – P. 2027–2034.
102. Jancuska J. A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Rotator Cuff / J. Jancuska, J. Matthews, T. Miller [et al.] // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. – 2018. – Vol. 6, No. 9. – DOI: 10.1177/2325967118797891.
103. Jiang L. Mesenchymal stem cells: An efficient cell therapy for tendon repair (Review) / L. Jiang, J. Lu, Y. Chen [et al.] // *International Journal of Molecular Medicine*. – 2023. – Vol. 52, No. 2. – DOI: 10.3892/ijmm.2023.5273.
104. Joneidi Jafari H.R. Effectiveness of Exercise Therapy on Reducing Shoulder Pain and Improving Shoulder Function in Patients with Rotator Cuff Injuries / H.R. Joneidi Jafari, P. Nejati, A. Nazari, A. Moezy // *Journal of Arak University of Medical Sciences*. – 2022. – Vol. 24, No. 6. – P. 834–845.

105. Kang S. Physical examinations for older adults with shoulder pain: a narrative review / S. Kang, S.-W. Kang // *The Ewha Medical Journal*. – 2025. – Vol. 48, No. 1. – DOI: 10.12771/emj.2025.e8.

106. Karjalainen T.V. Surgery for rotator cuff tears / T.V. Karjalainen, N.B. Jain, J. Heikkinen [et al.] // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2019. – DOI: 10.1002/14651858.cd013502.

107. Katthagen J.C. Improved outcomes with arthroscopic repair of partial-thickness rotator cuff tears: a systematic review / J.C. Katthagen, G. Bucci, G. Moatshe [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2017. – Vol. 26, No. 1. – P. 113–124.

108. Kim C.H. Suprascapular Nerve Conduction Study: Comparative Analysis between Surface and Needle Recording Methods in Normal Subjects / C.H. Kim, G.H. Roh // *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*. – 2005. – Vol. 29, No. 4. – P. 383–386.

109. King P.M. Sourcebook of occupational rehabilitation / P.M. King. – Springer Science & Business Media, 2013. – 426 p.

110. Lädermann A. Reliable diagnosis of posterosuperior rotator cuff tears requires a combination of clinical tests / A. Lädermann, T. Meynard, P.J. Denard [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2020. – Vol. 29, No. 7. – P. 2118–2133.

111. Lafosse L. Arthroscopic Release of Suprascapular Nerve Entrapment at the Suprascapular Notch: Technique and Preliminary Results / L. Lafosse, A. Tomasi, S. Corbett [et al.] // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. – 2007. – Vol. 23, No. 1. – P. 34–42.

112. Lewis J. Rotator cuff related shoulder pain: Assessment, management and uncertainties / J. Lewis // *Manual Therapy*. – 2016. – Vol. 23. – P. 57–68.

113. Lin D.J. Deep Learning Diagnosis and Classification of Rotator Cuff Tears on Shoulder MRI / D.J. Lin, M. Schwier, B. Geiger [et al.] // *Investigative Radiology*. – 2023. – Vol. 58, No. 6. – P. 405–412.
114. Longo U.G. Retear rates after rotator cuff surgery: a systematic review and meta-analysis / U.G. Longo, A. Carnevale, I. Piergentili [et al.] // *BMC Musculoskeletal Disorders*. – 2021. – Vol. 22, No. 1. – P. 749.
115. Longo U.G. Scapular Kinematics and Patterns of Scapular Dyskinesia in Rotator Cuff Tears: A Prospective Cohort Study / U.G. Longo, L. Risi Ambrogioni, V. Candela [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2023. – Vol. 12, No. 11. – P. 3841.
116. Longo U.G. Revision rates and progression to shoulder arthroplasty after arthroscopic repair of massive rotator cuff tears / U.G. Longo, A. Lalli, B. Bandini [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2025. – Vol. 33, No. 6. – P. 2255–2268.
117. Ma H.H. Does suprascapular nerve release provide additional benefits for rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis / H.H. Ma, W.T. Wu, I.C. Tsai [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2022. – Vol. 31, No. 11. – P. 2421–2430.
118. Makhni E.C. The Use of Patient-Reported Outcome Measures in Clinical Practice and Clinical Decision Making / E.C. Makhni, M.E. Hennekes // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. – 2023. – Vol. 31, No. 20. – P. 1059–1066.
119. Malavolta E.A. Prognostic Factors for Clinical Outcomes After Arthroscopic Rotator Cuff Repair / E.A. Malavolta, J.H. Assunção, F.B. Andrade-Silva [et al.] // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. – 2023. – Vol. 11, No. 4. – DOI: 10.1177/23259671231160738.
120. Manoso-Hernando D. Shoulder mobility and strength impairments in patients with rotator cuff related shoulder pain: a systematic review and meta analysis / D. Manoso-Hernando, J. Bailón-Cerezo, S. Angulo-Díaz-Parreño [et al.] // *PeerJ*. – 2024. – Vol. 12. – P. e17604.

121. Matthewson G. Partial thickness rotator cuff tears: current concepts / G. Matthewson, C.J. Beach, A.A. Nelson [et al.] // *Advances in Orthopedics*. – 2015. – Vol. 2015. – P. 458786.
122. Meredith S.J. Editorial Commentary: Suprascapular Nerve Decompression Can Be Effective, But Should You Have the Nerve to Do It? / S.J. Meredith, M.J. Foster, R.F. Henn // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. – 2021. – Vol. 37, No. 2. – P. 508–509.
123. Millett P.J. Posterosuperior Rotator Cuff Tears / P.J. Millett, R.J. Warth // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. – 2014. – Vol. 22, No. 8. – P. 521–534.
124. Moore M.L. The Top 50 Most-Cited Shoulder Arthroscopy Studies / M.L. Moore, J.R. Pollock, K.S. McQuivey, J.S. Bingham // *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. – 2021. – Vol. 3, No. 1. – P. e277–e287.
125. Narulla R. Trends in shoulder surgery patient-reported outcome measures / R. Narulla, M. Song, S. Karunaratne [et al.] // *JSES International*. – 2023. – Vol. 7, No. 4. – P. 653–661.
126. Nazary-Moghadam S. Effects of comprehensive physiotherapy compared with routine physiotherapy on pain and function in patients with subacromial pain syndrome: A randomized clinical trial with 6-month follow-up / S. Nazary-Moghadam, F. Zarei-Moghadam, A. Zeinalzadeh [et al.] // *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. – 2024. – Vol. 40. – P. 270–278.
127. Nichols A.E.C. The cellular basis of fibrotic tendon healing: challenges and opportunities / A.E.C. Nichols, K.T. Best, A.E. Loiselle // *Translational Research*. – 2019. – Vol. 209. – P. 156–168.
128. Nikolaidou O. Rehabilitation after Rotator Cuff Repair / O. Nikolaidou, S. Migkou, C. Karampalis // *The Open Orthopaedics Journal*. – 2017. – Vol. 11, No. 1. – P. 154–162.

129. Nolte P.C. Clinical Outcomes of Arthroscopic Suprascapular Nerve Decompression for Suprascapular Neuropathy / P.C. Nolte, T.E. Woolson, B.P. Elrick [et al.] // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. – 2021. – Vol. 37, No. 2. – P. 499–507.

130. Okwumabua E. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Nerves [Электронный ресурс] / E. Okwumabua, A.C. Black, J.H. Thompson. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526056> (дата обращения: 21.03.2025).

131. Patel M. Management of Acute Rotator Cuff Tears / M. Patel, M.H. Amini // *Orthopedic Clinics of North America*. – 2022. – Vol. 53, No. 1. – P. 69–76.

132. Plancher K.D. Diagnosis and Management of Partial Thickness Rotator Cuff Tears: A Comprehensive Review / K.D. Plancher, J. Shanmugam, K. Briggs, S.C. Petterson // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. – 2021. – Vol. 29, No. 24. – P. 1031–1043.

133. Porcellini G. Partial repair of irreparable supraspinatus tendon tears: clinical and radiographic evaluations at long-term follow-up / G. Porcellini, A. Castagna, E. Cesari [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2011. – Vol. 20, No. 7. – P. 1170–1177.

134. Rockwood C.A. Rockwood and Matsen's The Shoulder / C.A. Rockwood, M.A. Wirth, E.V. Fehring. – Elsevier Health Sciences, 2016. – 1463 p.

135. Rossi L.A. Long-Term Outcomes After In Situ Arthroscopic Repair of Partial Rotator Cuff Tears / L.A. Rossi, N.A. Atala, A. Bertona [et al.] // *Arthroscopy*. – 2019. – Vol. 35, No. 3. – P. 698–702.

136. Said H.G. A Shortcut to Arthroscopic Suprascapular Nerve Decompression at the Suprascapular Notch: Arthroscopic Landmarks and Surgical Technique / H.G. Said, A.F. Abdel Kawi, T.N. Fetih, A.W. Kandil // *Arthroscopy Techniques*. – 2017. – Vol. 6, No. 5. – P. e1709–e1713.

137. Sambandam S.N. Rotator cuff tears: An evidence based approach / S.N. Sambandam, V. Khanna, A. Gul, V. Mounasamy // *World Journal of Orthopedics*. – 2015. – Vol. 6, No. 11. – P. 902.
138. Sanders S. Rotator Cuff Imaging Abnormalities in Asymptomatic Shoulders: A Systematic Review / S. Sanders, T. Ibounig, R. Haas [et al.] // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. – 2025. – Vol. 55, No. 12. – P. 736–751.
139. Sandler A.B. High rates of return to sport after suprascapular nerve decompression: an updated systematic review / A.B. Sandler, M.E. Wells, C. Tran [et al.] // *JSES Reviews, Reports, and Techniques*. – 2024. – Vol. 4, No. 4. – P. 654–661.
140. Scanaliato J.P. Long-term Results of Arthroscopic Repair of Full-Thickness Traumatic Rotator Cuff Tears in Active Duty Military Patients Under the Age of 40 Years / J.P. Scanaliato, M.D. Eckhoff, J.C. Dunn [et al.] // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2022. – Vol. 50, No. 10. – P. 2753–2760.
141. Shah N.S. Long-Term Outcomes of Massive Rotator Cuff Tear Repair: A Systematic Review / N.S. Shah, E. Suriel Peguero, Y. Umeda [et al.] // *HSS Journal: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery*. – 2021. – Vol. 18, No. 1. – P. 130–137.
142. Shepet K.H. Nonoperative treatment of chronic, massive irreparable rotator cuff tears: a systematic review with synthesis of a standardized rehabilitation protocol / K.H. Shepet, D.J. Liechti, J.E. Kuhn // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2021. – Vol. 30, No. 6. – P. 1431–1444.
143. Sheth M.M. Massive and Irreparable Rotator Cuff Tears: A Review of Current Definitions and Concepts / M.M. Sheth, A.A. Shah // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. – 2023. – Vol. 11, No. 5. – DOI: 10.1177/23259671231154452.
144. Snyder S.J. Partial thickness rotator cuff tears: results of arthroscopic treatment / S.J. Snyder, A.F. Pachelli, W. Del Pizzo [et al.] // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. – 1991. – Vol. 7, No. 1. – P. 1–7.

145. Somerson J.S. Classifications in Brief: Goutallier Classification of Fatty Infiltration of the Rotator Cuff Musculature / J.S. Somerson, J.E. Hsu, J.D. Gorbaty, A.O. Gee // *Clinical Orthopaedics & Related Research*. – 2016. – Vol. 474, No. 5. – P. 1328–1332.

146. Sripathi P. Rotator Cuff Injury: Pathogenesis, Biomechanics, and Repair / P. Sripathi, D.K. Agrawal // *Journal of Orthopaedics and Sports Medicine*. – 2024. – Vol. 6, No. 4. – DOI: 10.26502/josm.511500167.

147. Thangarajah V. Optimal Management of Partial Thickness Rotator Cuff Tears: Clinical Considerations and Practical Management / V. Thangarajah, I.K. Lo // *Orthopedic Research and Reviews*. – 2022. – Vol. 14. – P. 59–70.

148. Torchia M.T. Evaluation of survivorship of asymptomatic degenerative rotator cuff tears in patients 65 years and younger: a prospective analysis with long-term follow-up / M.T. Torchia, J.A. Sefko, K. Steger-May [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2023. – Vol. 32, No. 7. – P. 1432–1444.

149. Tsuchiya S. The relationship between preoperative Goutallier stage and retear rates following posterosuperior rotator cuff repair: a systematic review / S. Tsuchiya, A.J. Bois, G. Matthewson [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2023. – Vol. 32, No. 2. – P. 435–443.

150. Tubbs R.S. Bergman's Comprehensive Encyclopedia of Human Anatomic Variation / R.S. Tubbs, M.M. Shoja, M. Loukas. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, 2016. – 1456 p.

151. Vascellari A. Psychometric properties of three different scales for subjective evaluation of shoulder pain and dysfunction in Italian patients after shoulder surgery for anterior instability / A. Vascellari, D. Venturin, C. Ramponi [et al.] // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2018. – Vol. 27, No. 8. – P. 1497–1504.

152. Vrotsou K. Constant–Murley Score: systematic review and standardized evaluation in different shoulder pathologies / K. Vrotsou, M. Ávila, M. Machón [et al.] // *Quality of Life Research*. – 2018. – Vol. 27, No. 9. – P. 2217–2226.

153. Wolf E.M. Transdeltoid palpation (the rent test) in the diagnosis of rotator cuff tears / E.M. Wolf, V. Agrawal // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. – 2001. – Vol. 10, No. 5. – P. 470–473.

154. Yang T.H. Suprascapular nerve release does not provide additional benefits in arthroscopic rotator cuff repair surgery: a systematic review and meta-analysis / T.H. Yang, M.H. Lin, L.T. Kuo [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2022. – Vol. 31, No. 5. – P. 1873–1882.

155. Zhou Z. Tendon-derived stem/progenitor cell aging: defective self-renewal and altered fate / Z. Zhou, T. Akinbiyi, L. Xu [et al.] // *Aging Cell*. – 2010. – Vol. 9, No. 5. – P. 911–915.