

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
И.М. СЕЧЕНОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи



Сухарев Николай Александрович

**Предоперационное планирование при реверсивном эндопротезировании
плечевого сустава**

3.1.8. Травматология и ортопедия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Лычагин Алексей Владимирович

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1. Анатомо-топографические особенности плечевого сустава	12
1.2. Эволюция эндопротезирования плечевого сустава	15
1.2.1. Дизайн конструкций	15
1.2.2. Показания к эндопротезированию плечевого сустава	18
1.3. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава	26
1.3.1. Конструкции реверсивных эндопротезов плечевого сустава	29
1.3.2. Предоперационное планирование	31
1.3.3. Операционная техника	36
1.3.4. Индивидуальный инструментарий	39
1.3.5. Недостатки и осложнения при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава	41
1.4. Резюме	46
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	48
2.1. Дизайн исследования	48
2.2. Общая характеристика пациентов	50
2.3. Методы обследования	52
2.3.1. Клиническое обследование	52
2.3.2. Лучевая диагностика	56
2.4. Общие особенности ведения пациентов всех групп	60
2.5. Методы статистической обработки данных	62
ГЛАВА 3. ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ ГРУППЫ СРАВНЕНИЯ	64
3.1. Традиционная методика	64
3.1.1. Этап предоперационного планирования	64
3.1.2. Техника операции	65
3.2. Результаты лечения пациентов группы сравнения	73
3.3. Клинический пример пациента из группы сравнения	83

ГЛАВА 4. ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ ОСНОВНОЙ ГРУППЫ	87
4.1. Предоперационное планирование.....	87
4.2. Индивидуальный инструментарий	93
4.3. Техника операции.....	96
4.4. Результаты лечения пациентов основной группы.....	101
4.5. Клинический пример пациента из основной группы.....	109
ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ.....	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	129
ВЫВОДЫ	134
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	135
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	136
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	137
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	159
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	160
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	161
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	163

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Дегенеративные заболевания плечевого сустава различной этиологии, а также травматические его повреждения зачастую приводят к нарушению функций верхней конечности [30, 93, 179].

По данным литературы повреждения и заболевания плечевого сустава встречаются достаточно часто и составляют от 16 до 55% среди всех патологий крупных суставов [67, 80, 99, 124, 125, 180].

Среди заболеваний плечевого сустава одним из наиболее серьезных является остеоартроз, который может привести к болевому синдрому и стойкой дисфункции верхней конечности [105]. В основном данное заболевание встречается у лиц старшей возрастной группы, но также может проявиться у молодых людей после получения травмы плечевого сустава. Частота встречаемости данного заболевания может достигать до 32,8% населения с возрастом старше 60 лет, а также до 11,1% у лиц среднего и молодого возраста [140, 145, 150].

Операция по эндопротезированию плечевого сустава является крайне эффективным, а зачастую и единственным методом восстановления утраченных функций при тяжелых заболеваниях сустава или его травматических повреждениях. В зависимости от вида повреждения выставляются определенные показания к операции, и затем производится выбор конкретной модели эндопротеза. Существуют различные типы эндопротезов плечевого сустава: гемипротезы, монополярные, тотальные анатомические, а также тотальные реверсивные эндопротезы.

При таких патологиях плечевого сустава, как первичный остеоартроз в сочетании с невозможным повреждением вращательной манжеты, многофрагментарные переломы проксимального отдела плечевой кости с вовлечением вращательной манжеты и т. д., наиболее эффективной в клинической практике зарекомендовала себя реверсивная модель эндопротеза. После установки

такого вида эндопротеза у пациентов исчезает болевой синдром и возобновляется удовлетворительная амплитуда движений в плечевом суставе [2, 103, 111].

В мире выполняется более 100 тыс. операций по эндопротезированию плечевого сустава в год. Из этого числа более 60% составляют реверсивные эндопротезы. Только в США с 2002 по 2017 гг. применение такого вида эндопротеза увеличилось с 7,3 случаев на 100 000 человек (22 835 операций) до 19,3 случаев на 100 000 человек (62 705 операций). Частота применения реверсивной модели эндопротеза по данным Австралийского Национального регистра эндопротезирований с 2008 по 2019 гг. достигла 77,8% от общего числа операций на плечевом суставе с применением эндопротеза [71, 118].

Несмотря на определенный прогресс при данном виде операции, остается достаточно высокий риск послеоперационных осложнений при первичной операции, который может достигать по данным разных авторов от 7,5 до 49% [82, 111, 152].

Наиболее распространенными осложнениями (в порядке уменьшения частоты) являются: нестабильность компонентов, вывих эндопротеза, инфекция, ущемление капсулы в зоне шейки лопатки и повреждение ротаторной манжеты [81, 87, 152].

Одной из наиболее вероятных причин развития этих осложнений, по мнению ряда авторов, является некорректное предоперационное планирование [58, 191].

Многие иностранные авторы обращают внимание на важность данного этапа, делясь своими наблюдениями, разработками обследований пациентов, а также клиническими случаями [116, 170, 184].

Степень разработанности темы исследования

В западной и отечественной литературе обсуждаются возможности 3D-моделирования, позволяющего индивидуально точно подобрать форму и размер протеза для пациента [4, 13, 14, 19, 27, 32, 65, 186, 193].

С развитием предоперационного планирования со временем возникла потребность в точном его исполнении. В некоторых случаях возможности хирурга по воспроизведению предоперационного плана ограничены из-за множества факторов: сложные деформации гленоида, отсутствие визуализации важных анатомических ориентиров и сниженная точность интраоперационных измерений [103]. В связи с этим проводились разработки модификации операции в виде индивидуального инструментария, который повышает точность установки компонентов эндопротеза, несмотря на ограниченность визуализации. Несколько исследователей в своих работах доказали эффективность применения такой технологии при установке гленоидного имплантата во время операции [96, 115].

Позиционирование компонентов эндопротеза плечевого сустава на основе МСКТ-исследования с применением персонализированных шаблонов-направителей увеличивает точность установки импланта и улучшает результаты лечения пациентов с патологией плечевого сустава [66, 86].

Таким образом, потенциальные возможности реверсивного эндопротезирования плечевого сустава до сих пор в полной мере остаются не реализованными из-за неполноценного предоперационного планирования и недостаточной точности проведения операций такого типа.

Цель исследования

Улучшить результаты лечения пациентов при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава за счет применения индивидуального предоперационного планирования и модификации техники операции.

Задачи исследования

1. Исследовать недостатки традиционного метода предоперационного планирования при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава.

2. Усовершенствовать систему предоперационного планирования и технику операции для обеспечения прецизионного позиционирования компонентов реверсивного эндопротеза плечевого сустава.
3. Оценить эффективность предложенной методики путем сравнения функциональных результатов с традиционным методом лечения.
4. Обосновать преимущества созданной системы лечения пациентов и разработать рекомендации для практического здравоохранения.

Научная новизна

Разработан алгоритм персонифицированного предоперационного планирования с использованием 3D-технологий и созданием индивидуальных шаблонов-направителей для установки реверсивного эндопротеза плечевого сустава.

Впервые модифицирована техника установки реверсивного эндопротеза плечевого сустава с применением индивидуально изготовленного инструментария.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработанный алгоритм предоперационного планирования с применением индивидуальных шаблонов-направителей позволяет повысить точность позиционирования компонентов реверсивного эндопротеза плечевого сустава.

Модифицированная техника операции реверсивного эндопротезирования плечевого сустава с использованием индивидуального инструментария облегчает установку компонентов эндопротеза и повышает ее точность, что способствует улучшению функциональных результатов операции.

Методология и методы исследования

При выполнении диссертационной работы учитывались принципы доказательной медицины. В ходе исследования применяли клинические, биомеханические и рентгенологические методы. Объектом изучения стали 25 пациентов с артрозом плечевого сустава, которым было выполнено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава по индивидуальному предоперационному планированию с применением персонализированного инструментария. В качестве контрольной группы обследованы 50 пациентов, прооперированных по стандартной методике. Всем участникам исследования выполняли МСКТ плечевого сустава до и после операции, а также проводили балльную оценку результатов объема движений и состояния здоровья пациентов. Всех прооперированных пациентов наблюдали в течение следующего года, в одинаковые послеоперационные периоды проводили сопоставление полученных клинических и рентгенологических результатов.

При проведении исследования было использовано современное оборудование для лучевой диагностики. Все вычисления осуществлены с применением современных методов статистической обработки данных. Результаты клинических анализов и лучевой диагностики демонстрируют достоверность проведенного исследования.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Визуализация плечевого сустава с использованием 3D-технологий повышает точность предоперационного планирования реверсивного эндопротезирования, позволяя максимально учесть индивидуальные анатомические особенности оперируемого плечевого сустава.
2. Использование индивидуально изготовленного инструментария для выполнения реверсивного эндопротезирования плечевого сустава имеет

безусловное преимущество в точности установки компонентов эндопротеза перед традиционными техниками.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия, области науки: медицинские науки, пункту 4 направлений исследований.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов исследования подтверждается имеющейся медицинской документацией и проведенным статистическим анализом. При проведении научной работы использованы современные клинические и лучевые методы исследования, биомеханические исследования, проведены анализ историй болезни пациентов, балльная оценка состояния здоровья пациентов до и после операции, подготовлена электронная база данных пациентов и статистическая обработка полученных результатов.

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на XXIII Международной научно-практической конференции «Пожилой больной. Качество жизни» (01.10.2018, Москва); «Евразийском Ортопедическом Форуме» (28.06.2019, Москва).

Апробация диссертационной работы проведена на заседании кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (г. Москва, 25.04.2023, протокол №4).

Внедрение результатов исследования в практику

Основные научные положения, выводы и практические рекомендации внедрены в учебный процесс кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), а также в лечебный процесс травматолого-ортопедического отделения Университетской клинической больницы №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Личный вклад автора

Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления исследования, определении цели и задач. Автор непосредственно осуществлял разработку системы предоперационного планирования при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава, провел анализ русскоязычной и зарубежной литературы по данной тематике, разработал и ввел в практику индивидуальные направители и резекционные шаблоны для операции такого типа, а также лично участвовал в выполнении операций пациентам основной группы. Автор изучил и проанализировал результаты реверсивного эндопротезирования плечевого сустава и провел статистическую обработку полученных данных. Автором были обобщены основные результаты исследования, сформулированы выводы и практические рекомендации, которые нашли свое отражение в опубликованных научных статьях и были представлены в докладах на научно-практических конференциях.

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования автором опубликовано 4 работы, в том числе 3 статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета/ Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых

должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; 1 публикация в сборнике материалов международной научной конференции.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 163 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, содержащего 200 источников (59 российских и 141 зарубежный), 4 приложений. Приведено 14 таблиц и 98 рисунков.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Анатомо-топографические особенности плечевого сустава

Плечевой сустав является самым мобильным суставом в теле человека. Этот сустав представляет собой шаровидное сочленение, отвечающее за движения верхней конечности [94, 102, 119].

Основными элементами плечевого сустава являются лопатка и головка плечевой кости. Суставная поверхность головки плечевой кости в диаметре больше, чем суставная поверхность гленоида, и составляет примерно 160° сферы, радиус которой колеблется около 22–27 мм. Данная анатомическая особенность дает большой диапазон движений в плечевом суставе, но в тоже время повышает риск возникновения вывиха головки плечевой кости при высокой нагрузке [2, 8, 46, 47].

Плечевая кость обладает такими важными анатомическими структурами для реализации движения как большой, малый бугорки, межбугорковая борозда, анатомическая шейка и дельтовидная бугристость. К большому бугорку прикрепляются надостная, подостная и малая круглая мышцы. К малому бугорку прикрепляется сухожилие подлопаточной мышцы. Данные мышцы отвечают не только за вращательные движения, но и необходимы для сохранения стабильности сустава (Рисунок.1.1) [4,9].

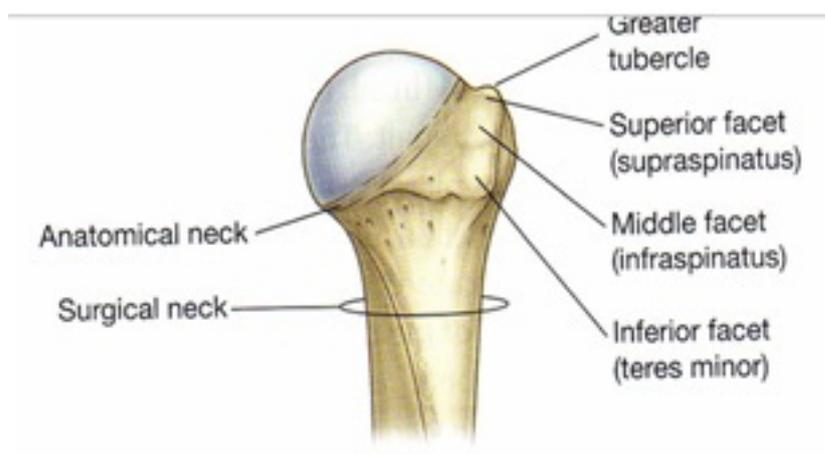


Рисунок 1.1 – Проксимальный конец плечевой кости

Плечевой сустав обеспечивает верхнюю конечность большим диапазоном движений, таких как аддукция, абдукция (вокруг сагиттальной оси); флексия, экстензия (вокруг фронтальной оси); внутренняя и наружная ротация (вокруг продольной оси). В сагиттальной плоскости этот объем достигает 360° (Рисунок 1.2) [15].

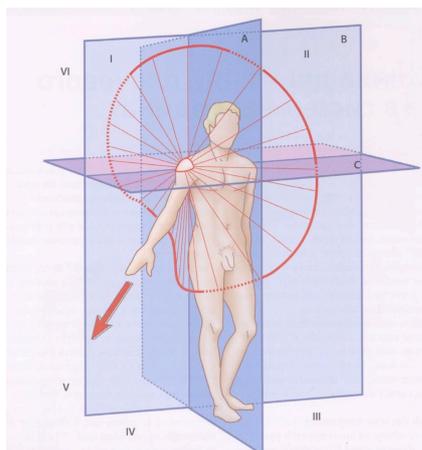


Рисунок 1.2 – Диапазон движения верхней конечности в 3-х плоскостях (Изображение выкопировано из А.И. Капанджи «Верхняя конечность физиология суставов» [17])

Сухожилия надостной, подостной и малой круглой мышц вплетаются в большой бугорок. Этот комплекс с участием сухожилия подлопаточной мышцы образуют ротаторную манжету плечевого сустава, которая прикрывает головку плечевой кости. С точки зрения биомеханики вращательная манжета представляет собой мощный динамический стабилизатор плечевого сустава. Данная структура удерживает головку плеча у хрящевой поверхности лопатки, обеспечивая единый центр вращения, что позволяет другим мышцам осуществлять движения в плечевом суставе. Ее функция – наружная ротация и отведение до $40-60^\circ$, при синергическом действии вместе с дельтовидной мышцей отведение превышает 160° [38, 72, 167].

Плечевой сустав также обладает дополнительными стабилизаторами в виде сухожилия подлопаточной мышцы и капсульно-связочного комплекса вместе с хрящевой губой. Три порции плечелопаточной связки (верхняя, средняя и нижняя) укрепляют передне-верхнюю поверхность плечевого сустава, а сухожилие

подлопаточной мышцы, сплетаясь с плечелопаточными связками, фиксирует переднюю поверхность плечевого сустава (Рисунок 1.3).

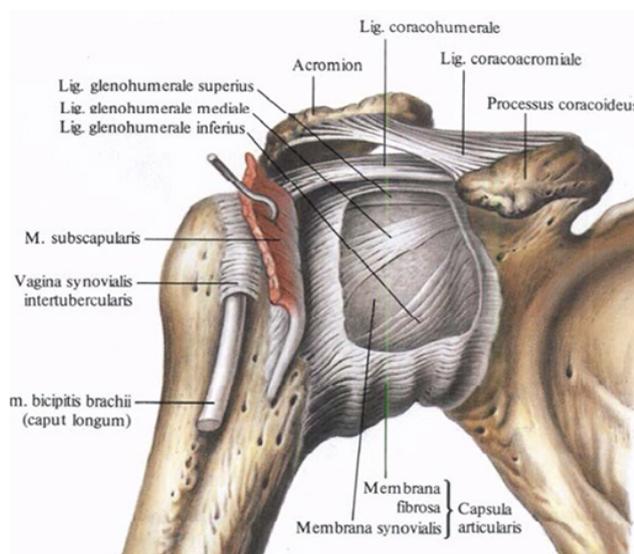


Рисунок 1.3 – Капсульно-связочный комплекс плечевого сустава

Наиболее крупная мышца плечевого сустава – дельтовидная, иннервацию которой обеспечивает подмышечный нерв. Дельтовидная мышца обеспечивает стабильность и увеличивает объем движения в плечевом суставе. Она состоит из 3 пучков. Передний начинается от акромиального конца ключицы (отвечает за сгибание и внутреннюю ротацию), средний пучок берет свое начало от акромиона (отвечает за отведение), и задний пучок идет от ости лопатки (отвечает за разгибание и наружную ротацию) [156]. Именно дельтовидная мышца обеспечивает движение плечевой кости и создает компрессию в суставе при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава [109].

Таким образом, форма, конгруэнтность суставных поверхностей костей в совокупности с четким взаимодействием мышц и сухожилий обеспечивают большую амплитуду движений, увеличенный спектр двигательных возможностей плечевого сустава и многообразие функций верхней конечности.

1.2. Эволюция эндопротезирования плечевого сустава

1.2.1. Дизайн конструкций

В 1891 году Jules Emil Pean впервые в мире заместил плечевой сустав пациенту с туберкулезным поражением проксимального конца плечевой кости (Рисунок 1.4) [131].



Рисунок 1.4 – Эндопротез плечевого сустава (Pean J.E.)

В 1950 г. F. Krueger впервые применил эндопротез с использованием имплантата анатомического дизайна с металлическим покрытием головки плечевой кости металлическим сплавом (Vitallium) молодому пациенту с асептическим некрозом головки плечевой кости [24, 122].

Но проблема с фиксацией и ротацией протезированной головки плечевой кости оставалась нерешенной. Для решения данной задачи в 1953 году C.S. Neer добавил ножку эндопротеза и впервые успешно применил монополюсное эндопротезирование у пациента с оскольчатый переломом проксимального отдела плечевой кости [34, 130] (Рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Однополюсный эндопротез плечевого сустава (C.S. Neer)

C.S. Neer изложил основные принципы и этапы эндопротезирования плечевого сустава: использование анатомической модели эндопротеза, минимизация резекции суставных концов костей, предупреждение импиджмент-синдрома за счет эксцентричности положения головки плечевой кости и ушивание вращательной манжеты без потери наружной ротации, устранение контрактур путем пластики мягких тканей.

В 1973 году C.S. Neer модифицировал свой эндопротез за счет создания лопаточного компонента из полиэтилена и в 1974 г. опубликовал методику его применения при остеоартрозе плечевого сустава [119, 134].

L. Marmor в 1977 году предположил, что добавление гленоидного компонента может стабилизировать дистальный компонент разработанного ранее эндопротеза и предотвратить миграцию компонентов [126].

Эндопротез Mark I имел увеличенную головку на плечевом компоненте, что увеличивало объем движений в плечевом суставе [135].

Однако увеличенная головка не позволяла прочно закрепить ротаторную манжету. Во второй версии эндопротеза (Mark II) головка плечевого компонента была уменьшена в размере, что давало возможность восстановить ротаторную манжету плечевого сустава, но при этом уменьшалась амплитуда движений в нем [62].

В третьей модели эндопротеза плечевого сустава (Mark III) было увеличено осевое вращение ножки протеза, но при этом также возросла и частота вывихов. В связи с этим со временем этот вариант эндопротеза утратил свою актуальность [121].

Других авторов в это же время озадачил вопрос по поводу малой площади кости для фиксации гленоидного компонента, а также высокие риски осложнений в связи с приложением большой силы на малую площадь гленоида [83, 132].

Большое количество исследований было проведено для поиска причин расшатывания гленоидных компонентов при цементной фиксации в эндопротезах того времени. Лопаточный компонент начали фиксировать при помощи пинов (штифтов) и винтов. Однако это привело к увеличению числа переломов гленоида и других частей лопатки. Для предотвращения повреждения лопатки были разработаны протезы, дизайн которых уменьшал нагрузку на гленоидный компонент, но в то же время терялась стабильность конструкции, что приводило к большому числу ревизионных операций [93, 147, 148].

В 1981 г. впервые была представлена модель эндопротеза – Gristina. Он отличался от эндопротеза, предложенного C.S. Neer, тем, что имел малую головку, а также сферическую поверхность гленоида, между которыми находился полиэтиленовый вкладыш. Вкладыш имел проксимальное утолщение, что уменьшало число вывихов головки эндопротеза. В дальнейшем пришлось отказаться от такого дизайна эндопротеза в связи с необходимостью большой резекции плечевой кости по сравнению с протезами C.S. Neer. Проблемы, связанные с применением костного цемента, также оставались нерешенными, и это сказывалось на ухудшении отдаленных результатов [112].

В течение длительного времени необратимое повреждение ротаторной манжеты оставалось нерешенным вопросом, и зачастую применение эндопротезирования анатомичными конструкциями (монополюсными или тотальными) приводило к неудовлетворительным результатам [14, 27, 34, 70, 74, 114, 168].

Для решения этого вопроса была создана модель реверсивного эндопротеза, характеристика и преимущества которой будут рассмотрены ниже.

1.2.2. Показания к эндопротезированию плечевого сустава

Операция по эндопротезированию плечевого сустава является крайне эффективным, а зачастую и единственным методом восстановления утраченных функций при тяжелых заболеваниях сустава или его травматических повреждениях. Существует целый ряд показаний для артропластики плечевого сустава, но всех их объединяет одно — необратимость наступивших изменений и неэффективность иных методов лечения.

Необходимость эндопротезирования и выбор типа эндопротеза – важное решение, требующее четких показаний к оперативному лечению [21].

Такая операция востребована среди пациентов различного возраста. Более молодой контингент чаще нуждается в установке имплантата из-за травмы, а пожилые люди – из-за патологической изношенности сустава.

Наиболее частыми причинами гемиартропластики, анатомической тотальной модели эндопротеза плечевого сустава являются омартрозы, аваскулярный некроз головки плечевой кости и сложные переломы проксимального отдела плечевой кости [77].

Основой показаний к реверсивному эндопротезированию плечевого сустава является нарушение биомеханического дисбаланса – отсутствие анатомического рычага для осуществления подъема конечности в связи с массивным повреждением сухожилий вращательной манжеты или с невозможным повреждением головки с бугорками плечевой кости [41, 159].

Показания для реверсивного эндопротезирования плечевого сустава:

- трех- или четырехфрагментарные переломы проксимального отдела плечевой кости со смещением отломков и вовлечением вращательной манжеты [36];

- первичный остеоартроз плечевого сустава в сочетании с невосстановимым повреждением вращательной манжеты (разрыв сухожилия надостной мышцы и не менее одного сухожилия мышцы ротаторной манжеты);
- обширное невосстановимое повреждение вращательной манжеты (дефект более 5 см, вовлечены не менее 2 сухожилий в сочетании с жировой инфильтрацией мышц вращательной манжеты) без признаков артроза;
- последствия переломов проксимального отдела плечевой кости;
- ревизионное эндопротезирование с дефицитом функции вращательной манжеты;
- новообразования;
- ревматоидный артрит.

Переломы проксимального отдела плечевой кости. Переломы проксимального отдела плечевой кости составляют около 5,7% от всех переломов костей скелета и до 70% переломов плечевой кости [27, 174].

Многофрагментарные переломы головки плеча и переломовывихи у пожилых пациентов встречаются в 30–45% случаев от всех переломов проксимального отдела плечевой кости [57, 162, 173]. Часть переломов у пожилых пациентов происходит на фоне остеопороза при низкоэнергетических повреждениях. В 87% случаев причина травмы у пожилых пациентов – падение с высоты собственного роста. А у молодых пациентов причиной переломов проксимального отдела плечевой кости является высокоэнергетическая травма [13, 175].

В зависимости от смещения фрагментов C.S. Neer разделил переломы на монофрагментарные, двухфрагментарные, трехфрагментарные и четырехфрагментарные. В свою очередь, эти переломы подразделены на подгруппы: с незначительным смещением, со смещением суставного фрагмента, смещением диафиза, смещением большого бугорка, смещением малого бугорка, а также переломовывихи (Рисунок 1.6) [11, 53].

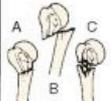
	2-part	3-part	4-part	Articular Surface
Anatomical neck				
Surgical neck				
Greater tuberosity				
Lesser tuberosity				
Fracture-dislocation	Anterior 			
	Posterior 			
Head-splitting				

Рисунок 1.6 – Классификация переломов проксимального отдела плечевой кости по С.С. Neer

В случае простого перелома проксимального отдела плечевой кости или при двухфрагментарном переломе головки плечевой кости со смещением отломков методом выбора оперативного лечения является остеосинтез. Но при многооскольчатых переломах хирургической шейки или головки плечевой кости результаты остеосинтеза, в особенности у людей пожилого возраста и при застарелых повреждениях, зачастую не дают удовлетворительных результатов. Так, неудовлетворительные исходы при лечении переломов головки и шейки плечевой кости даже при применении современных методов остеосинтеза достигают 47–50%. Ввиду такого высокого уровня неудовлетворительных результатов многофрагментарные переломы проксимального отдела плечевой кости являются показанием для эндопротезирования плечевого сустава [10, 34, 35, 48, 50, 52, 59].

При тяжелых переломах хирургической шейки и фрагментарных переломах головки плечевой кости, в особенности у лиц старшей возрастной группы, часто

возникает тотальный дефицит ротаторной манжеты. Ввиду этого предпочтительно использовать реверсивную модель эндопротеза плечевого сустава [6, 25, 34, 37, 127, 164].

Артроз плечевого сустава. Артроз плечевого сустава развивается реже, чем артроз коленного или тазобедренного сустава. Тем не менее, это заболевание приводит нередко к сильным болям и снижению функции верхней конечности, и распространенность остеоартроза среди населения может достигать 26% [176].

Причины остеоартроза плечевого сустава делятся на первичные и вторичные.

Первичный артроз плечевого сустава (идиопатический) характеризуется дегенеративными изменениями в суставе в результате перегрузки, износа и нарушения трофики костной ткани. Патология сопровождается истончением и разрушением суставного хряща, появлением костных разрастаний и атрофией мышц конечности. Также происходит утолщение капсулы сустава, что ведет к дальнейшему уменьшению объема ротации. Далее следует комплекс проблем, ассоциированных с разрывом вращательной манжеты, изменениями в зоне головки плечевой кости, что в результате приводит к асептическому некрозу головки плечевой кости. Объем движений ограничен, связочный аппарат ослаблен, наблюдается контрактура, атрофия околоуставных мышц, снижается функциональность верхней конечности.

Вторичный артроз плечевого сустава (посттравматический) возникает в результате травмы, приводящей к нарушению конгруэнтности в суставе при консолидации перелома и развитии асептического некроза головки плечевой кости.

В настоящее время для определения степени артроза плечевого сустава по рентгенограммам используются классификация по Kellgren-Lawrence [185].

Она включает в себя четыре стадии:

- I ст. Сомнительные признаки (линейный субхондральный склероз, появление маленьких краевых оссификатов).
- II ст. Минимальные изменения (остеосклероз более выражен, суставная щель сужена, отчетливые остеофиты).

- III ст. Умеренные признаки (выраженный субхондральный остеосклероз, большие краевые остеофиты, заметное сужение суставной щели).
- IV ст. Выраженные изменения (деформация и дисконгруэнтность суставных поверхностей, суставная щель почти не видна) [56].

III и IV стадии остеоартроза по Kellgren-Lawrence представляют серьезные повреждения плечевого сустава, которые несут за собой нарушение его функции, и при выраженной дисфункции плечевого сустава методом выбора является эндопротезирование.

Морфологические признаки артроза у всех пациентов проявляются по-разному, и для проведения качественной оценки повреждения сустава недостаточно опираться только на рентгенограммы. С.S. Neer отметил, что при первичном остеоартрозе часто возникает задний износ гленоида и задний подвывих головки плечевой кости [133]. В 1999 г. G. Walch et al. при помощи компьютерной томографии (КТ) классифицировали морфологические особенности гленоида при первичном артрозе плечевого сустава. Он выделил четыре варианта изменений морфологии суставной впадины:

- А – симметричная эрозия при отсутствии подвывиха головки плечевой кости (А1 – минимальная центральная эрозия; А2 – большая центральная эрозия);
- В – эрозии задней стенки гленоида приводят к подвывиху головки плечевой кости (В1 – задний подвывих без костной эрозии; В2 – задний подвывих головки с эрозией по задней поверхности гленоида; В3 – увеличенный передний край гленоида с ретроверсией более 15°);
- С – диспластический гленоид с ретроверсией 25° без эрозии;
- D – антерверсия гленоида и/или передний подвывих (Рисунок 1.7) [95, 128].

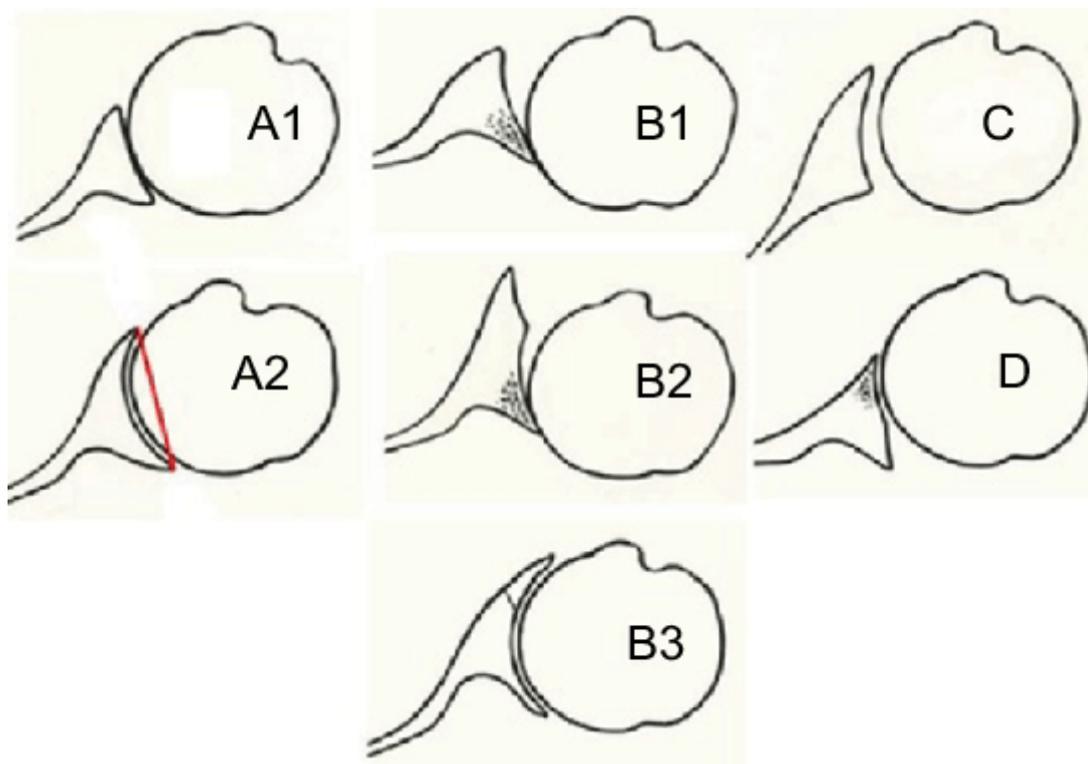


Рисунок 1.7 – Классификация артроза плечевого сустава G. Walch (A–D)

Для определения степени износа гленоида во фронтальной плоскости на рентгене применяется классификация Favard, имеющая 5 степеней, где степень E0 – миграция без износа; E1 – концентрическая (медиализированная) эрозия; E2 – верхняя эксцентрическая эрозия; E3 – верхняя эрозия, распространяющаяся на нижнюю часть суставной поверхности; E4 – износ нижнего края гленоида (Рисунок 1.8) [45, 110, 171].

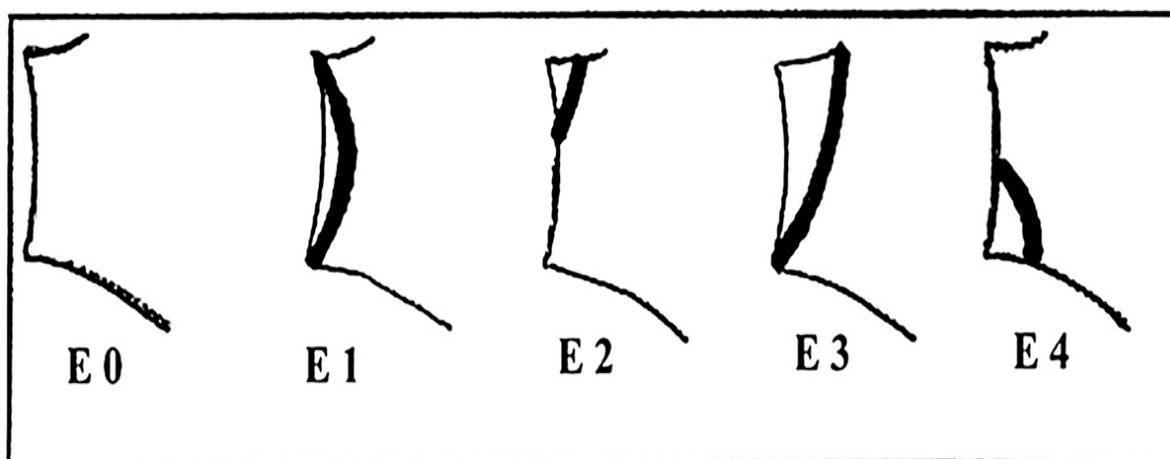


Рисунок 1.8 – Классификация степени повреждения гленоида по Favard

Основой лечения раннего артроза плечевого сустава являются нехирургические методы, которые должны быть направлены на уменьшение боли и увеличение диапазона движений. Учитывая, что консервативное лечение может быть эффективным для облегчения симптомов, его следует рассматривать как лечение первой линии, особенно у малотребовательных пациентов с подострым началом симптомов. Это также может быть лечением для пациентов, которые не подходят для хирургического вмешательства из-за сопутствующих заболеваний или иных причин [177].

Лечение пациентов с застарелыми последствиями травм проксимального отдела плечевой кости и сустава методом реконструктивной остеотомии в целом не показывает хороших результатов [158].

Самым надежным методом лечения прогрессирующего биполярного поражения плечевого сустава является тотальное эндопротезирование плечевого сустава, которое приносит снижение или исчезновение болевого синдрома, а также улучшает функциональный результат [61, 104, 195].

Обширное невосстановимое повреждение вращательной манжеты. Отдельно стоит выделить хроническое повреждение вращательной манжеты с нарушением кинематики плечевого сустава. В норме вращательная манжета является динамическим стабилизатором плечевого сустава. При массивных ее повреждениях стабилизирующая функция утрачивается, происходит смещение головки вверх, и уменьшается субакромиальное пространство [20]. В 1990 году K. Namada et al. предложили рентгенологическую классификацию массивных повреждений ротаторной манжеты [166]. Она включает в себя 5 степеней. С 1-ой по 3-ю степень выявляется массивное повреждение ротаторной манжеты без признаков омартроза, рентгенологически проявляется сужением субакромиального пространства, а при 4-ой и 5-ой степени отмечаются признаки остеоартроза с повреждением ротаторной манжеты (Рисунок 1.9) [163].

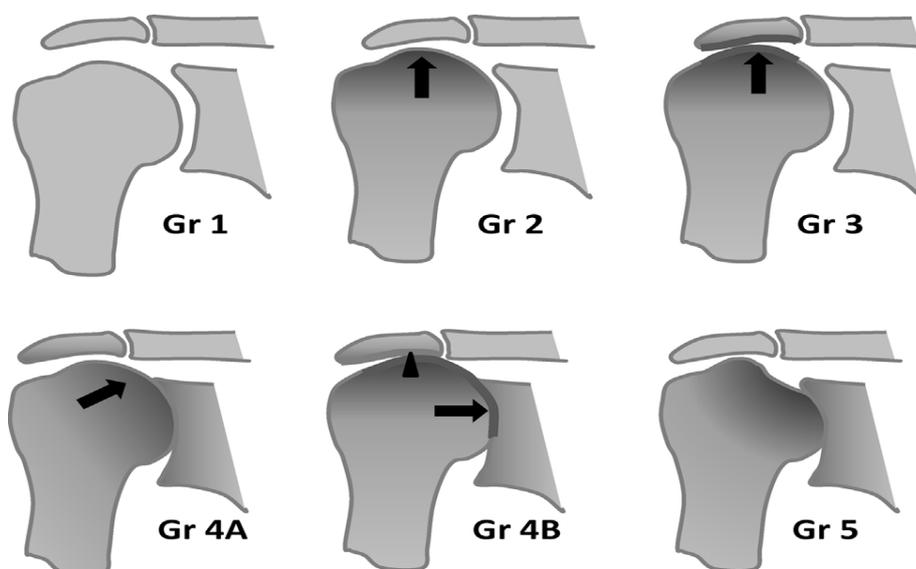


Рисунок 1.9 – Классификация массивных повреждений ротаторной манжеты
К. Hamada (1990)

По базам данных Medline, PubMed и Cochrane library за период 2001–2016 г. было выявлено, что реверсивное эндопротезирование является наиболее эффективной методикой при застарелых травмах плечевого сустава [188]. Применение анатомического эндопротеза оправдано только при свежих оскольчатых переломах проксимального отдела плечевой кости, и в тех случаях, когда имеется возможность восстановления вращательной манжеты плеча [29, 55, 197].

Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава показано пожилым людям с хроническим неизлечимым дефицитом ротаторной манжеты, который приводит к стойкой дисфункции плечевого сустава. У более молодой возрастной группы пациентов с таким повреждением ротаторной манжеты следует оценить возможности ее реконструкции. Однако в случае ревматоидного артрита с эрозивным повреждением плечевого сустава и повреждением ротаторной манжеты, а также большого необратимого разрыва передне-верхней части ротаторной манжеты или отсутствия реконструктивного ее варианта, реверсивное эндопротезирование плечевого сустава будет показано и более молодой возрастной группе пациентов [22, 31, 141].

В дополнение реверсивное эндопротезирование плечевого сустава является выбором для ревизионной операции после неудачного остеосинтеза,

гемиопластики или классического эндопротезирования плечевого сустава ввиду повышенной травматизации мягких тканей, в том числе и ротаторной манжеты. В. Wall et al. в своей работе исследовали 45 пациентов после ревизионной операции реверсивной моделью эндопротеза плечевого сустава с диапазоном наблюдения в 40–42 месяца. В итоге около 89% исследуемых были довольны или удовлетворены результатом [42, 161].

1.3. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава

Реверсивная модель эндопротеза плечевого сустава была разработана для лечения дегенеративной артропатии плечевого сустава. Нарушение функции вращательной манжеты приводит к потере натяжения дельтовидной мышцы, и в итоге нарушается биомеханическое взаимодействие структур плечевого сустава.

Первые модели реверсивного эндопротеза плечевого сустава появились в 1970-х годах. Авторы этой модели изменили нормальную анатомию плеча, поставив гнездо (впадину) в плечевую кость, а протезную головку на гленоиде лопатки [69, 75].

Чтобы решить проблему фиксации гленоидного компонента на лопатке, в 1972 году был предложен дизайн отклоняющейся ножки с резьбой для фиксации на гленоиде. Эта модель продемонстрировала более высокий уровень стабильности, чем другие конструкции того времени. Дизайн реверсивного эндопротеза сохранял анатомический центр ротации, что позволяло получить удовлетворительный объем движения в плечевом суставе, даже при отсутствии ротаторной манжеты плеча (Рисунок 1.10) [63, 179].

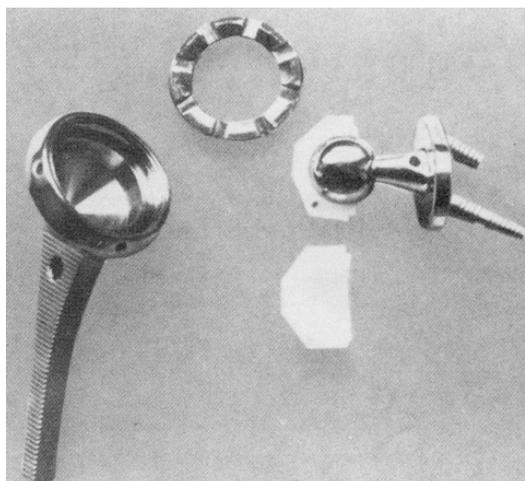


Рисунок 1.10 – Система тотального реверсивного эндопротеза плечевого сустава 1972 года

В 1978 году F.F. Buechel, M.J. Pappas, A.F. DePalma разработали дизайн эндопротеза, включающего маленькую гленосферу и большой полиэтиленовый вкладыш. Эта конструкция была основана на нефиксированной точке опоры, позволяющей достичь физиологического движения. Эти авторы заявляли, что с течением времени большие функциональные нагрузки приводили к расшатыванию компонентов этой модели, и в итоге производились ранние ревизионные операции [78].

Система, созданная P. Grammont в 1985 году, отличалась от предыдущих концепций реверсивных эндопротезов плечевого сустава. Он выделил 4 ключевых аспекта:

- все компоненты эндопротеза должны быть стабильными;
- вкладыш должен быть выпуклым, а опорная часть на плечевой кости должна быть вогнутая;
- центр сферы должен быть на уровне гленоидной шейки;
- при отсутствии функции *m. supraspinatus* необходимо сместить центр вращения более дистально.

В том же году P. Grammont создал модель эндопротеза Trompsett (Рисунок 1.11). Этот эндопротез имел керамический цементируемый гленоидный компонент, представляющий собой 2/3 шара диаметром 44 мм, который медиализировали относительно центра гленоида, а дистальная его часть была

представлена полиэтиленовым конусом, закрепленным цементом в плечевой кости [111, 181].

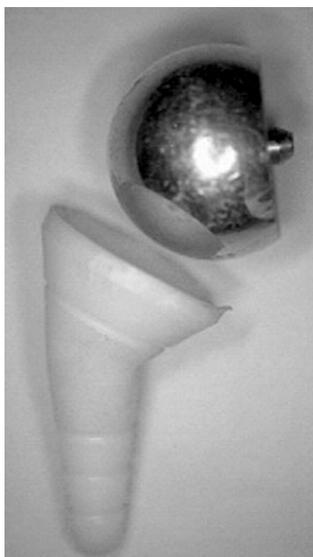


Рисунок 1.11 – Реверсивный эндопротез плечевого сустава Trompett

Через 2 года в 1987 году P. Grammont сообщил о первых восьми клинических случаях с этой моделью эндопротеза. Несмотря на поврежденную до операции манжету ротатора, у трех пациентов через 6 месяцев после операции было достигнуто отведение верхней конечности в плечевом суставе от 100 до 130° [181].

В 1991 году появилось второе поколение дизайна эндопротеза P. Grammont (DeltaIII). Автор медиализировал центр ротации путем уменьшения размера гленосферы до 1/3 диаметра. Опорная плита фиксировалась одним винтом для прижатия к гленоиду и двумя расходящимися винтами для ее стабилизации. Первично гленосфера в дизайне DeltaIII навинчивалась на пластинку, позже была заменена на конус с центральным скрытым винтом [73, 109].

Третья модель этого эндопротеза в 1994 году включала изменения в плечевом компоненте. Подобно ножке эндопротеза тазобедренного сустава была взята ножка плечевого компонента большего размера, что позволило увеличить площадь контакта ножки с плечевой костью, и в результате повысилась стабильность дистального компонента эндопротеза [73].

В настоящее время в мировой клинической практике применяется более 10 различных моделей реверсивных эндопротезов, основанных на принципах, разработанных Р. Grammont. Эти модели различаются определенными деталями дизайна, степенью медиализации центра ротации и шеечно-диафизарным углом [62].

1.3.1. Конструкции реверсивных эндопротезов плечевого сустава

Главным отличием реверсивного эндопротезирования плечевого сустава является создание медиализированного центра ротации, за счет которого дельтовидная мышца может обеспечивать движение плечевой кости и создавать компрессию в суставе даже при дисфункции вращательной манжеты. Достичь медиализации точки ротации позволило изменение конструкции эндопротеза – вогнутый компонент замещает головку плечевой кости, а полусферический компонент – гленоид. Таким образом, сочленяются гленосфера и вогнутый карман в области головки плечевой кости [103]. В норме центр ротации плечевого сустава располагается по центру головки плечевой кости, а после установки реверсивной модели эндопротеза, он смещается медиальнее, что увеличивает рычаг приложения силы дельтовидной мышцы (Рисунок 1.12).

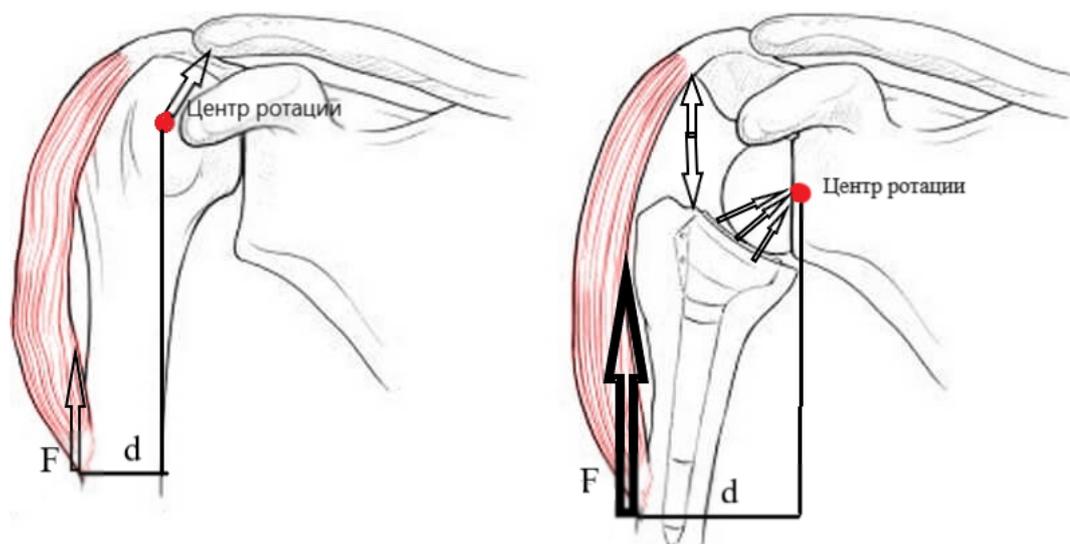


Рисунок 1.12 – Принцип работы реверсивного эндопротеза плечевого сустава

Ввиду изменения центра ротации увеличивается натяжение всех волокон дельтовидной мышцы, и при отведении плеча вовлекаются ее задние и передние пучки. При этом появляется возможность дельтовидной мышце отводить плечо даже при дефиците функции вращательной манжеты (Рисунок 1.13).

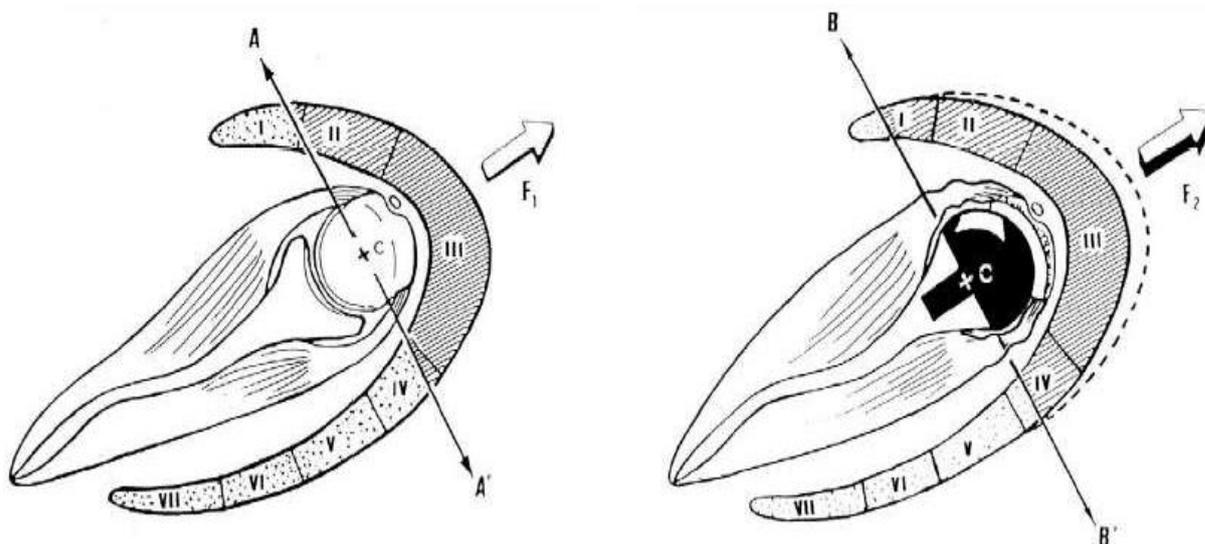


Рисунок 1.13 – Функция дельтовидной мышцы после установки реверсивного эндопротеза плечевого сустава

В ходе проведенных исследований Р. Grammont'ом было выявлено, что увеличение рычага силы дельтовидной мышцы, достигаемое при медиализации центра вращения на 10 мм, повышает момент силы на 20%, а низведение центра ротации на 10 мм повышает его еще на 30%. В дополнение, при таком смещении точки ротации нивелируется субакромиальный импинджмент.

Согласно концепции Р. Grammont, было доказано, что обратная ориентация элементов эндопротеза (сферический лопаточный компонент и вогнутый – плечевой) позволяет стабилизировать сустав без участия мышц манжеты ротаторов и направить дестабилизирующие силы, возникающие при движениях плеча, к центру суставной поверхности и далее на шейку лопатки [38].

1.3.2. Предоперационное планирование

Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава – технически сложная операция, требующая тщательного подхода и детального предоперационного планирования. Ввиду ограниченной визуализации к костным ориентирам лопатки и отсутствия четких указателей механических осей при оперативном доступе, точное определение версии и наклона гленоидного компонента является достаточно трудной задачей [193].

В хирургической практике используются различные методики для планирования эндопротезирования плечевого сустава. Самым ранним является применение накладных шаблонов на рентгенограммы пациентов, которые предоставляют производители эндопротезов (Рисунок 1.14). Этот метод в первую очередь позволяет приблизить размеры компонентов эндопротеза, а также оценить возможность их расположения в одной плоскости.

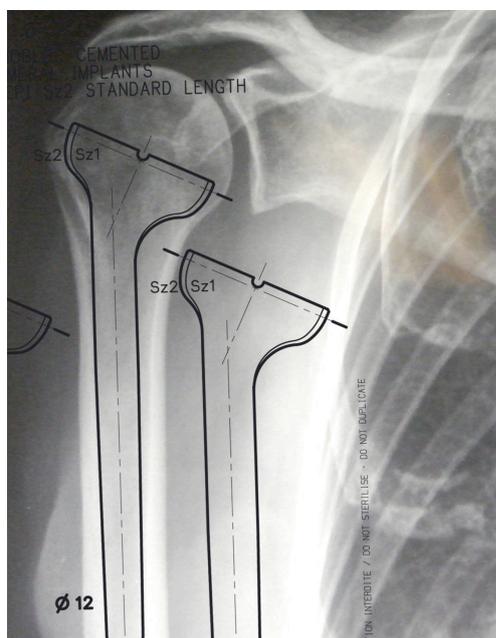


Рисунок 1.14 – Накладные шаблоны для предоперационного планирования при РЭПС

Крайне сложно качественно прогнозировать оперативное лечение при тяжелых повреждениях плечевого сустава, основываясь лишь на рентгенограммах

пациентов. Данный метод не дает полной оценки всех элементов плечевого сустава в дооперационном периоде. При стандартной оценке по рентгенограмме можно оценить соотношение суставных поверхностей костей, высоту суставных щелей плечевого и акромиально-ключичного суставов, исключить костно-травматические изменения, а также наличие или отсутствие остеофитов. Трансторакальные проекции плечевого сустава на рентгенограмме ненадежны для точной оценки версии в связи с трудностью идентификации ориентира и изменения положения лопатки при выполнении исследования [194].

Компьютерная томография обеспечивает лучшую детализацию костной патологии по сравнению с обычными рентгенограммами. Однако, двумерной (2D) КТ также недостаточно для количественной оценки потери суставной кости и принятия решения об объеме хирургического вмешательства. В связи с этим для предоперационного планирования применяется трехмерная (3D) компьютерная томография [19, 186, 191].

Размещение метаглена определяет положение и ориентацию гленосферы, что является основным определяющим фактором диапазона движения верхней конечности после установки эндопротеза. Позиционирование опорной плиты зависит от различий конкретных систем конструкции: медиальный или латеральный центр ротации гленосферы, а также вида фиксации к гленоиду.

Основание гленосферы имплантируется в лопатку по пилотной (направляющей) спице, которая задает направление для установки метаглена согласно предоперационному планированию.

Применение стандартных плоскостей для расчета расположения направляющей спицы для метаглена неудобны, так как лопатка имеет свои изгибы и наклоны, проходящие сразу через несколько плоскостей. Ввиду этого J. Verhouet et al. ввел новую плоскость лопатки, которая заменяла фронтальную плоскость [149]. Данная плоскость облегчила задачу определения наклона спицы относительно самой лопатки пациента. Она построена на основании 3-х точек: первая точка являлась нижним углом лопатки, вторая – медиальным углом лопатки, а третья точка – это середина суставной поверхности гленоида (Рисунок 1.15).

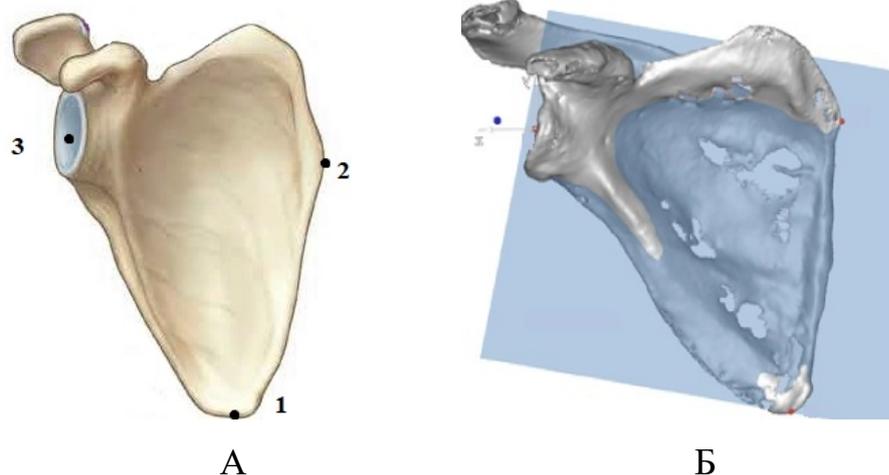


Рисунок 1.15 – Точки для построения плоскости лопатки (А);
плоскость лопатки (Б)

С хирургической точки зрения угол между дном надостной ямки и линией суставной ямки считается наилучшим при планировании эндопротезирования плечевого сустава, так как он представляет собой общий наклон гленоида. А для реверсивной модели эндопротеза оптимальный угол наклона гленоидного основания в плоскости лопатки – это угол 90° от линии надостной ямки и линии, построенной от нее до нижнего угла гленоида (Рисунок 1.16) [187].

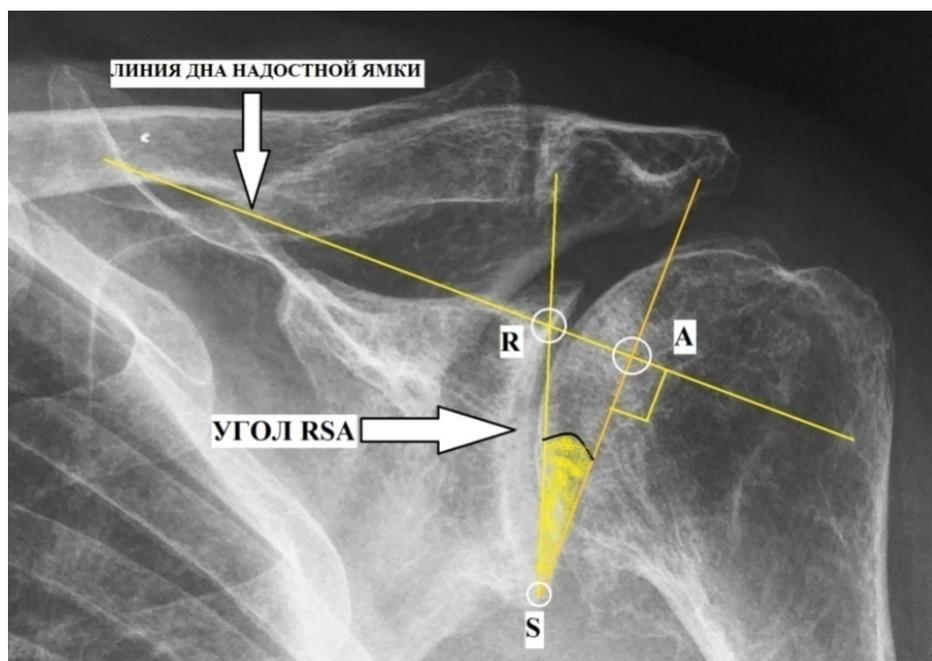


Рисунок 1.16 – Измерение оптимального угла наклона для наклона гленоидного основания

Второй этап планирования расположения основания гленосферы заключается в измерении угла наклона пилотной спицы в аксиальной (горизонтальной) проекции. Это необходимо для понимания версии гленоидного основания (Рисунок 1.17).

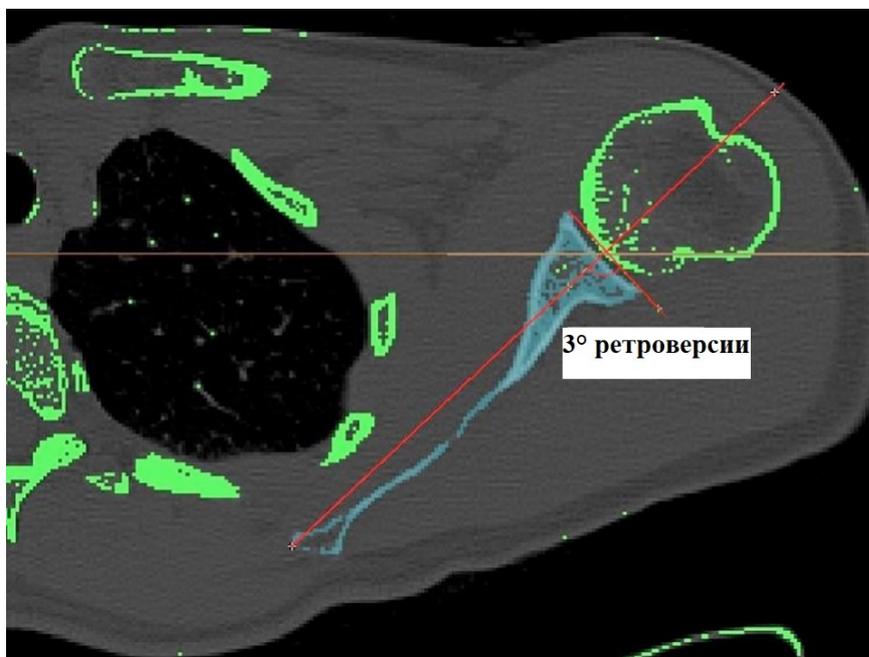


Рисунок 1.17 – Определение версии гленоида на КТ лопатки

Richard W. Nyffeler et al. в 2005 году искали наиболее универсальное положение по высоте установки гленоидного основания. Авторы исследовали дополнительные позиции гленосферы: гленосфера и опорная плита расположена посередине гленоида (конфигурация А); гленосфера вровень с нижним ободком гленоида (конфигурация Б); опорная пластина гленоида на одном уровне с нижним ободком гленоида и гленосфера заходит за нижнюю границу суставной поверхности (конфигурация В); а также гленосфера и опорная плита наклонены вниз на 15° , и нижний их край располагается наравне с нижней границей шейки лопатки (конфигурация Г) [138]. По анализу авторов наиболее оптимальным вариантом является вариант С – опорная пластина гленоида находится вровень с нижним краем гленоида и гленосфера простирается за нижнюю границу суставной поверхности (Рисунок 1.18).

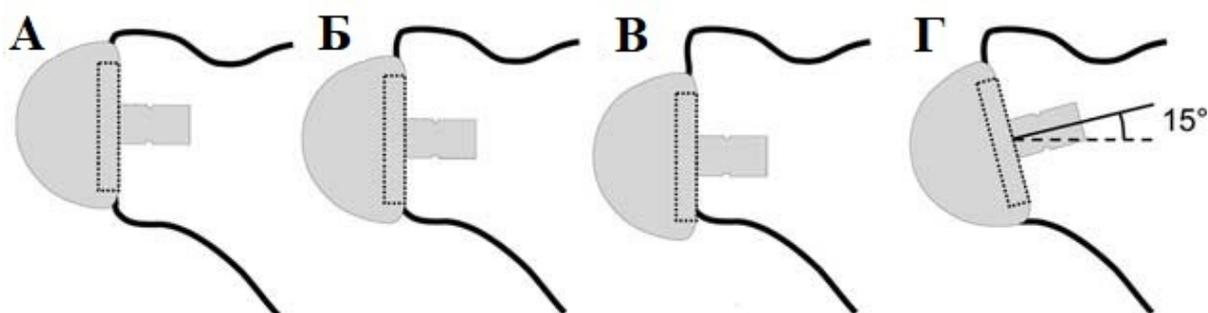


Рисунок 1.18 – Варианты расположения гленосферы относительно гленоида

При коррекции угла более 20° , требуется резецировать большой костный массив акромиона, что приведет к медиализации гленоидного компонента. Dilisio et al. продемонстрировали, что при коррекции наклона верхней части суставной поверхности гленоида, ремирование субхондрального слоя не исправит наклон гленоида. Чрезмерная медиализация центра ротации (из-за чрезмерного снятия кости в нижней части суставной поверхности гленоида) может привести к нестабильности протеза, нотчингу шейки лопатки, расшатыванию гленоидного основания и ограничению подвижности верхней конечности. Во избежание этого предлагается вариант костной пластики из аллотрансплантата [18].

P. Voileau et al. описали метод использования дополнительной костной пластики гленоида из резецированной головки плечевой кости, используя дополнительный инструментарий собственного производства (Рисунок 1.19).

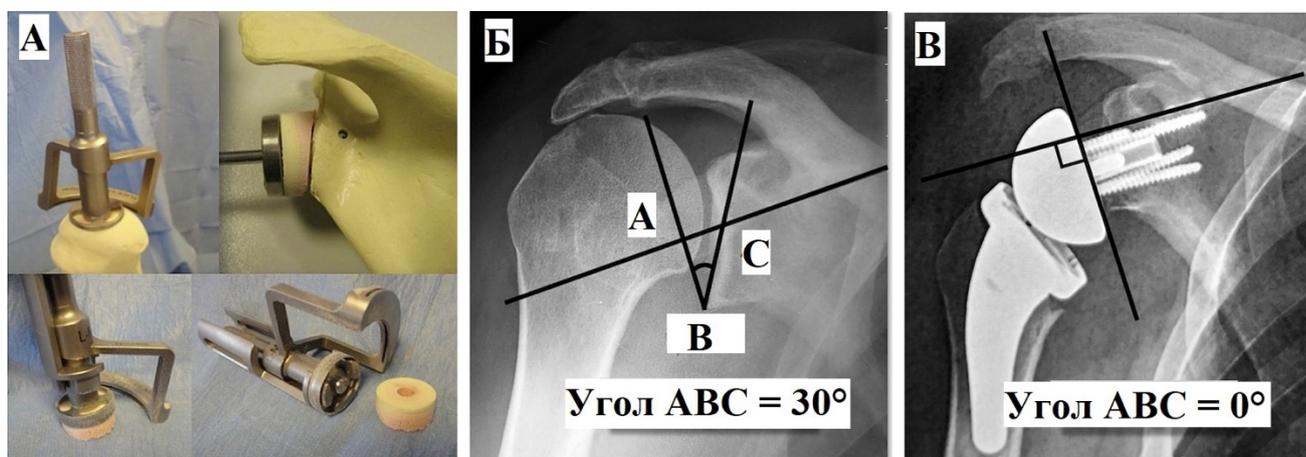


Рисунок 1.19 – Костная пластика гленоида из резецированной головки плечевой кости

Производителями эндопротезов разработаны компьютерные программы для предоперационного хирургического планирования расположения гленоидного имплантата эндопротеза. На основании трехмерной (3-D) визуализации в дополнение к предоперационной компьютерной томографии производится измерение гленоида, оценка потери суставной кости и планирование расположения компонентов эндопротеза [186, 198]. В свою очередь, данные программы ограничены одним видом эндопротеза производителя.

На сегодняшний день несколько фирм-производителей эндопротезов наиболее известны своим программным обеспечением по предоперационному планированию, одни из наиболее популярных это: Depuy, DJO, Zimmer-Biomet, Tornier, Stryker и Arthrex. Коммерческие программные обеспечения отличаются друг от друга определенными деталями, дизайном и техническими возможностями, но по основному функционалу идентичны. Однако каждый производитель эндопротеза закладывает в основу программы предоперационного планирования только один (свой) вид эндопротеза, что ограничивает хирурга в выборе имплантата для конкретного пациента.

1.3.3. Операционная техника

Укладка пациента на операционном столе при выполнении реверсивного эндопротезирования плечевого сустава пациента: стандартное «пляжное кресло» со свободно свисающей верхней конечностью, с упором под предплечье. Голову, туловище и ноги пациента фиксируют для стабильности во время операции (Рисунок 1.20).



Рисунок 1.20 – Положение пациента на операционном столе

Обычно применяют общую анестезию, сочетающуюся с проводниковой анестезией, межлестничной блокадой плечевого сплетения (кроме случаев противопоказаний, в особенности со стороны дыхательной системы).

При имплантации эндопротеза плечевого сустава в основном применяются два вида хирургических доступов: трансдельтовидный или дельтопекторальный. Трансдельтовидный доступ обеспечивает хорошую визуализацию основных анатомических структур плечевого сустава. Однако, при таком виде доступа потенциально может повреждаться дельтовидная мышца, сохранение которой является приоритетным при установке реверсивной модели эндопротеза. При дельтопекторальном хирургическом доступе сохраняется анатомическая целостность дельтовидной мышцы, но возрастает сложность обнажения суставной поверхности гленоида, а также увеличивается вероятность повреждения *v. Cephalica* [23, 172, 178, 182].

После выполнения доступа к плечевому суставу за счет отведения верхней конечности и возвратно-поступательной наружной ротации головка плечевой кости смещается в дельтопекторальную сторону. По данным литературы, резекция головки плечевой кости выполняется с использованием стандартного резекционного шаблона, который является специфическим для каждого протеза и

может отличаться в зависимости от хирургического доступа. Степень версии плечевого компонента выбирается хирургом обычно относительно оси предплечья с согнутым локтевым суставом под углом 90° , в ряде случаев ориентация производится относительно оси надмыщелков плечевой кости (Рисунок 1.21) [96, 115].

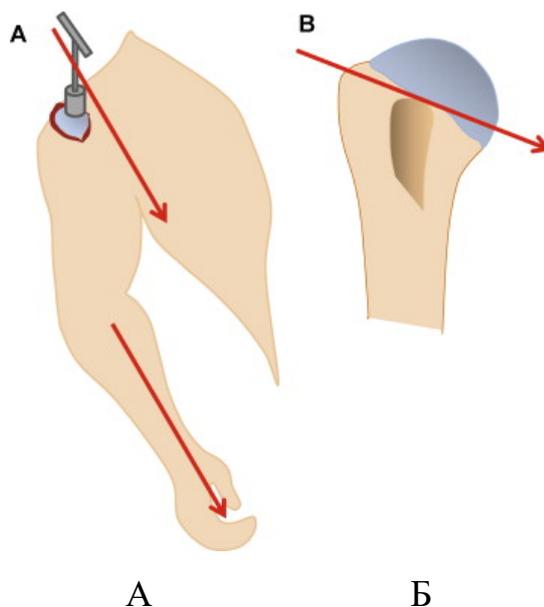


Рисунок 1.21 – Определение ретроверсии плечевого компонента (А); линия резекции плечевой кости (Б)

При имплантации плечевого компонента в канал плечевой кости устанавливали ножку соответствующего размера. Глубина посадки ножки эндопротеза при его имплантации по стандартной технологии определяется только по спилу, произведенному по стандартному резекционному шаблону. Если произвести опил, не учитывая анатомические особенности плечевой кости, возможно, получить две проблемы: первая – более глубокая посадка ножки, которая может привести к перелому диафиза; вторая проблема – наоборот, неполная посадка компонента, которая может привести к ограничению движений верхней конечности и расшатыванию конструкции. Увеличение ретроверсии плечевого компонента в надежде на улучшение внешней ротации повлечет за собой повышенный риск нестабильности эндопротеза. В то же время следует избегать

чрезмерной антерверсии, поскольку это может в итоге ограничить внешнюю ротацию при отведении или сгибании верхней конечности после операции [120].

После установки ножки эндопротеза обнажается суставная поверхность гленоида, иссекаются мягкие ткани по ее периферии для визуализации нижней части гленоида. Затем производится пальпация нижнего его края для подтверждения полного удаления мягких тканей. Хрящ суставной поверхности можно удалить с помощью кюретки перед использованием специальных римеров. Далее по стандартным направлятелям (предоставленным производителем эндопротеза) производится позиционирование пилотной спицы, по которой в дальнейшем выполняется разработка суставной поверхности гленоида и имплантация гленоидного компонента эндопротеза [183].

Как только закончена установка гленоидного компонента, на ножку эндопротеза устанавливается чашка и полиэтиленовый вкладыш. Далее проводится пробное вправление, при котором оценивается натяжение мягких тканей. После вправления имплантата должна сохраняться стабильность протеза при всем объеме движений. При приведении конечности должен отсутствовать подвывих или чрезмерный наклон проксимального плечевого компонента.

Перерастяжение конечности может привести к тракционной травме плечевого сплетения. При вытяжении по длине приведенной конечности щель эндопротеза не должна превышать 1–2 мм. При отсутствии щели или, наоборот, увеличенного ее размера, первично для коррекции использовали набор вкладышей. Если данный способ не являлся эффективным, то производится проверка посадки компонентов эндопротеза плечевого сустава [137].

1.3.4. Индивидуальный инструментарий

С развитием предоперационного планирования со временем возникла потребность в точном его исполнении. В некоторых случаях возможности хирурга по воспроизведению предоперационного плана ограничены из-за множества факторов: сложные деформации гленоида, отсутствие визуализации важных

анатомических ориентиров и сниженная точность интраоперационных измерений [28, 92].

Инструментарий для конкретного пациента и предоперационное планирование широко изучались при эндопротезировании коленного и тазобедренного суставов. Позже данная методика начала применяться и при эндопротезировании плечевого сустава [85, 100].

Надежная первичная фиксация, оптимальное положение и ориентация гленоидного компонента имеют основополагающее значение для получения хорошего результата при эндопротезировании плечевого сустава. Во время операции одним из технически сложных аспектов является позиционирование гленоидного компонента, неправильная установка которого является частой причиной плохой функции плечевого сустава и повышает вероятность ревизионной операции [107, 165, 200].

Для эндопротезирования плечевого сустава несколько исследователей доказали эффективность применения индивидуального инструментария при установке гленоидного имплантата во время операции. В свою очередь проводились исследования на трупном материале, которые продемонстрировали точное совпадение размещения направляющего штифта с дооперационными шаблонами [65, 66, 142, 192].

В клинических случаях несколько авторов показали потенциал снижения осложнений в послеоперационном периоде при применении индивидуального инструментария [43, 143, 144]. Hendel et al. обнаружили значительное отклонение положения имплантатов (отклонение более 10° в инклинации или версии) при использовании индивидуального инструментария по сравнению со стандартным методом [86].

J.P. Iannotti et al. произвели сравнение результатов послеоперационных КТ ста семидесяти трех пациентов, прооперированных по разным методикам. В итоге данное исследование показало, что при применении стандартного инструментария отклонение фактического положения компонентов от запланированного может достигать более 10° . В свою очередь отклонение фактического положения

компонентов, установленных при помощи индивидуальных направителей, от запланированного достигало менее 5° [64].

Несмотря на потенциальные преимущества применения индивидуального инструментария, данная методика также имеет и свои недостатки. Минусами является разработка и производство самих индивидуальных направителей, а также увеличение времени предоперационного планирования.

1.3.5. Недостатки и осложнения при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава

Характер патологий плечевого сустава, расширение показаний к выполнению реверсивного эндопротезирования, а также увеличение числа такого вида операций влияют на характер и количество послеоперационных осложнений.

Эндопротезирование плечевого сустава, как и другие виды хирургического вмешательства, имеет определенные риски послеоперационных осложнений. Осложнения при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава делятся на ранние и поздние. Ранние осложнения при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава схожи с осложнениями при тотальном классическом эндопротезировании этого сустава, но имеют свои специфические особенности. Примерами таких осложнений могут быть: расшатывание компонентов, вывих эндопротеза, перипротезные переломы, инфекция и неврологические осложнения. В группу поздних осложнений входят импиджмент в области шейки лопатки, гетеротопическая оссификация, формирование остеофитов, а также стрессовые переломы тела лопатки.

Частота осложнений в раннем послеоперационном периоде после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава остается достаточно высокой и по данным различных авторов колеблется от 4,7 до 38% [5, 58, 81, 87, 152].

Расшатывание компонентов реверсивного эндопротеза. По литературным данным, нестабильность компонентов является одним из наиболее часто встречаемых осложнений при реверсивном эндопротезировании плечевого

сустава. Нестабильность гленоидного компонента по данным различных зарубежных авторов колеблется от 11,7 до 40%. Данное осложнение возникает в случаях некорректно проведенного предоперационного планирования; ошибочного подбора дизайна имплантата; большого воздействия эксцентрических нагрузок, а также при нарушении техники установки компонентов. Для стабильной фиксации эндопротеза необходимо полное и максимально возможное погружение фиксирующих его частей в кость [82, 88, 123, 152, 199].

Биомеханическая оценка фиксации гленоидного компонента является одним из главных факторов, влияющих на стабильность конструкции и на сроки выживаемости имплантата [84].

Вывих (нестабильность) реверсивного эндопротеза плечевого сустава. Вывих реверсивного эндопротеза зачастую встречается в раннем реабилитационном периоде. По данным различных авторов, вывихи эндопротеза возникают в 9,2% случаев [79, 129].

Чаще возникают передние или задние вывихи вследствие чрезмерной экстензии, приведения и внутренней ротации. При подборе эндопротеза важно учитывать точный размер его компонентов. Этот критерий выбора может повлиять на натяжение мягких тканей, смещение гленосферы и версию плечевой кости. Также ранее проведенные операции на плечевом суставе могут привести к ухудшению качества мягких тканей и костей. Это может повлечь нарушение адекватного натяжения дельтовидной и других мышц плечевого сустава, повышая вероятность вывиха эндопротеза [89, 111, 190].

Перипротезные переломы. Частота перипротезных переломов при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава составляет около 10%. В большинстве случаев это осложнение происходит из-за низкого качества кости (выраженного остеопороза), а также при нарушении хирургической техники во время установки эндопротеза.

При рассмотрении данного осложнения важно учитывать вид установки ножки плечевого компонента: цементированный или бесцементный. Теоретические преимущества ножки press-fit – это биологическое врастание

ножки, уменьшение оперативного времени и отсутствие повреждающих факторов от костного цемента [194].

King et al. описали сравнительный анализ 83 случаев протезирования плечевого сустава: 51 нецементированной установки реверсивного эндопротеза и 32 цементированных. Минимальный срок наблюдения – два года. В итоге: перипротезный перелом диафиза плечевой кости возник в 7,2%, из которых 6% приходилось на нецементированную группу протезов. Campbell с группой соавторов определили несколько технических ошибок, приводящих к перипротезному перелому: чрезмерное расширение костного канала плечевой кости, несоразмерный подбор нецементированной ножки протеза. По этим причинам Campbell et al. утвердили, что ножки press-fit следует использовать только у пациентов с достаточным запасом кортикального костного слоя, грамотно проводить предоперационное планирование, а также избегать пациенту эксцентрических нагрузок на оперированную конечность [90].

При установке реверсивного эндопротеза происходит натяжение всех 3-х головок дельтовидной мышцы, при этом увеличивается нагрузка на акромион и ость лопатки, несвойственная при нормальной анатомии. Эти сверхнагрузки могут привести к стресс-перелому акромиона и ости лопатки и составляют от 3 до 10% от общего числа осложнений [113, 169].

Импиджмент шейки лопатки. При некорректной установке эндопротеза возможно повреждение компонентами эндопротеза нижнезадней области шейки лопатки. Повторяющиеся соударения полиэтиленовой вставки с шейкой лопатки во время приведения плеча и/или наружной ротации приводят к прогрессирующей потере костной массы вдоль нижнего края шейки лопатки. Эта потеря костной ткани также, вероятно, связана с реакцией на частицы износа и может привести к износу полиэтиленового вкладыша, остеолиту, расшатыванию компонента эндопротеза и болевому синдрому. Причинами данного осложнения являются неправильно подобранный размер компонентов, высокое расположение гленосферы, офсет гленосферы, измененная анатомия плечевой кости, а также высокий центр ротации. Чтобы уменьшить риск возникновения импиджмента

некоторые травматологи рекомендуют располагать гленосферу ниже поверхности гленоида. По данным некоторых авторов у пациентов с латерализованным офсетом гленосферы частота данного осложнения достигает 13% [51, 91, 196].

Nerot-Sirveaux разработал классификацию импиджмента шейки лопатки, основанную на рентгенологических изменениях:

- стадия 0 – отсутствие видимых признаков разрушения кости на рентгенограммах в прямой проекции;
- стадия 1 – небольшой дефект в области нижней части шейки лопатки;
- стадия 2 – эрозия шейки до уровня нижнего винта;
- стадия 3 – эрозия костной ткани выше уровня нижнего винта;
- стадия 4 – резорбция костной ткани достигает центрального фиксационного элемента основания гленосферы (Рисунок 1.22) [101].

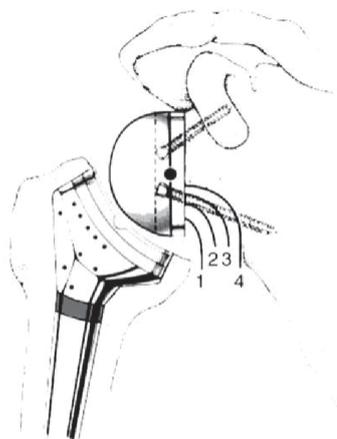


Рисунок 1.22 – Классификация импиджмента шейки лопатки Nerot-Sirveaux после установки реверсивного эндопротеза плечевого сустава

Gutierrez et al. описали условия, при которых снижается вероятность возникновения импиджмента: варусное положение плечо-диафизарного угла, нижняя позиция гленосферы, латерализованный офсет гленосферы, большой размер гленосферы [109].

Перипротезная инфекция. Перипротезная инфекция при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава по данным специализированной литературы встречается от 0,5 до 6,7% от общего числа осложнений [117, 151, 160].

Принципы управления инфекций после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов хорошо зарекомендовали себя еще более 10 лет назад. Однако диагностика и лечение перипротезных инфекций плечевого сустава после эндопротезирования относительно недавно вошли в клиническую практику.

Международное сообщество по скелетно-мышечной инфекции (International Consensus Meeting) в 2018 году установило новые рекомендации, специально предназначенные для диагностики и лечения перипротезных инфекций плечевого сустава. В данных рекомендациях перипротезная инфекция плечевого сустава разделена на четыре категории: определенная инфекция, вероятная инфекция, возможная инфекция и маловероятная инфекция [154].

Факторы риска перипротезной инфекции могут включать в себя нахождение очага инфекции в другой анатомической области, введение ранее инъекций в плечевой сустав, ревизионная операция. Проявления инфекции распознать сложно на ранних стадиях, так как это может проявляться только наличием боли и расшатыванием компонентов.

Главным показателем наличия инфекции являются показатели посева из очага инфекции. На сегодняшний день наиболее часто выявляются изолированные бактерии *Cutibacterium acnes* (ранее известные как *Propionibacterium acnes*). *C. acnes* — анаэробная грамположительная палочка, входящая в состав нормальной кожной флоры, и находится преимущественно в сальных железах волосяных фолликулов [76].

Вторым по частоте встречаемости является *Staphylococcus aureus* – вид шаровидных грамположительных бактерий из рода стафилококков. В 2016 г. в систематическом обзоре объединенных данных по перипротезной инфекции Nelson et al. показали, что *C. acnes* вовлечен в 38,9% всех случаев перипротезной инфекции плечевого сустава, затем следуют *Staphylococcus aureus* (14,8%) и *Staphylococcus epidermidis* (14,5%) [136].

Любая перипротезная инфекция может привести к расшатыванию компонентов и неудачному исходу оперативного лечения. Для предотвращения развития перипротезной инфекции по рекомендациям Международного

сообщества по скелетно-мышечные инфекции, необходимо строго соблюдать правила асептики и антисептики при хирургическом вмешательстве, проводить профилактику индивидуально подобранными антибактериальными препаратами [154].

1.4. Резюме

Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава позволяет достичь значительного улучшения функции верхней конечности, а также повысить уровень качества жизни пациентов.

Проведенный анализ литературных данных доказывает, что с расширением показаний к выполнению реверсивного эндопротезирования плечевого сустава, возрастает и количество осложнений при таком виде операций. Ведущими нерешенными проблемами остаются вопросы предотвращения нестабильности компонентов эндопротеза и увеличение срока его службы. Хирурги все чаще сталкиваются с более сложными реконструктивными проблемами и отмечают большое количество случаев с нетипичными деформациями гленоида и плечевой кости. Это представляет собой проблему для хирурга при позиционировании компонентов во время операции, где по-прежнему большую роль играет субъективный фактор. Отсутствует единый подход к планированию операции и выбору конкретной методики для оптимальной установки компонентов эндопротеза и достижения стабильно высоких результатов. Рекомендации по проведению предоперационного планирования в большинстве своем неконкретны и не представляют надежности и уверенности в успехе операции.

Применение 3D-визуализации позволяет лучше понять патологию плечевого сустава каждого пациента и составить четкий план оперативного вмешательства. В дополнение, с появлением индивидуального инструментария у хирурга появились средства для переноса предоперационного плана в операционную с повышенной точностью, что снижает вероятность неправильного положения компонента и связанных с ним осложнений. Применение появившихся в последнее время

программ предоперационного планирования пока не привело к накоплению значительной базы данных по полученным средним и отдаленным результатам. В частности, остаются противоречия в вопросах оценки времени операции, надежности установки компонентов, выживаемости имплантата и функционального результата.

Указанные обстоятельства и проблемы обусловили актуальность данной работы.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено в период с 2017 по 2022 гг. В него включены пациенты, находившиеся на лечении в Университетской клинической больнице №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и Государственном бюджетном учреждении здравоохранения Городской клинической больнице имени С.П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы, являющихся клиническими базами кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). План исследования одобрен этическим комитетом ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (№34-20 от 09.12.2020 г.), а также зарегистрирован в системе ClinicalTrials.gov (ID №: NCT04762667 от 18.02.2021 г.).

2.1. Дизайн исследования

Было проведено проспективное рандомизированное контролируемое исследование. В исследование были включены 75 пациентов с артрозом плечевого сустава, нуждающихся в реверсивном эндопротезировании.

Критерии для включения пациентов в исследование:

- наличие артроза плечевого сустава 3–4 степени по классификации Kellgren-Lawrence;
- нарушение функции плечевого сустава (меньше 60 баллов по шкале Constant-Murley, менее 20 баллов по шкале UCLA);
- возраст пациентов старше 18 лет;
- выраженные боли плечевого сустава (50 и более баллов из 100 по шкале боли ВАШ);
- возможность динамического наблюдения во время всего периода исследования (не менее 12 месяцев);

- наличие информированного добровольного согласия на участие в исследовании.

Критерии невключения пациентов в исследование:

- высокий риск оперативного вмешательства, связанный с общесоматическим состоянием (ASA III и выше);
- повреждения подмышечного нерва;
- хроническая гнойная инфекция;
- неспособность или неготовность пациента к сотрудничеству (психическая неадекватность, нежелание выполнять рекомендации, отказ от предложенных исследований или оперативного вмешательства).

Критерии исключения пациентов из исследования:

- отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании.

В настоящем исследовании выделены три этапа работы.

Первый этап работы представляет собой проведение оценки 50 пациентов (группа сравнения), соответствующих критериям включения, с патологией плечевого сустава, которым проводилось реверсивное эндопротезирование плечевого сустава по стандартной методике. Данная группа пациентов проходила лечение в период с 2017 по 2020 г. в УКБ №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и ГБУЗ ГКБ имени С.П. Боткина ДЗМ.

В задачи первого этапа входили:

- 1) оценка структуры и тяжести патологии плечевого сустава;
- 2) анализ степени выраженности болевого синдрома и функциональных возможностей до и после оперативного вмешательства;
- 3) изучение и выявление недостатков предоперационного планирования при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава;
- 4) изучение методики, длительности оперативного вмешательства, а также определение длительности реабилитационного периода, возможностей самообслуживания пациентов после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

Второй этап исследования посвящен усовершенствованию метода предоперационного планирования при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава путем проведения компьютерного 3D-моделирования и создания персонализированных шаблонов-направителей.

Третий этап представлял собой внедрение разработанного нами метода в клиническую практику для лечения пациентов, соответствующих критериям включения, с артрозом плечевого сустава и анализа полученных результатов.

На основе разработанного нами метода пролечено 25 пациентов и проведен сравнительный анализ результатов с группой сравнения (n=50), которых после операции наблюдали не менее 1 года.

2.2. Общая характеристика пациентов

В исследование были включены 75 пациентов возрастом от 41 до 85 лет (средний возраст $63,77 \pm 1,27$ года), из них 34 мужчины (45,33%) и 41 женщина (53,3%). Различия распределения по полу (критерий Колмогорова-Смирнова) незначимо, $p=0,284$.

Все наблюдаемые пациенты вели привычный умеренно-активный образ жизни и сохраняли частичную способность к самообслуживанию. 28 человек (37,3%) занимались физическим трудом средней тяжести, а 8 человек (10,7%) были заняты тяжелым физическим трудом.

По полу, возрасту и физической активности группы пациентов были сопоставимы (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Характеристика пациентов по полу, возрасту и степени физической активности

	Основная группа	Группа сравнения
Мужчины/женщины (%)	40/60	48/52
Средний возраст (лет)	$62,6 \pm 1,6$	$62,8 \pm 1,4$
Физический труд средней тяжести (%)	7 (29%)	21 (28%)
Тяжелый физический труд (%)	3 (12%)	5 (10%)

Длительность анамнеза (сроки с момента появления болей и стойкого ограничения движений) у пациентов составила от 3 до 28 месяцев, в среднем $12,12 \pm 2$ месяца.

Проведение оценки коморбидности и анестезиологического риска производили по рекомендованной шкале American Society of Anesthesiologists (ASA) (Приложение А). Пациенты класса по ASA IV не вошли в исследование.

В нашем исследовании количество пациентов без сопутствующих заболеваний (I класс по ASA – нормальные, здоровые пациенты) составляли 24 человека. Пациенты с умеренно выраженной системной патологией класса (II класс ASA) было 39 человек. Пациенты с выраженной системной патологией, ограничением активности, но без потери трудоспособности по шкале (III класс ASA) было 12 человек. Распределение в группах по классам ASA равномерное, и статистически значимых отличий по этому показателю в группах не выявлено ($p=0,763$). Достаточно высокая доля пациентов, относящихся к классам II и III по ASA, объясняется возрастными особенностями пациентов (средний возраст 63 ± 9 лет).

Периоды проведения оперативного вмешательства и сроки анализов результатов составили 4 года, с 2017 по 2020 гг.

В период до операции все пациенты отметили снижение качества жизни, которое проявилось ограничением движений, болью и невозможностью полноценного самообслуживания. Проводимое лечение до эндопротезирования, а именно: нестероидные противовоспалительные препараты, физиотерапия, инъекции стероидных гормонов и грязелечение – были малоэффективны или дали незначительный положительный результат.

Таким образом, пол, возраст и другие рассмотренные выше показатели в группах не имели статистически значимых отличий, что позволило сделать вывод о сравнимости групп.

2.3. Методы обследования

Пациентов с патологией плечевого сустава обследовали клинически (проводился сбор анамнеза, физикальное обследование), рентгенологически, проводились компьютерно-томографическое (КТ) и лабораторные обследования; анкетирование пациентов, а также проведен статистический анализ полученных данных.

2.3.1. Клиническое обследование

Клинический осмотр начинали со сбора анамнеза. Повышенное внимание уделяли характеру боли, ее интенсивности, а также времени возникновения. В случае травмы уточняли анамнез, сроки и механизм ее получения. Проводили оценку предыдущего лечения (если оно было) и его эффективность [54].

Уровень болевого синдрома мы оценивали при помощи 100-балльной визуальной аналоговой шкалы боли (ВАШ), предложенной Huskisson в 1974 году. Данная шкала включает в себя субъективную оценку боли и заключается в том, что мы просили пациента отметить интенсивность болевого синдрома на линейке длиной 100 мм, где 1 мм равен 1 баллу. На основе этих показателей уже регистрировался уровень боли: 0–5 баллов – отсутствие боли; 6–35 баллов – слабая боль; 36–55 баллов – умеренная боль; 56–75 баллов – сильная боль; 75–100 баллов – экстремальная, максимально представимая боль.

Преимуществами данной шкалы являются ее простота и удобство. При оценке в динамике изменение интенсивности боли считается объективным и существенным, если разница полученных результатов по ВАШ больше 13 мм (Приложение Б).

В дооперационный период и в течение первых 5 дней после операции мы производили оценку болевого синдрома пациентов по баллам ВАШ, далее через 3, 6 и 12 месяцев.

По результатам оценки болевого синдрома ВАШ до операции в основной группе составил $67,64 \pm 1,26$, а в группе сравнения $64,2 \pm 1,24$. Статистически значимые различия средних, полученных при помощи дисперсионного анализа, $p=0,284$; статистически значимые различия, полученных критерием Манна-Уитни $p=0,117$, что может говорить об отсутствии статистической значимости отличий в группах.

Мы проводили оценку деформации и амплитуды движений в плечевом суставе. При помощи гониометра мы производили измерения объема активных и пассивных движений в плечевом суставе (Рисунок 2.1, Таблица 2.2).

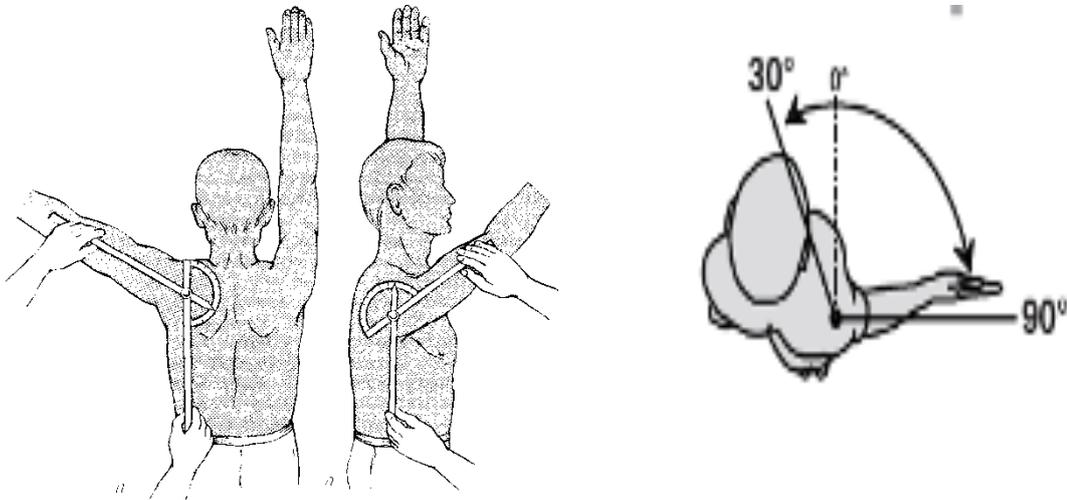


Рисунок 2.1 – Определение отведения, сгибания, разгибания и угла ротации в плечевом суставе при помощи гониометра

Таблица 2.2 – Объем движений в плечевом суставе в норме

Плечевой сустав	Движение	Норма	Ограничение движения		
			незначительное	умеренное	значительное
	Сгибание	180	115	100	80
	Разгибание	40	30	20	15
	Отведение	180	115	100	80

Оценку функций плечевого сустава и болевого синдрома возможно проводить при помощи множество различных шкал. Данная методика наглядно

демонстрирует функциональные возможности пациента, а также дает возможность оценить клинический результат в послеоперационном периоде.

Клиническое и функциональное состояние пациента оценивали по шкале Константа (Constant Shoulder Score), которая была разработана С. Constant и А. Murley в период с 1981 по 1986 гг. Шкала была признана Европейским обществом хирургии плечевого сустава (SECES) как минимально достаточная для демонстрации и анализа результатов исследования функции плечевого сустава до и после оперативного лечения. Она состоит из групп как объективной, так и субъективной оценки, подразделенных на подпункты, включающие боль (максимум 15 баллов), ежедневную активность (максимум 20 баллов), объем движений (максимум 40 баллов) и силу конечности (максимум 25 баллов). Чем выше показатель, тем, соответственно лучше функция (Приложение В) [1].

В дополнение для анализа функционального результата мы использовали шкалу оценки плечевого сустава Университета Калифорнии, Лос-Анджелес (The University of California – Los Angeles (UCLA) Shoulder Scale). Шкала создана в 1981 году и, как шкала Constant–Murley, является одной из первых для самооценки при заболеваниях плечевого сустава. Она создана для анализа результатов после эндопротезирования плечевого сустава, а позже стала использоваться и в других случаях [68]. Эта шкала включает в себя секции, оценивающие боль, функцию, а также объем движений. Общая сумма баллов может достигать 35. Баллы по оценке боли от 1 до 10 и функции от 1 до 10. Для каждого движения также были измерительные баллы (от 0–5). Сила и объем движений оцениваются доктором или физиотерапевтом, остальные параметры оценивает сам пациент. Результат выше 27 баллов оценивается, как хороший/отличный (удовлетворительный), ниже 27 – плохой (неудовлетворительный) [98, 146] (Приложение Г).

По результатам оценки функционального состояния пациента до операции по Constant Shoulder Score в основной группе составил $54,16 \pm 0,75$, а в группе сравнения $51,62 \pm 0,73$. Различия статистически незначимы, $p=0,024$.

По результатам оценки функционального состояния пациента до операции по шкале UCLA в основной группе показатель составил $17,4 \pm 0,27$, а в группе сравнения $17,24 \pm 0,3$. Различия статистически незначимы, $p=0,021$.

Для удовлетворенности результатом лечения в дополнение проводилась оценка с помощью Шкалы вербальной оценки (ШВО), которая позволяла оценить общее впечатление пациента о результатах проведенного лечения. По данной шкале оценка результата проводится самим пациентом от 0 до 3 баллов:

- 0 баллов – неудовлетворительно (пациент не почувствовал улучшения);
- 1 балл – удовлетворительно (движения в суставе улучшились, боль уменьшилась, однако сохраняются заметные ограничения функции, снижающие качество жизни);
- 2 балла – хорошо (в повседневной жизни пациент не чувствует ограничений, однако физическая нагрузка доставляет дискомфорт или умеренные боли);
- 3 балла – отлично (никаких жалоб нет, полный объем движений прооперированной верхней конечности, нет боли в покое и при физической нагрузке, а также восстановление полноценного самообслуживания пациента).

В нашем исследовании пациенты отмечали удовлетворенность результатов лечения по ШВО через 3, 6 и 12 месяцев после операции и далее раз в год для наблюдения в динамике. Результаты опроса были сравнены в разные периоды времени между двумя группами.

В заключение осмотра особое внимание уделялось нейроциркуляторному статусу. Производилась оценка тактильной и температурной чувствительности на всех уровнях поврежденной верхней конечности.

Таким образом, с целью всесторонней оценки результатов мы применили несколько специальных шкал и опросников, которые позволили произвести качественную оценку между двумя группами.

2.3.2. Лучевая диагностика

Рентгенография плечевого сустава. Всем пациентам выполнены рентгенограммы плечевого сустава в 3-х стандартных проекциях – передне-задней, аксиллярной и в проекции плоскости лопатки.

У пациентов с травмами плечевого сустава на рентгенограмме производилась оценка тяжести повреждения, положение костей и их отломков, состояние суставных поверхностей и конгруэнтность суставных поверхностей.

Для определения степени остеоартроза плечевого сустава оценивалась конфигурация плечевого сустава, структура костных компонентов, ширина суставной щели, состояние и конгруэнтность суставных поверхностей, а также наличие или отсутствие остеофитов.

В нашем рентгенологическом исследовании степень остеоартроза оценивалась при помощи классификации по Kellgren-Lawrence [185], включающей в себя 4 стадии:

- I ст. – незначительные признаки (линейный субхондральный склероз, появление маленьких краевых оссификатов).
- II ст. – минимальные изменения (остеосклероз более выражен, суставная щель сужена, отчетливые остеофиты).
- III ст. – умеренные признаки (выраженный субхондральный остеосклероз, большие краевые остеофиты, заметное сужение суставной щели).
- IV ст. – выраженные изменения (деформация и дисконгруэнтность суставных поверхностей, суставная щель почти не видна).

В нашем исследовании стадии остеоартроза пациентов были занесены в их медицинскую документацию. Превалировал остеоартроз 3 стадии по классификации Kellgren-Lawrence: выявлен у 56 человек (74,6%). Распределение по стадии остеоартроза представлено в Таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Распределение пациентов по стадии омартроза (классификация Kellgren-Lawrence)

Группа (n)	III стадия		IV стадия		Всего
Основная группа (n=25)	19	76%	6	24%	25
Группа сравнения (n=50)	37	74%	13	26%	50
Всего	56	74,6%	19	25,4%	75

В нашем исследовании по рентгенограммам в дооперационном периоде также проводили оценку массивных повреждений ротаторной манжеты по классификации Namada, включающую в себя 5 степеней. Большая часть пациентов имела 4-ю стадию повреждения (4А стадию – 22 пациента, 4В стадию – 19 человек), далее 3-я (19 человек) и 2-я (14 пациентов) стадии, 5 стадия была выявлена у 1 пациента (Рисунок 2.2, Таблица 2.4). Различия статистически незначимы, $p=0,409$.

Таблица 2.4 – Распределение пациентов с повреждением ротаторной манжеты по классификации Namada

Группа (n)	2 стадия	3 стадия	4А стадия	4В стадия	5 стадия	Всего
Основная группа (n=25)	6	4	8	6	1	25
Группа сравнения (n=50)	8	15	14	13	0	50
Всего	14	19	22	19	1	75



Рисунок 2.2 – Распределение всех пациентов с повреждением ротаторной манжеты по классификации Namada в процентном отношении

Из приведенных выше данных можно сделать вывод, что при рентгенологическом исследовании плечевого сустава пациентов в группах наблюдения не выявлено больших отличий, так что по рентгенологическим признакам омартроза и повреждения ротаторной манжеты группы сопоставимы.

Компьютерная томография. Вторым, но наиболее важным инструментальным методом исследования для нашей работы являлась компьютерная томография плечевого сустава. В последние годы стала использоваться мультиспиральная (мультисрезовая) КТ, в основу которой положены принципы получения изображений как при спиральной КТ. При помощи этого метода мы оценивали объем повреждения, костную структуру, ее плотность и трабекулярную структуру, состояние суставных поверхностей и их конгруэнтность, наличие или отсутствие остеофитов [26, 33].

Всем пациентам выполняли мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) до хирургического лечения и через 12 месяцев с момента операции.

В нашем исследовании по полученным данным МСКТ плечевого сустава в дооперационном периоде мы оценивали степень износа и повреждения гленоида по классификации Favard, включающей в себя 5 вариантов (Е0-Е4). Все

исследуемые нами пациенты имели 3 различных вида повреждение гленоида. У большей части пациентов – 35 человек (46,6%) – диагностирована верхняя эрозия, распространяющаяся на нижнюю часть суставной поверхности гленоида (E3). Меньше всего пациентов – 12 человек (16%) – имели концентрический износ суставной поверхности (E1). Результаты распределения пациентов обеих групп по степени износа гленоида представлены в Таблице 2.5. Отличия по виду повреждения суставной поверхности гленоида статистически не являются значимыми ($p=0,773$).

Таблица 2.5 – Распределение пациентов с повреждением суставной поверхности гленоида по классификации Favard

Классификации Favard	Основная группа (n=25)	Группа сравнения (n=50)	Всего
E1	4	8	12
E2	8	20	28
E3	13	22	35
Всего	25	50	75

В дополнение в нашем исследовании по полученным данным МСКТ плечевого сустава пациентов до операции произведена оценка изменений морфологии суставной впадины гленоида по классификации Walch. Результаты распределения пациентов представлены в Таблице 2.6. Отличия также не являются значимыми ($p=0,988$).

Таблица 2.6 – Распределение пациентов с изменением морфологии суставной впадины гленоида по классификации Walch

Классификация Walch	Основная группа (n=25)	Группа сравнения (n=50)	Всего
A1	4	9	13
A2	3	6	9
B1	10	18	28
B2	8	17	25
Всего	25	50	75

Проведение МСКТ-исследования является одним из важнейших этапов обследования пациентов основной группы, так как именно на этих данных базируется наше предоперационное планирование реверсивного эндопротезирования. В основной группе МСКТ плечевого сустава выполнялось с захватом диафиза плечевой кости и локтевого сустава до операции. Мы применили в своей работе данное исследование для создания 3D-модели плечевого сустава, что позволило нам на основе полученных результатов провести индивидуальное предоперационное планирование (методика подробно описана в Главе 4).

2.4. Общие особенности ведения пациентов всех групп

В нашем исследовании для каждой группы пациентов было проведено различное предоперационное планирование, также и техника операции в группах имела свои отличия. В остальных действиях по лечению пациентов следовали единому протоколу.

1. Накануне вечером перед операцией назначали феназепам 1 мг внутрь. За 30 минут до операции проводилась антибиотикопрофилактика инфекционных осложнений – вводили внутривенно цефалоспорины третьего поколения, а после операции продолжали антибиотикотерапию в течение 3 суток.
2. Все оперативные вмешательства выполняли под эндотрахеальным наркозом с проводниковой анестезией и стандартным интраоперационным мониторингом.
3. Закрытие раны выполняли послойно с установкой дренажной системы с катетером типа Редон. Подкожную клетчатку закрывали рассасывающимися нитями (Викрил Плюс с покрытием 2-0 (Vicryl Plus with a 2-0 coating)), а кожу нерассасывающейся нитью 2-0 (Пролен синий М3(2/0) 75 см. МН 36мм, М3(0) 75 см.). Защитую рану закрывали стерильной самоклеящейся повязкой (Космопор Е (Cosmopor E) measuring). Далее производилась иммобилизация (применяли ортез для плечевого сустава с отведением до 30°).
4. В первые сутки после операции проводили системное мультимодальное обезболивание, включающее применение нестероидных противовоспалительных

средств (кетопрофен 100 мг 2–3 раза в сутки и парацетамол 1 г 2 раза в сутки), опиоидного анальгетика Трамадола (200 мг 1 раз в сутки внутримышечно в течение первых суток после операции) с возможной коррекцией кратности и доз указанных препаратов в зависимости от выраженности болевого синдрома. В дополнение проводили контроль лабораторных анализов [49].

5. Для профилактики развития тромбозов всем пациентам вводили подкожно низкий молекулярный гепарин (НМГ, 0,2 мл, 2000 МЕ; Клексан, Санофи-Авентис, Франция) через 12 часов после операции, далее через каждые 24 часа (0,4 мл, 4000 МЕ) до 3 дней после операции. Затем вводили перорально ривароксабан (10 мг; Ксарелто, Байер Германия) до 8 недель после операции.

6. перевязку послеоперационной раны проводили в 1-е сутки после операции, а далее – через день. Снятие швов проводилось врачом самой клиники или в поликлинике по месту жительства на 10–12 день после операции.

7. Перед выпиской из стационара исследуемые пациенты отмечали уровень болевого синдрома по шкале ВАШ.

8. В течение первого месяца после операции проводилась иммобилизация прооперированной конечности отводящим плечо ортезом. На 3-й неделе исключали пассивные движения в плечевом суставе. С 3-й недели – пассивная разработка движений в прооперированном суставе (с исключением наружной ротации). С 6-й недели полный объем разработки пассивных движений, начало разработки активных движений: ротация и переднее сгибание, исключая активное отведение, которое разрешали производить через 8 недель с момента операции. Силовые нагрузки на верхнюю конечность допускались с 12-й недели после оперативного лечения.

9. В период дальнейшего лечения и наблюдения в амбулаторных условиях были предусмотрены визиты пациентов на контрольные осмотры через 3, 6, 12 месяцев после операции. Во время каждого визита проводилось рентгенологическое исследование прооперированного сустава (если пациент не приносил с собой контрольные рентгенограммы), и производилась их оценка. Далее мы проводили комплексное клиническое обследование, включающее в себя: определение уровня

болевого синдрома по 100-балльной ВАШ, функциональное состояние и качество жизни пациентов по шкалам Constant-Murley и UCLA, а также удовлетворенность проводимого лечения по ШВО. В ходе третьего визита (к 1 году после операции) дополнительно выполняли МСКТ прооперированного сустава с целью оценки положения компонентов эндопротеза и состояния имплантата.

На основании всей собранной нами информации, была сформирована база данных в программе Excel (Microsoft Office 2003, Редмонд, Вашингтон), изменения в которой в процессе лечения и наблюдения были запрещены [16].

2.5. Методы статистической обработки данных

Статистический анализ данных проводили на персональном компьютере с процессором AMD Ryzen 5 3600 6-Core 3.59 GHz с объемом оперативной памяти 32 Гб в стандартной конфигурации. В исследовании использовали пакеты прикладных программ Microsoft Office 2018, IBM SPSS Statistics 22 для формирования матрицы данных, подготовки графиков.

Для проведения статистического анализа клинического материала, посредством компьютерной программы IBM SPSS Statistics 22.0 (SPSS Inc., Чикаго, Иллинойс) производили группировку данных, определение средней ошибки относительных величин, вычисление интенсивных и экстенсивных показателей, определение значимой разности сравниваемых величин (t), коэффициента Пирсона – Хи-квадрат, коэффициента корреляции многофакторных систем.

Категориальные данные сравнивали с использованием критерия Хи-квадрат. Сравнение нормально распределенных непрерывных переменных производили при помощи независимых t-тестов для непарных переменных, парного t-теста для парных (согласованных) переменных. Помимо дисперсионного анализа (сравнение средних) применяли непараметрический критерий Манна-Уитни [40].

Для номинальных (nominal, категориальных) переменных (группа, пол, правая/левая рука и т. д.) рассчитывали частоты. На основе биномиального распределения рассчитывали доверительные границы к полученным частотам.

Для истинно числовых (scale) переменных (время операции, ВАШ, Constant-Murley, UCLA и т. д.) рассчитывали величины статистических параметров, включая среднее арифметическое (M), среднеквадратичное отклонение (σ), статистическую погрешность среднего (m), минимальное и максимальное значение и медиана (Me).

В случае поиска связей истинно числовых переменных прибегали к корреляционному анализу данных.

Для поиска связей между числовыми переменными и номинальными применяли дисперсионный анализ и критерий Манна-Уитни. Для оценки показателей в динамике использовали критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ ГРУППЫ СРАВНЕНИЯ

Пациентам группы сравнения (n=50) выполнено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава согласно традиционной методике. Предоперационное планирование данной группе пациентов также осуществлялось по стандартному протоколу.

3.1. Традиционная методика

3.1.1. Этап предоперационного планирования

На этапе предоперационного планирования оценивали рентгенологические снимки пациентов в двух стандартных проекциях и выполняли КТ плечевого сустава. На основании рентгенологической картины при помощи примерочных шаблонов будущего эндопротеза производили подбор размера и положения компонентов (Рисунок 3.1).

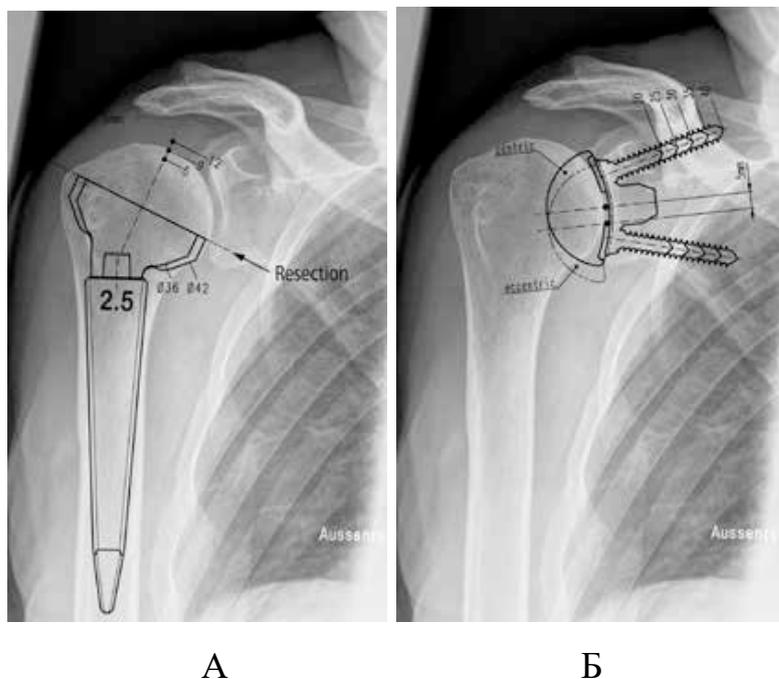


Рисунок 3.1 – Подбор имплантата по примерочным шаблонам: плечевого компонента (А), гленоидного компонента (Б)

По данным КТ плечевого сустава производили оценку суставной поверхности гленоида. При помощи компьютерной программы, визуализирующей КТ снимки, определяли ее размеры и находили центр гленоида (Рисунок 3.2). Полученные данные способствовали ориентации установки гленоидного компонента во время операции [4].



Рисунок 3.2 – Измерение размеров суставной поверхности гленоида и определение ее центра на КТ плечевого сустава

3.1.2. Техника операции

До начала оперативного вмешательства производилась стандартная укладка пациента по типу «пляжное кресло». Под предплечье устанавливали упор, голову пациента фиксировали на подголовнике, а тело пациента дополнительно фиксировали к столу (Рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Укладка пациента по типу «пляжное кресло»

Во время операции использовали классический дельтопекторальный доступ. Рассекали кожу от клювовидного отростка до передней дельтовидной борозды (Рисунок 3.4). Во время доступа особое внимание уделяли сохранению целостности крупной поверхностной вены верхней конечности (*v. Cephalica*), которую отводили в латеральную сторону [137]. Далее разводили волокна дельтовидной и большой грудной мышц. Затем идентифицировали и разделяли мышцы вращательной манжеты плеча до основания клювовидного отростка. После проводили частичное рассечение сухожилий бицепса и/или тенodes длиной головки бицепса с закреплением в проксимальном отделе плечевой кости (в районе борозды). Внутрисуставную культю обрезали, а дистальную часть сухожилия подшивали к большой грудной мышце. Поперечным разрезом рассекали *m. subscapularis* на расстоянии 1–1,5 см от места ее прикрепления к малому бугорку, вскрывая капсулу сустава, после чего вывихивали головку плечевой кости в рану [23, 172].

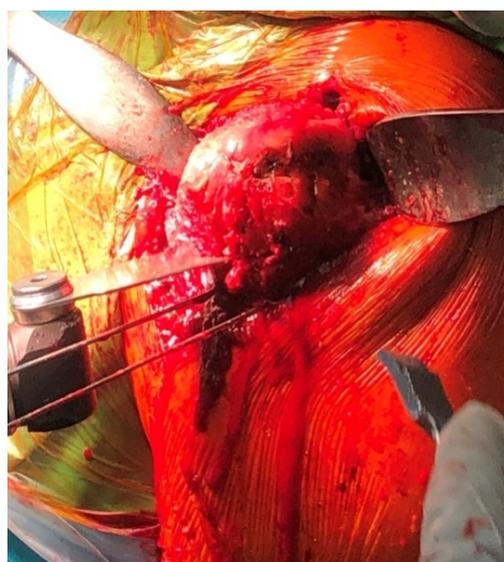


Рисунок 3.4 – Дельтопекторальный доступ к плечевому суставу

При помощи стандартных инструментов и направителей (измерителей) выполняли ориентацию разметки и резекцию головки плечевой кости (Рисунок 3.5).



А



Б

Рисунок 3.5 – Применение стандартного измерителя для спиля (А); резекция головки плечевой кости (Б)

После резекции головки плечевой кости при помощи римеров различных размеров производили вскрытие и постепенное расширение костномозгового канала (Рисунок 3.6).

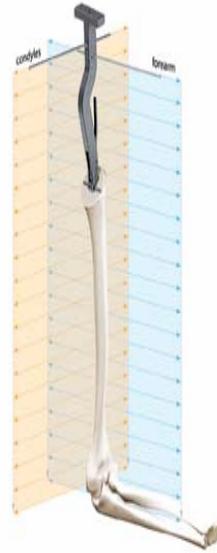


Рисунок 3.6 – Расширение костномозгового канала при помощи римера

Затем проксимальный конец плечевой кости подготавливали с помощью модульных рашпелей, начиная с самого маленького размера, после чего в канал устанавливали нужный размер имплантата. Ножку устанавливали в ретроверсии примерно 20° . Ориентация проводилась под визуальным контролем при помощи стандартных наружных направителей, относительно оси предплечья и надмышцелкам плечевой кости (Рисунок 3.7).



А



Б

Рисунок 3.7 – Ориентация ретроверсии при разработке костномозгового канала (А) и схема (Б)

Модульный рашпиль необходимого размера оставляли в плечевой кости и закрывали его дисковым протектором. В случаях неточного спила плечевой кости после установки рашпиля применяли ример для формирования ровной области резекции (Рисунок 3.8).



А



Б

Рисунок 3.8 – Формирование ровной области резекции плечевой кости (А) и схема (Б)

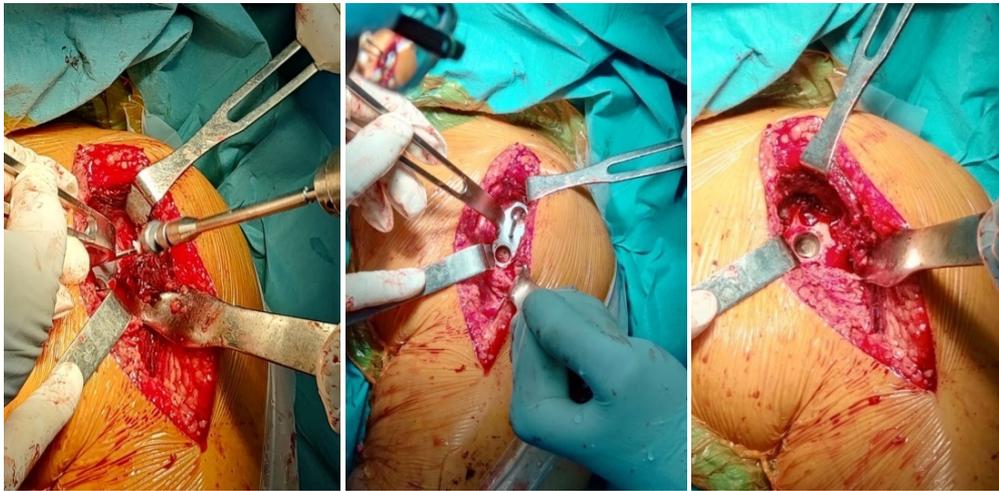
Следующим этапом была подготовка суставной поверхности гленоида. Производили иссечение мягких тканей и удаление остеофитов по периферии гленоида с целью обнажения его нижней части. При пальпации передней поверхности гленоида устанавливали величину его ретроверсии. Затем определяли размер и центр суставной поверхности гленоида для подбора гленоидного адаптера и введения направляющей (пилотной) спицы (Рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 – Разметка центра суставной поверхности гленоида

Ориентация направления пилотной спицы производилась при помощи стандартного направителя, входящего в состав инструментария, предоставляемого производителем эндопротеза. В случаях его отсутствия или чтобы задать индивидуальное направление пилотной спице, рассверливание производили под визуальным контролем. При проведении спицы учитывались данные об анатомии гленоида, полученные на этапе предоперационного планирования. Если использовали гленосферу со стандартным центром ротации, компонент устанавливали по нижнему краю гленоида. В случаях применения имплантата с латерализованным центром ротации компоненту придавали наклон книзу.

Далее по пилотной спице производили рассверливание центрального отверстия для держателя гленосферы и фиксирующих отверстий (Рисунок 3.10).



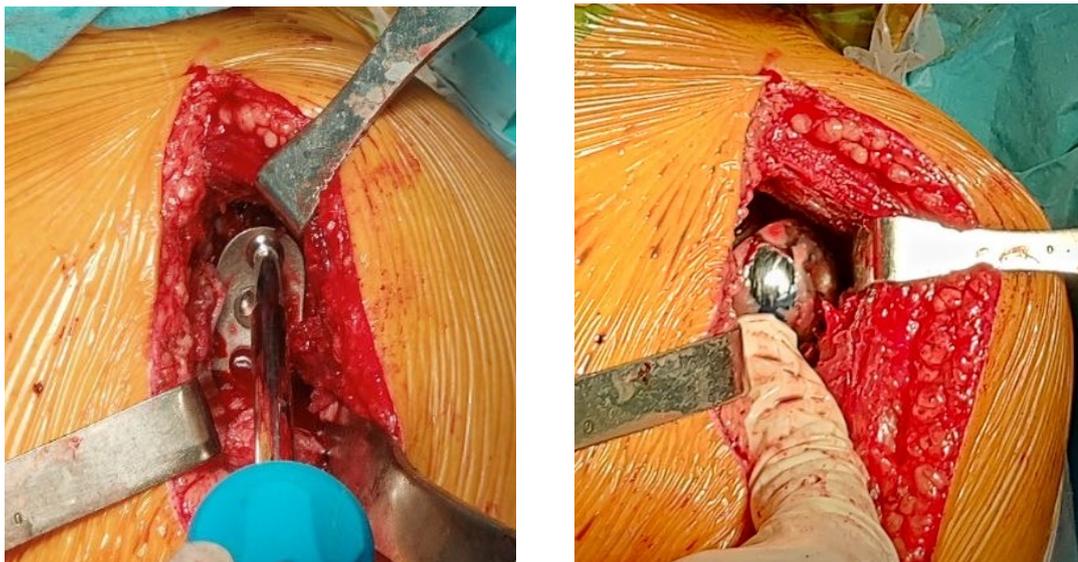
А

Б

В

Рисунок 3.10 – Рассверливание фиксирующих отверстий под основание гленосферы

После подготовки акромиона производилась установка основания гленосферы, которое фиксировалось при помощи винтов. Затем производилась установка нужного размера гленосферы на метаглен (Рисунок 3.11).



А

Б

Рисунок 3.11 – Установка метаглена (А) и гленосферы (Б)

На следующем этапе операции выполняли подбор чашки, вкладыша эндопротеза и производили пробное вправление. При пробном вправлении оценивали положение компонентов эндопротеза, натяжение мягких тканей, а также стабильность имплантата и отсутствие вывиха при движениях верхней конечности (Рисунок 3.12).



А



Б

Рисунок 3.12 – Установка примерочной чашки и вкладыша

После проведения оценки пробного вправления производили вывих временных компонентов и устанавливали вкладыш и чашку нужного размера, а затем выполняли окончательное вправление эндопротеза (Рисунок 3.13).

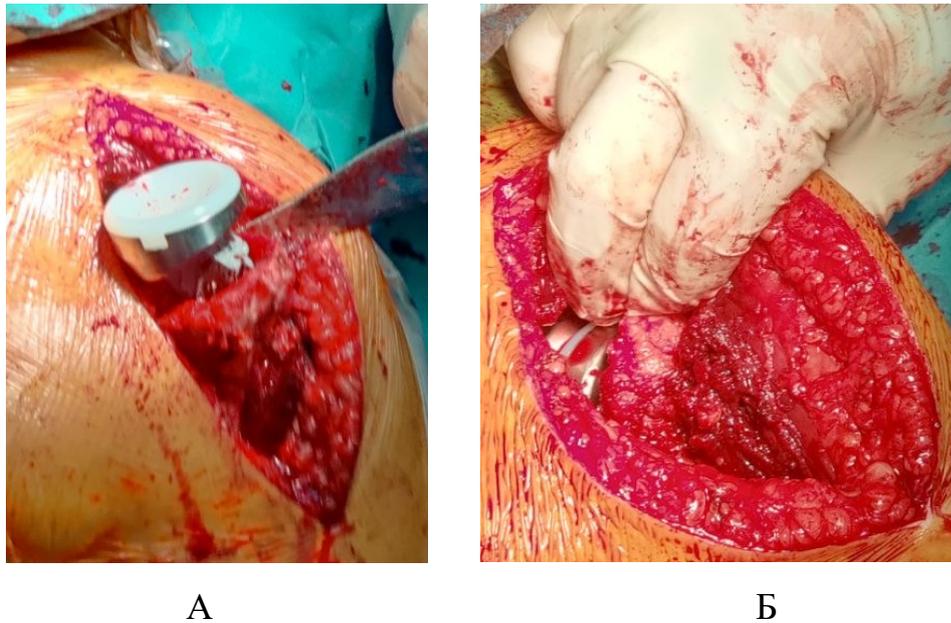


Рисунок 3.13 – Установка постоянных компонентов (А), окончательное вправление эндопротеза (Б)

3.2. Результаты лечения пациентов группы сравнения

В ходе нашего исследования был проведен анализ результатов лечения пациентов группы сравнения. Анализу подверглись такие критерии как время операции, послеоперационные КТ плечевого сустава, болевой синдром, амплитуда движений, шкалы-опросники и удовлетворенность пациентов.

Время операции. При проведении анализа общего времени операции учитывалось время от начала хирургического доступа до ушивания раны. Время проведения анестезии не учитывали.

Для расчета общего времени операции мы суммировали длительность различных последовательных этапов:

- доступ;
- резекция плечевой кости и разработка костномозгового канала;
- подготовка гленоида;
- примерка;
- установка окончательных имплантатов;
- ушивание раны.

При стандартной установке компонентов эндопротеза данной группе пациентов время операции в среднем составило $119,9 \pm 22,9$ минут (от 80 до 170).

Послеоперационный КТ контроль. Всем пациентам из группы сравнения через 1 год после операции производили МСКТ-контроль прооперированного сустава. По данным КТ-контроля была произведена оценка положения имплантатов, а также сравнение фактических полученных данных с данными предоперационного планирования. Анализу подверглись следующие критерии:

- угол инклинации гленоидного компонента;
- угол версии гленоидного компонента;
- глубина посадки винтов фиксирующих метаглен;
- угол опилов плечевой кости;
- угол версии плечевого компонента;
- степень остеолита вокруг имплантата.

Инклинация (угол) гленоидного компонента. При анализе КТ-данных угла инклинации учитывали угол на этапе предоперационного планирования и угол, полученный при измерении послеоперационных КТ (фактического). Наибольшее значение при планировании инклинации было 14° , а минимальное 0 градусов. При измерении угла инклинации на послеоперационных КТ наибольшее значение было 11° , а наименьшее «-» 5° . Величина разницы запланированного угла инклинации и фактического была измерена у каждого пациента в отдельности и в среднем составила $4,54$ градуса. Полные данные по динамике угла инклинации в группе сравнения приведены в Таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Динамика угла инклинации гленоидного компонента в группе сравнения (n=50)

Параметры	Запланированная	Фактическая	Разница	p
М (град.)	7,56	3,02	4,54	p<0,001
m	0,405	0,535	0,492	p<0,001
σ	2,865	3,785	3,477	p<0,001
Min	0	-5	5	p<0,001
Me	7	8	1	p<0,001
Max	14	11	3	p<0,001

Угол версии гленоидного компонента. Для более точной оценки положения гленоидного компонента в группе сравнения нами был произведен расчет и сравнение его версии. При анализе наибольшее значение при планировании версии было 8°, а минимальное «-» 7°. При измерении угла версии на послеоперационных КТ наибольшее значение было 12°, а наименьшее «-» 12°. Величина разницы запланированного угла версии фактического была измерена у каждого пациента в отдельности и в среднем составила 2,36°. Полные данные по динамике угла версии в группе сравнения приведены в Таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Динамика угла версии гленоидного компонента в группе сравнения (n=50)

Параметры	Запланированная	Фактическая	Разница	p
М (град)	1,26	3,62	2,36	p<0,001
m	0,588	0,658	0,219	p<0,001
σ	4,159	4,654	1,549	p<0,001
Min	-7	-12	5	p<0,001
Me	15	24	9	p<0,001
Max	8	12	4	p<0,001

Глубина посадки винтов фиксирующих метаглен. Для предотвращения расшатывания гленоидного компонента важно соблюдать не только наиболее эффективное положение гленоидного основания, но и необходимо добиваться максимальной глубины посадки фиксирующих его винтов в кость. В связи с этим параметром был произведен анализ этого показателя. В исследовании были проанализированы различные модели реверсивного эндопротеза плечевого сустава (имеющие 2 или 4 винта), ввиду этого анализу были подвергнуты данные глубины посадки 2-х фиксирующих винтов (верхний и нижний). На этапе планирования на КТ наибольшее значение для верхнего винта было 30 миллиметров, а наименьшее – 14 миллиметров, а для второго винта максимальное значение 27 миллиметров, а минимальное – 18 миллиметров. На КТ после операции максимальное значение для первого винта составило 27 миллиметров, а минимальное – 15 миллиметров, так как для второго наибольшее значение было 36 мм, а наименьшее – 21 мм. Величина разницы запланированного расстояния от фактического была измерена у каждого пациента в отдельности и в среднем составила 3,9 миллиметр (19,8%), а у второго – 5,5 мм (22,8%). Полные данные по длине посадки винтов в группе сравнения приведены в Таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Глубина посадки винтов в группе сравнения (n=50)

Параметр	Запланированная глубина посадки		Фактическая глубина посадки		Разница		p
	Первый винт	Второй винт	Первый винт	Второй винт	Первый винт	Второй винт	
M (мм)	20,24	24,28	24,2	29,82	3,9	5,5	p<0,001
m	0,532	0,5	0,586	0,602	0,248	0,324	p<0,001
σ	3,761	3,534	4,145	4,256	1,753	2,288	p<0,001
Min	14	18	15	21	1	3	p<0,001
Me	21	23	18	27	3	4	p<0,001
Max	30	27	30	36	0	9	p<0,001

Угол опиления плечевой кости. Для корректной работы эндопротеза важно правильно установить не только гленоидный компонент, но и его ножку с чашкой и вкладышем. Ввиду того, что чашка с ножкой эндопротеза образует угол в 135°, важно соблюсти данный угол опиления плечевой кости для наиболее надежной

посадки дистальных компонентов эндопротеза. Однако, учитывая индивидуальные особенности анатомии плечевой кости, не во всех случаях опил в 135° будет корректным. В связи с вышеизложенными параметрами нами был проведен сравнительный анализ данных КТ по запланированному и фактическому углу опиления плечевой кости. Учитывая индивидуальные анатомические особенности, в группе сравнения при планировании угол опиления был от 125 до 135° . По данным КТ после операции в этой группе пациентов он варьировал от 108 до 137° . Разница угла опиления плечевой кости в среднем составила $5,62^\circ$ (min – 0 градусов, max – 17°).

Угол версии плечевого компонента. Помимо угла опиления плечевой кости для правильной установки плечевого компонента необходимо соблюдать угол его ретроверсии. В зависимости от производителя эндопротеза и анатомии плечевого сустава пациента угол ретроверсии плечевого компонента может варьировать от 0 до 20° . При анализе дооперационных КТ в группе сравнения 10° ретроверсии запланировано было у 1 пациента, 15° – в 9 случаях, а 20° планировалось выполнить у 40 пациентов. При анализе послеоперационных КТ снимков ретроверсия ножки эндопротеза составляла в среднем $16,26^\circ$ (от 7 до 30°). Разница между запланированной и фактической ретроверсией плечевого компонента составила $3,48^\circ$ (min – 0 градусов, max – 10°).

Степень остеолита вокруг имплантата. По данным послеоперационных КТ (через год) определяли наличие или отсутствие признаков остеолита вокруг имплантата. В группе сравнения остеолит был выявлен в 12 случаях. Первая степень выявлена у 9 пациентов, а вторая выявлена у 3 -х пациентов.

Болевой синдром. Оценку болевого синдрома проводили при помощи ВАШ. Болевой синдром оценивали до операции, а также через 3 , 6 и 12 месяцев с момента операции. Средний показатель болевого синдрома до операции в группе составил $64,2 \pm 1,24$ балла. Наиболее выраженная динамика снижения болевого синдрома отмечена через 3 месяца после операции до $23,3 \pm 1,32$ (снижение на $40,9 \pm 1,3$ балла). Через 12 месяцев после операции средний показатель в группе составил $6,4 \pm 1,11$

балла, а разница с данными до операции составила $57,8 \pm 1,45$ балла. Динамика болевого синдрома в контрольной группе представлена на Рисунке 3.14.



Рисунок 3.14 – Динамика болевого синдрома в группе сравнения пациентов по ВАШ (n=50)

Амплитуда движений. Анализируя функцию плечевого сустава, оценивали угол отведения, сгибания, разгибания, а также угол внутренней ротации. Оценку амплитуды активных движений производили до операции, а также в сроки через 3, 6, 12 месяцев с момента операции. В дополнение произвели сравнение данных амплитуды движений до операции с полученными результатами амплитуды движений плечевого сустава в разные сроки после операции.

По результатам проведенного исследования амплитуды движений плечевого сустава в группе сравнения до операции отведение составляло $66 \pm 2,67^\circ$; сгибание $64,5 \pm 3,05^\circ$; разгибание $13,3 \pm 0,79^\circ$; наружная ротация $9,6 \pm 0,56^\circ$. Через год с момента операции отведение составляло $124,18 \pm 3,79^\circ$, сгибание $121,2 \pm 3,96^\circ$, разгибание $20,3 \pm 0,8^\circ$ и наружная ротация $17,4 \pm 0,74^\circ$. Данные амплитуды активных движений плечевого сустава в разные сроки представлены на Рисунках 3.15 и 3.16.

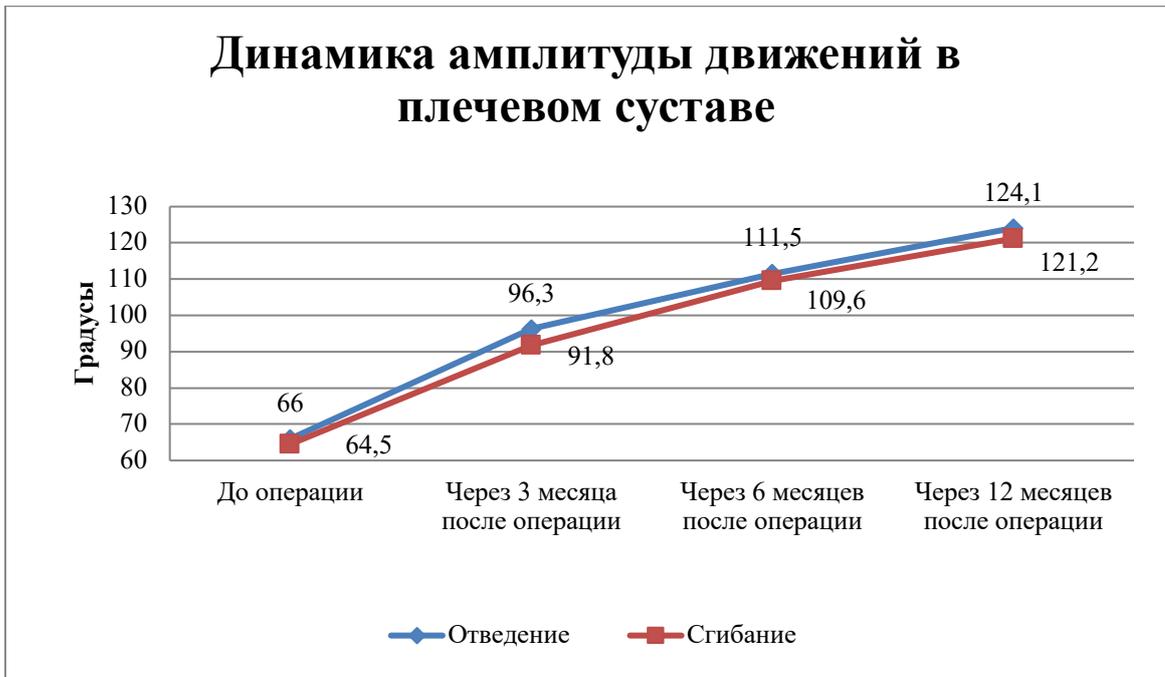


Рисунок 3.15 – Динамика амплитуды отведения и сгибания в плечевом суставе у пациентов в группе сравнения (n=50)

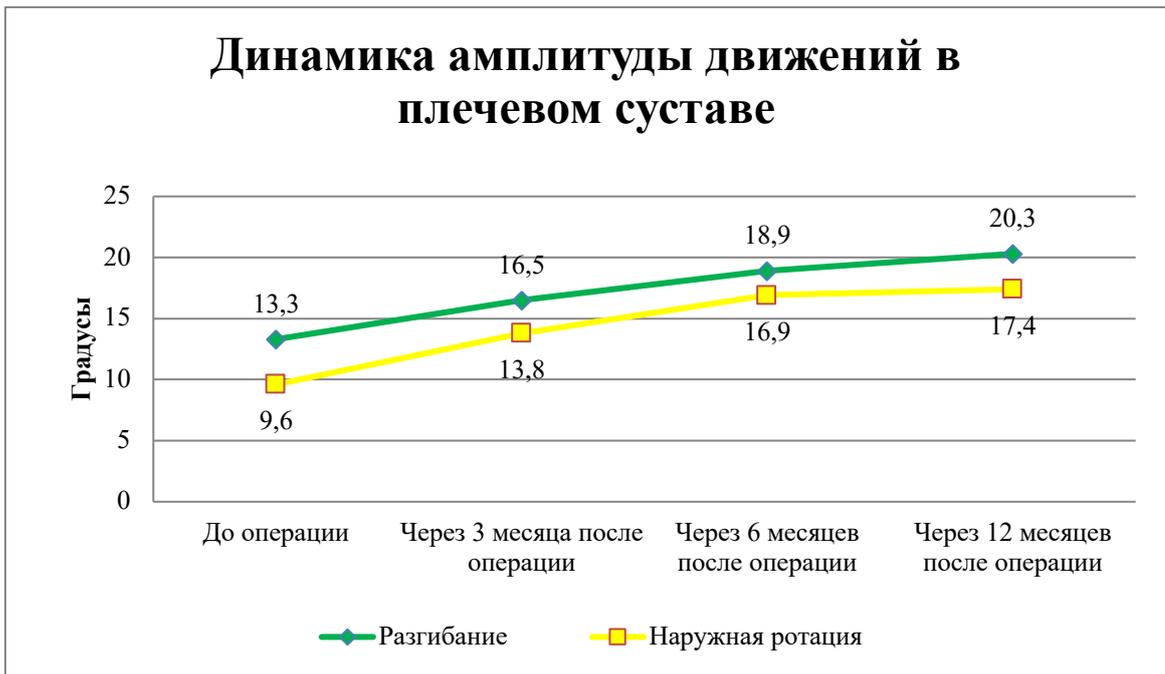


Рисунок 3.16 – Динамика амплитуды разгибания и наружной ротации в плечевом суставе у пациентов в группе сравнения (n=50)

При сравнении динамики амплитуды движений в плечевом суставе при отведении наибольший результат выявлен через 3 месяца с момента операции.

Отведение $30,3 \pm 1,7^\circ$; сгибание $27,3 \pm 1,95^\circ$; разгибание $3,2 \pm 0,42^\circ$; наружная ротация $6,2 \pm 0,39^\circ$. Полная сравнительная динамика в течение года отражена в Таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Сравнение динамики амплитуды движений с данными до операции в группе сравнения (n=50)

Амплитуда движений в плечевом суставе (в градусах)	Сроки			p
	Через 3 месяца после операции	Через 6 месяцев после операции	Через 12 месяцев после операции	
Отведение	$30,3 \pm 1,7$	$45,5 \pm 2,47$	$58,18 \pm 3,1$	<0,001
Сгибание	$27,3 \pm 1,95$	$45,1 \pm 2,69$	$56,7 \pm 3,31$	<0,001
Разгибание	$3,2 \pm 0,42$	$5,6 \pm 0,53$	$7 \pm 0,7$	<0,001
Наружная ротация	$4,2 \pm 0,39$	$7,3 \pm 0,53$	$7,8 \pm 0,56$	<0,001

Шкалы-опросники. Для объективной оценки функции плечевого сустава и общего состояния пациента до и после операции мы применяли шкалу Constant-Murley. Оценку функционального результата производили до операции, а также в сроки через 3, 6, 12 месяцев с момента операции. Через 3 месяца после операции получен удовлетворительный результат (средний балл составил $61,18 \pm 0,74$ баллов). Далее через 6 и 12 месяцев после операции показатель повышался в среднем на 4 балла. Динамика результатов по шкале Constant-Murley в группе сравнения представлена на Рисунке 3.17.

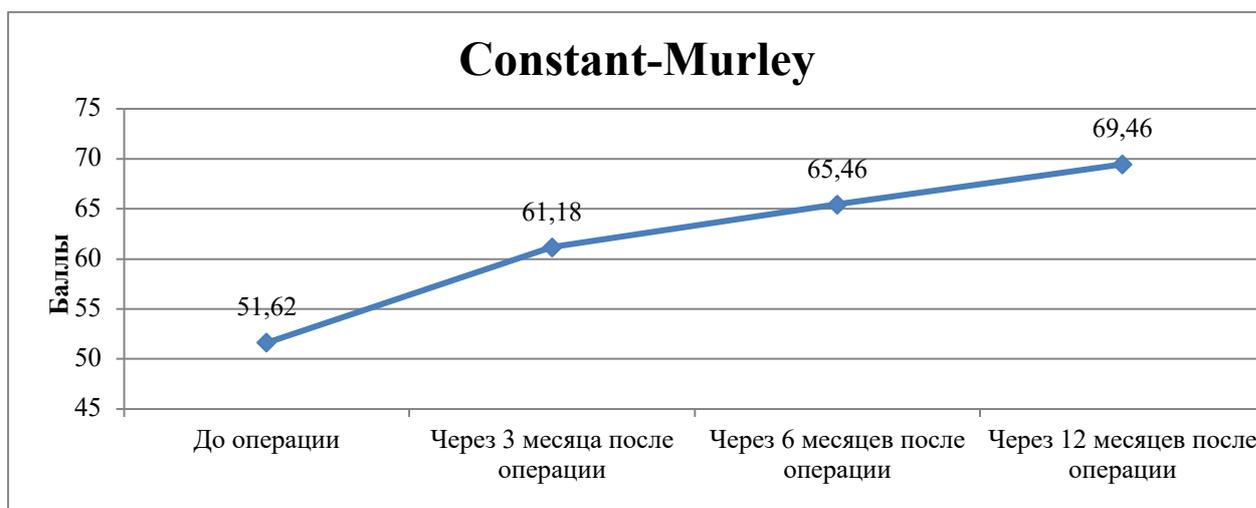


Рисунок 3.17 – Динамика результатов по шкале Constant-Murley в баллах в группе сравнения (n=50)

Для более точной оценки функционального результата, а также удовлетворенности пациента применяли шкалу UCLA (The University of California Los Angeles Shoulder Scale). Через 12 месяцев с момента операции в среднем достигнут удовлетворительный результат ($25,4 \pm 0,44$ балла). Динамика результатов по шкале UCLA в группе сравнения представлена на Рисунке 3.18.

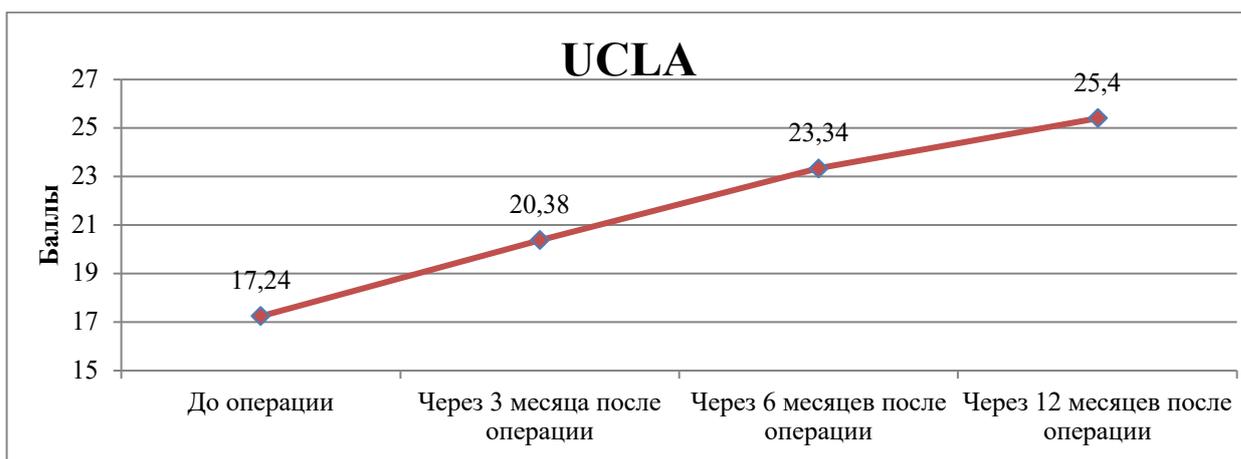


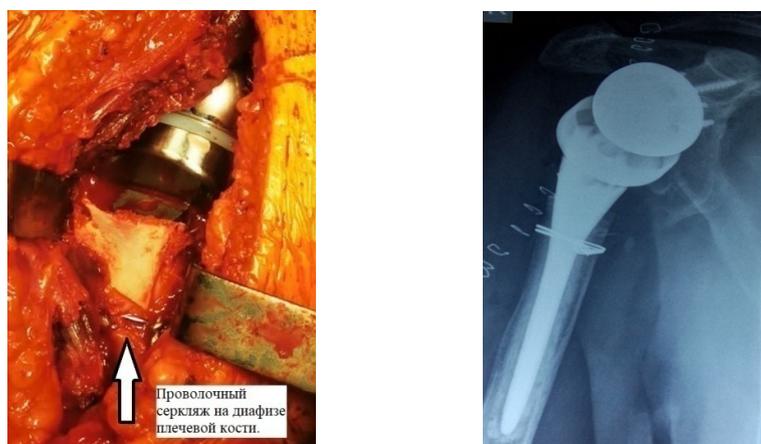
Рисунок 3.18 – Динамика результатов по шкале UCLA в баллах в группе сравнения (n=50)

Удовлетворенность пациентов. Оценка удовлетворенности в группе сравнения традиционным методом лечения проводилась самими пациентами по ШВО и являлась субъективной. 16 человек (32%) из 50 оценили результат лечения как «отличный» (3 балла по ШВО), 21 пациента (42%) – как «хороший» (2 балла по ШВО). 3 (6%) пациента остались неудовлетворены результатами лечения из-за развившихся осложнений. Остальные 10 (20%) человек были удовлетворены результатами операции. В итоге средний балл результатов лечения по ШВО среди пациентов группы сравнения составил $2,06 \pm 0,4$ [7].

Осложнения. При проведении нашего исследования в контрольной группе пациентов были выявлены 3 (6%) осложнения при РЭПС.

В одном случае во время операции произошел перелом диафиза плечевой кости. Данное осложнение возникло вследствие неполной оценки качества костной структуры, а также неверного подбора размера ножки эндопротеза. Для предотвращения расшатывания имплантата в костном канале была установлена

ножка на цементной фиксации и выполнен остеосинтез перипротезного перелома диафиза плечевой кости серкляжным способом (Рисунок 3.19).



А

Б

Рисунок 3.19 – Перипротезный перелом диафиза плечевой кости при РЭПС. А – наложение проволочного серкляжа. Б – послеоперационная Rg плечевого сустава

Второе осложнение, выявленное нами, возникло в раннем послеоперационном периоде. На первые сутки после операции произошло разобщение гленосферы с метагленом и впоследствии ее вывихом. Данное осложнение произошло из-за интерпозиции мягких тканей между гленосферой и метагленом. Проведена ревизионная операция по устранению разобщения компонентов, в том числе установка гленосферы в положенную, стабильную позицию (Рисунок 3.20).



А

Б

Рисунок 3.20 – Rg правого плечевого сустава: А – вывих гленосферы эндопротеза; Б – состояние компонентов после ревизионной операции

Третье осложнение возникло у пациента в позднем послеоперационном периоде – произошел вывих (разобщение компонентов) эндопротеза. Данное осложнение произошло ввиду неправильного расположения и подбора размеров компонентов эндопротеза, неадекватного натяжения мягких тканей. В данном случае была проведена ревизионная операция: изменено положение метаглена и выполнено плотное ушивание мягких тканей (Рисунок 3.21).

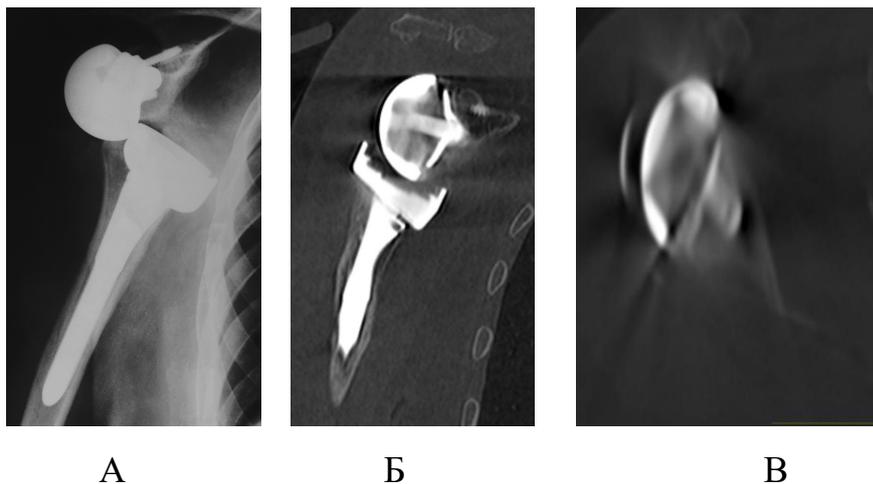


Рисунок 3.21 – Данные лучевой диагностики: А – Rg плечевого сустава: вывих (разобщение) компонентов эндопротеза; Б, В – МСКТ плечевого сустава после ревизионной операции

3.3. Клинический пример пациента из группы сравнения

Пациент О., 50 лет. Обратился в УКБ №1 Сеченовского Университета с жалобами на боли в области плечевого сустава, ограничение движений. Боли и ограничение движений в плечевом суставе возникли после травмы более года назад. Пациенту был поставлен первичный диагноз: перелом проксимального отдела плечевой кости со смещением. Лечился консервативно, с незначительным положительным эффектом. По данным рентгенографии выявлен посттравматический артроз плечевого сустава 3–4 степени (классификация Kellgren & Lawrence), а по классификации Namada – 3 степень. По данным МСКТ выявлено повреждение суставной поверхности: по классификациям Forward – E3, по Walch – B1 (Рисунок 3.22).

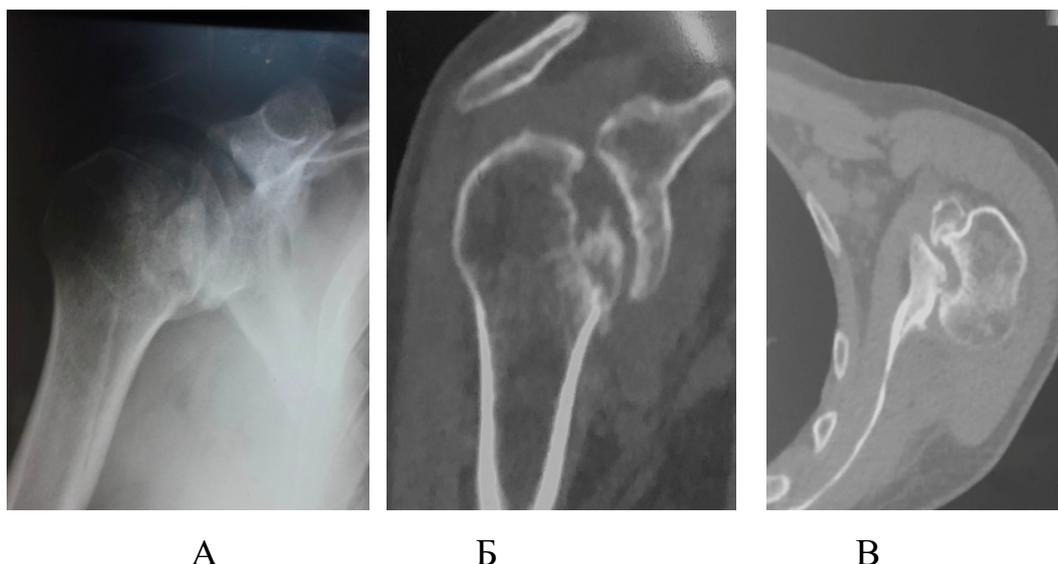


Рисунок 3.22 – Рентгенограмма (А) и МСКТ (Б, В) правого плечевого сустава пациента

В ходе первого визита боль в покое составила 40 баллов по ВАШ (умеренная боль), при нагрузке 60 баллов, при повышенной нагрузке – 65 баллов. Функциональный результат по шкале Constant составлял 46 баллов, а по шкале UCLA 14 баллов, что соответствует плохому результату. Объем движений правой верхней конечности в плечевом суставе ограничен – отведение не более 40° , переднее сгибание не более 50° , наружная ротация 5° (Рисунок 3.23).



Рисунок 3.23 – Амплитуда движений в плечевом суставе до операции

Учитывая жалобы пациента, амплитуду движений правого плечевого сустава и данные инструментального исследования, пациенту выполнили реверсивное эндопротезирование плечевого сустава по стандартной методике.

Послеоперационное течение гладкое. Пациент прошел курс реабилитации. Контрольный осмотр через 12 месяцев после операции. Выполнены контрольная Rg и МСКТ плечевого сустава (Рисунок 3.24).

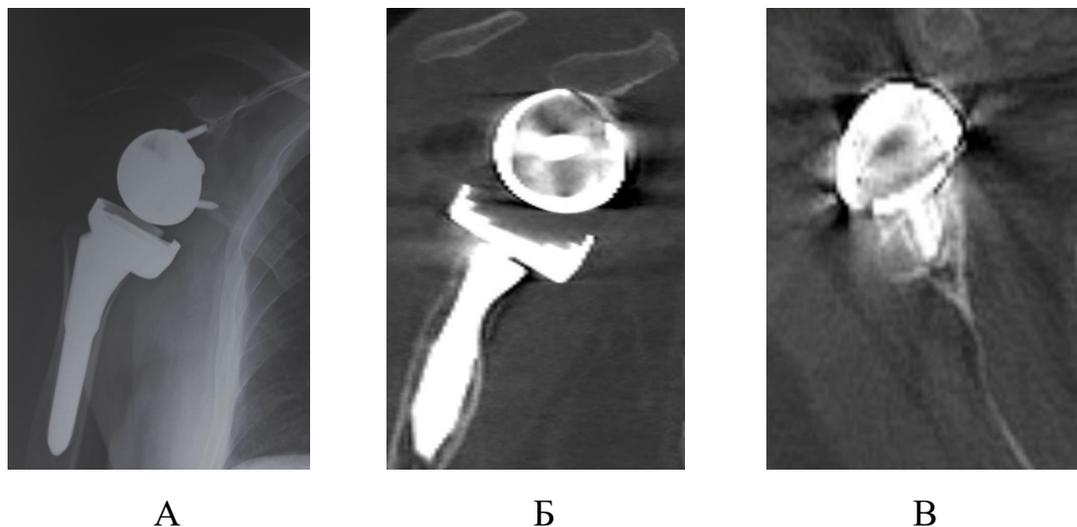


Рисунок 3.24 – Контрольная Rg (А) и МСКТ (Б, В) через 12 месяцев с момента операции

Боль в покое составила 10 баллов по ВАШ, при бытовой нагрузке 20 баллов (незначительная боль). Амплитуда движений правой верхней конечности в плечевом суставе – отведение 90° , переднее сгибание 110° , наружная ротация 10° (Рисунок 3.25).

Функциональный результат по шкале Constant составил 66 баллов, по шкале UCLA составил 17 баллов (удовлетворительный показатель). Пациент оценил результат лечения как хороший (2 балла по ШВО).

У данного пациента сложность операции заключалась в определении направления пилотной спицы. Измененная анатомия гленоида, а именно увеличенного нижнего и поврежденного заднего его краев, не давала возможность сориентировать корректное направление пилотной спицы при помощи стандартного инструментария. Вследствие этого положение основания гленосферы не было идеальным. По данным МСКТ после операции определяется недостаточная инклинация (87°) и избыточная ретроверсия (4°) метаглена.



А



Б



В

Рисунок 3.25 – Амплитуда движений в плечевом суставе через 12 месяцев после операции

Учитывая недостаточно корректное положение компонентов эндопротеза, а также длительные сроки выраженного ограничения движений в плечевом суставе, до операции не удалось добиться отличного результата лечения данного пациента.

ГЛАВА 4. ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ ОСНОВНОЙ ГРУППЫ

В основную группу вошли 25 пациентов (15 женщин – 60% и 10 мужчин – 40%), оперированных в клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов УКБ № 1 Сеченовского Университета. Средний возраст – $62,6 \pm 1,6$, средняя длительность анамнеза – $11,44 \pm 1,02$ месяцев.

Пациентам основной группы провели индивидуальное предоперационное планирование и выполнили реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с применением индивидуальных шаблонов-направителей.

4.1. Предоперационное планирование

Предоперационное планирование в основной группе пациентов можно разделить на несколько этапов.

Первый этап – компьютерная томография.

На первом этапе предоперационного планирования всем пациентам основной группы в обязательном порядке проводили МСКТ плечевого сустава, диафиза плечевой кости с захватом локтевого сустава за одну серию снимков (мы проводили МСКТ на аппарате Toshiba Aquilion ONE 320). Настолько широкий обхват области верхней конечности необходим для определения размеров, качества, деформаций и осей лопатки и плечевой кости. Укладка пациента при проведении данного исследования была стандартной. После выполнения укладки пациента задавали необходимые параметры толщины срезов: плечевой сустав – 0,5 мм; диафиз плечевой кости – до 5 мм; локтевой сустав – 1 мм. Количество срезов не превышало 1320 снимков.

После проведения МСКТ исследования с учетом всех заданных условий данные записывали на индивидуальный лазерный CD диск, который после записи маркировали (ФИО пациента, дату исследования и анатомическую сторону).

Второй этап – создание 3D-модели плечевого сустава и плечевой кости пациента.

Полученные данные МСКТ были импортированы в MIMICS® программное обеспечение (Materialize®, Бельгия) в формате DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) и преобразованы в 3D-модель.

В начале планирования на 3D-моделях костей мы определяли костные ориентиры, как на лопатке, так и на плечевой кости. На лопатке основными ориентирами являлись: центр суставной поверхности гленоида, нижний угол лопатки и медиальный угол лопатки. По этим ориентирам была построена индивидуальная плоскость лопатки пациента (Рисунок 4.1).

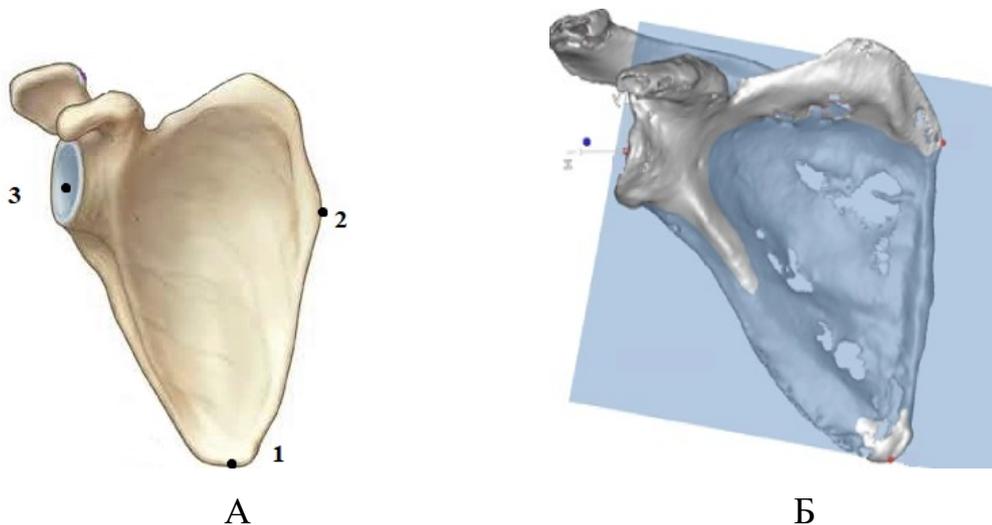


Рисунок 4.1 – 3D-модель лопатки: А – точки для построения лопаточной плоскости; Б – лопаточная плоскость

Персонализированная плоскость лопатки пациента была необходима для ориентации лопатки к плечевой кости, а также для дальнейшего размещения компонентов эндопротеза.

Для плечевой кости основными ориентирами являлись: окружность головки, анатомическая шейка, центр диафиза, а также надмыщелки плечевой кости.

Такая разметка помогает определить изменения в анатомии пациента, в частности величину версии, наклон гленоида, локализацию и степень потери костной массы, если таковая имеется [189].

Третий этап – создание и размещение 3D-моделей компонентов эндопротеза на виртуальном плечевом суставе пациента.

После проведенного анализа анатомии лопатки пациента, по технической документации производителей эндопротезов данные компонентов ввели в компьютерную программу MIMICS® программное обеспечение (Materialize®, Бельгия). Мы применяли отдельно модели метаглена, гленосферы и винтов. Плечевой компонент оцифровывался целиком (ножка с чашкой и вкладышем). При оцифровке были учтены все размеры компонентов эндопротеза.

Размещение метаглена определяет положение и ориентацию гленосферы, что является основным фактором для определения диапазона движения прооперированного сустава и предотвращения нотчинга шейки лопатки. При планировании положения гленоидного компонента необходимо стремиться к полному прилеганию гленоидного основания, но в то же время важно сохранить костный массив гленоида [60, 97, 116, 139, 157].

В основу планирования размещения метаглена положен расчет положения и направления пилотной спицы с гленоидным основанием ввиду того, что во время операции имплантацию метаглена мы производили по пилотной (направляющей) спице.

При расчете положения направляющей спицы лопаточная плоскость заменяла фронтальную плоскость. Она необходима для точного наклона спицы относительно самой лопатки пациента, а не для всего его тела. Две остальные плоскости стандартные – сагиттальная и горизонтальная.

Для ориентации направляющей спицы мы применяли линию дна надостной ямки, которую впервые описали R.E. Hughes et al. в своей работе [106]. Эта линия проводилась между 2 точками: 1 см медиальнее спиногленоидной выемки (точка на надостной ямке) и на медиальной части надостной ямки (ее пересечением с остью лопатки (Рисунок 4.2).

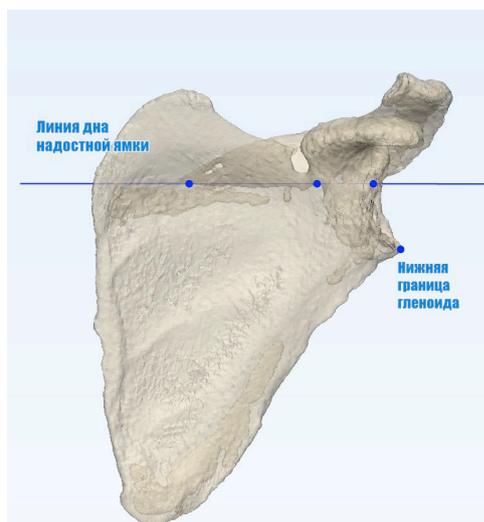


Рисунок 4.2 – Построение линии надостной ямки

Наклон гленоида, как описано Maurer et al., принято считать углом между дном надостной ямки и линией суставной ямки. С хирургической точки зрения этот угол считается наилучшим при планировании классического эндопротезирования плечевого сустава, так как он представляет собой общий наклон гленоида. Однако несмотря на то, что гленоидный компонент при такой модели эндопротеза занимает всю суставную поверхность, большинство реверсивных гленоидных оснований имплантируются в нижнюю часть суставной поверхности для достижения оптимального натяжения дельтовидной мышцы и избегания ночинга. Предупреждение чрезмерного наклона суставного компонента при установке реверсивной модели эндопротеза имеет решающее значение, учитывая связь его положения с повышенным риском расшатывания компонента, ноточинга лопатки и диапазоном движения верхней конечности

P. Voileau et al. доказали, что наиболее оптимальный угол наклона гленоидного основания в лопаточной плоскости – это угол 90° от линии надостной ямки и линии, построенной от нее до нижнего угла гленоида. Первоначально описывался расчет угла с использованием простых рентгенограмм или наклон гленоида, но наиболее надежно измерять с использованием КТ-изображений с телом лопатки, включая самые глубокие части надостной ямки [187].

Учитывая все вышеуказанные критерии, на виртуальной 3D-модели мы рассчитывали углы индивидуальной коррекции инклинации и версии для каждого пациента (Рисунок 4.3).

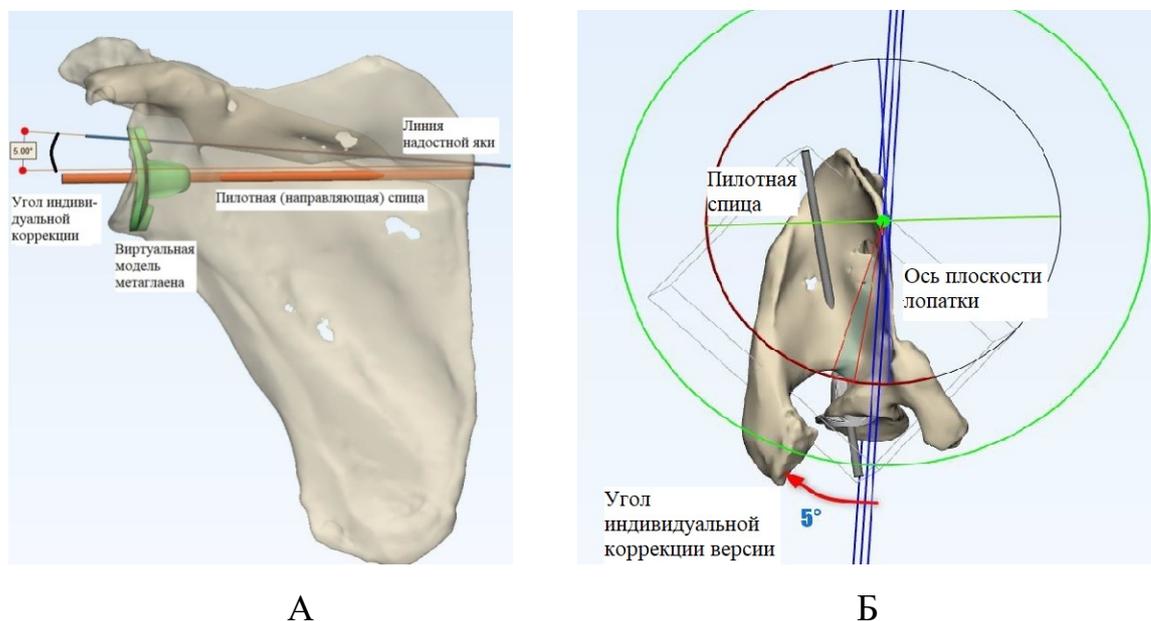


Рисунок 4.3 – 3D-модель левой лопатки пациента. Планирование инклинации (А) и версии (Б) пилотной спицы и гленоидного основания

Такой подход к планированию обеспечивает возможность корректировки расположения гленоидного основания в разных плоскостях и позволяет достичь оптимального положения метаглена индивидуально для каждого пациента.

Особое внимание уделяли и направлению фиксирующих винтов для метаглена. Чем глубже посадка винтов в лопатку, тем надежнее фиксирован гленоидный компонент и снижена вероятность расшатывания импланта. Для определения наиболее надежного места для винтов на 3D-модели лопатки пациента, с учетом положения уже размещенного метаглена, мы рассчитывали направление и глубину рассверливания для фиксирующих гленоидное основание винтов (Рисунок 4.4).

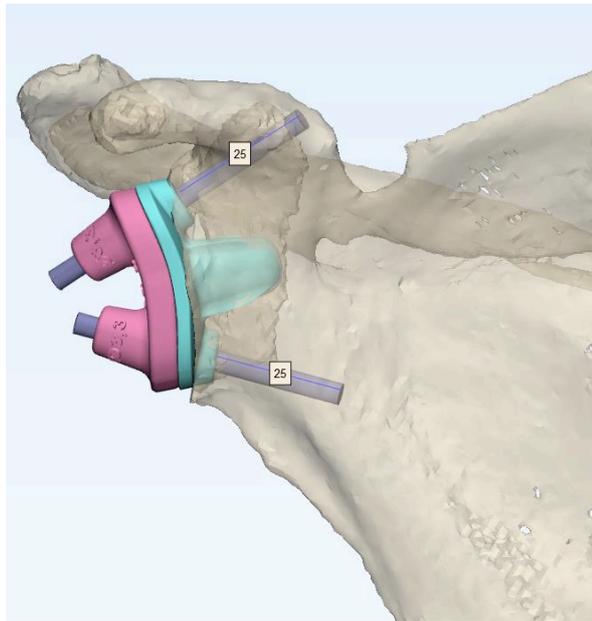


Рисунок 4.4 – 3D-планирование направления и глубины рассверливания (синим цветом) под фиксирующие винты на виртуальной модели лопатки пациента

Во время планирования положения плечевого компонента сначала определяли линию резекции. Для этого на 3D-модели плечевой кости построили ось плечевой кости и перпендикулярную плоскость надмыщелков (Рисунок 4.5 А), затем устанавливали необходимую ретроверсию (Рисунок 4.5 Б), после чего производили наклон оси надмыщелков в 130 или 135° (в зависимости от вида протеза) относительно центральной оси плечевой кости (Рисунок 4.5 В).

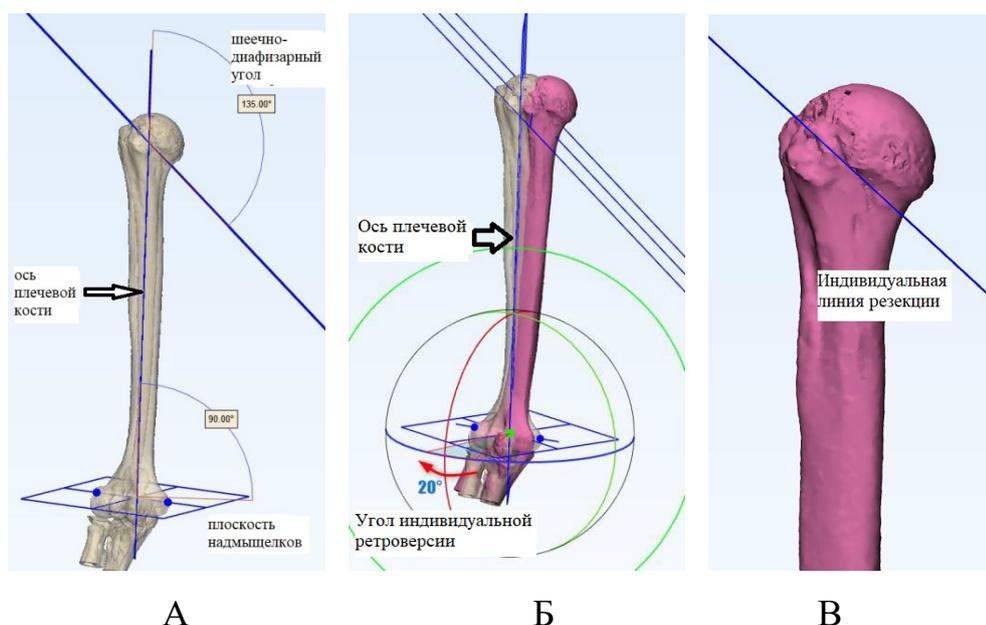


Рисунок 4.5 – 3D-модель плечевой кости пациента. Планирование линии резекции

В заключение на виртуальной модели производили подбор размера ножки эндопротеза и определяли глубину ее посадки, с учетом резекции головки плечевой кости (Рисунок 4.6).

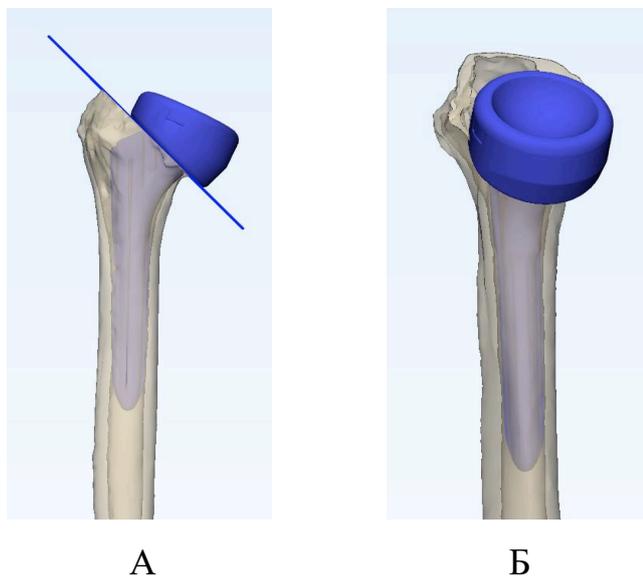


Рисунок 4.6 – 3D-модель плечевой кости пациента. Планирование размера и положения плечевого компонента

4.2. Индивидуальный инструментарий

Для точного воспроизведения проведенного предоперационного планирования при имплантации эндопротеза недостаточно применять только стандартный инструментарий. В связи с этим появилась потребность в создании индивидуального инструментария [39].

В нашей работе по предоперационному планированию мы спроектировали виртуальную 3D-модель индивидуального шаблона-направителя для пилотной спицы. Данная разработка позволяет безошибочно провести пилотную спицу согласно предоперационному планированию, по которой уже будет имплантироваться гленоидное основание эндопротеза. Для рассверливания под фиксирующие винты так же, как и с пилотной спицей, был разработан индивидуальный шаблон-направитель. Для плечевой кости применяли

индивидуальный резекционный шаблон, который учитывал версию, уровень (высоту) и угол опиления согласно предоперационному планированию (Рисунок 4.7).

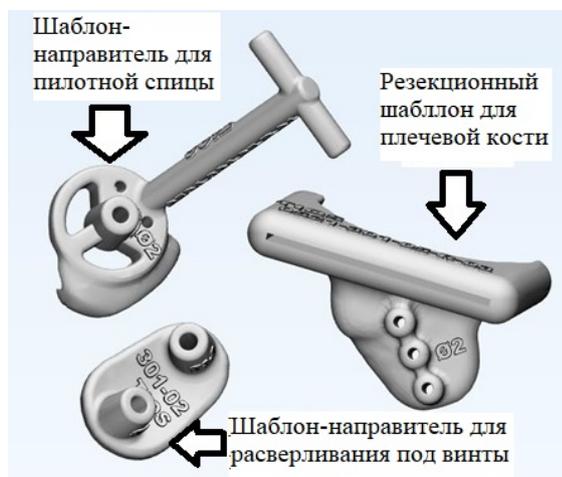


Рисунок 4.7 – Индивидуальный инструментарий. Шаблоны направители: виртуальные 3D-модели

Во время планировки шаблонов важным фактором являлся метод их фиксации. В изученной зарубежной литературе по индивидуальному инструментарию для эндопротезирования плечевого сустава проанализированы различные дизайны направителей. Некоторые авторы предлагали фиксацию через клювовидный отросток, другие ограничивались размещением направителя с помощью стандартного инструментария. В нашем прототипе направителя централизирующей спицы для фиксации использовались две стандартные 2 мм спицы. Для точной ориентации направитель печатался с выступом для упора в передненижний край гленоида. Размещение конструкции до расверливания фиксирующих отверстий, производилось при помощи дополнительной ручки, отходящей от передненижнего края инструмента, именно в данной области проще отвести мягкие ткани, которые не будут мешать точному позиционированию шаблона-направителя. Для фиксации резекционного шаблона плечевой кости также применялись стандартные спицы диаметром 2 мм, и фиксирующие отверстия находились на диафизе плечевой кости (Рисунок 4.8).

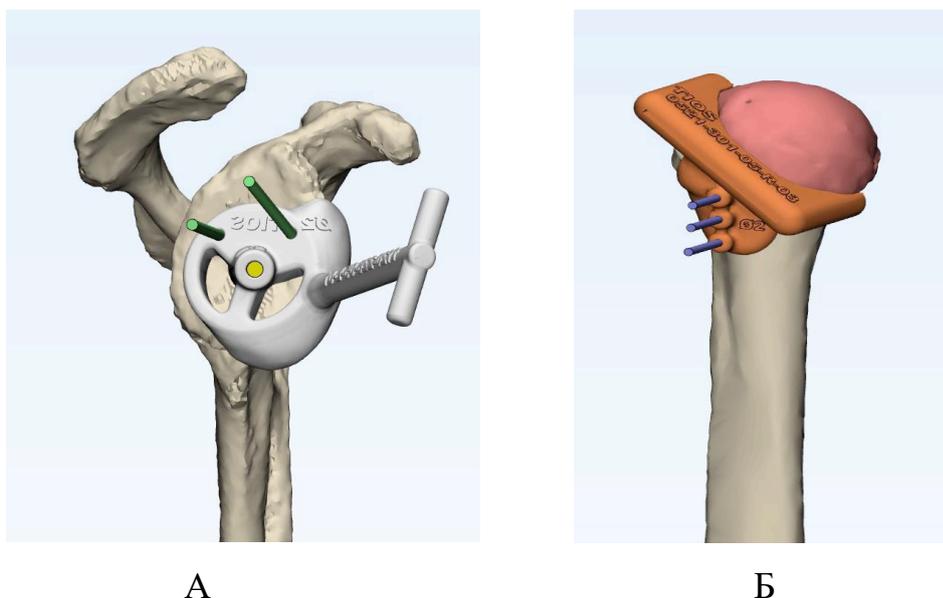


Рисунок 4.8 – 3D-размещение и фиксация индивидуального инструментария:
 А – шаблон-направитель для пилотной спицы, Б – резекционный шаблон для
 плечевой кости

Шаблон-направитель для рассверливания под фиксирующие винты накладывался на основание гленосферы и фиксировался при помощи плотного прилегания к отверстиям в метаглене. Также в данной конструкции применялась дополнительная ручка для плотного прижатия направителя, которая находится по переднему краю, чтобы не мешать сверлить отверстия (Рисунок 4.9).

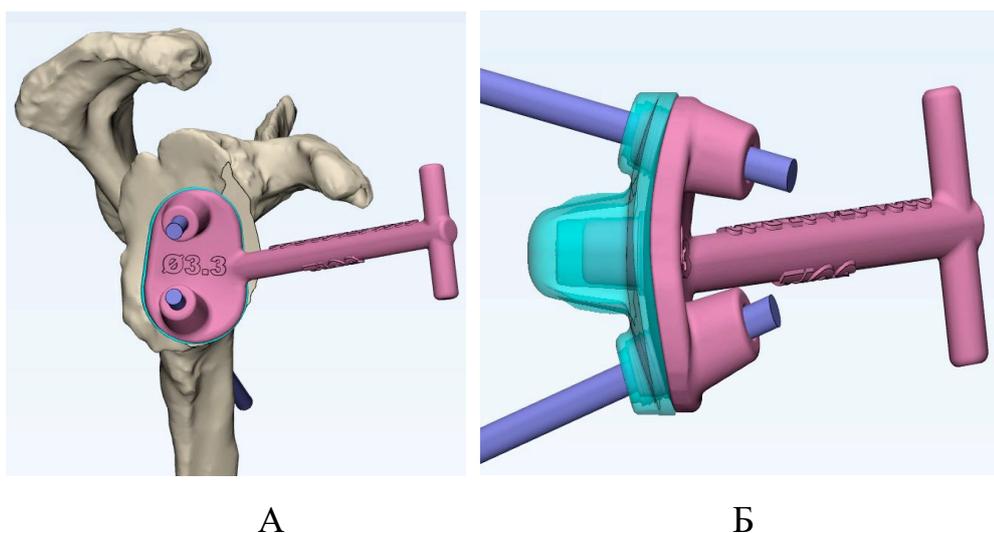


Рисунок 4.9 – 3D-модель шаблона-направителя для рассверливания под
 фиксирующие винты

Основываясь на проведенном нами предоперационном планировании и моделировании индивидуального инструментария, при помощи 3D-принтера фирмы Formlabs модель «Form 3» с разрешением 25 мкм и мощностью 250 мВт напечатаны два направляющих шаблона для гленоида и один резекционный шаблон под плечевую кость для каждого пациента из основной группы. Материал, использовавшийся для создания шаблонов, – это «Dental Clear» фирмы HARZ Labs. Он представляет собой прозрачную и твердую смолу и сертифицирован для медицинского применения. Регистрационное удостоверение на медицинское изделие № РЗН 2020/12007.

После изготовления индивидуального инструментария его стерилизовали и запечатывали в стерильную упаковку, после чего он подавался в операционную в день операции (Рисунок 4.10).

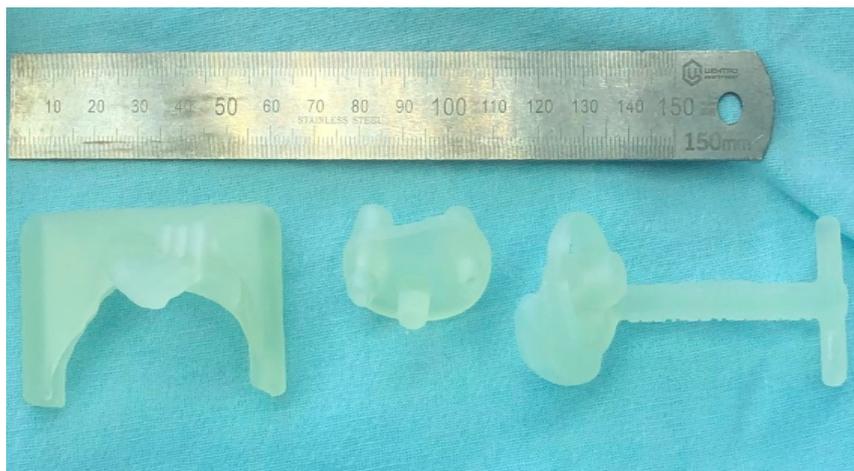


Рисунок 4.10 – Напечатанные 3D-направители и резекционный шаблон

4.3. Техника операции

До начала операции производилась стандартная укладка пациента по типу «пляжное кресло». Во время операции положение оперированной верхней конечности пациента постоянно менялось, поэтому мы использовали 4-х коленчатый упор для предплечья «TRIMANO FORTIS», который фиксируется в различной позиции и удерживает руку в необходимом положении (Рисунок 4.11).



Рисунок 4.11 – Упор для предплечья

Во время операции, как и в случае с пациентами группы сравнения, использовали классический дельтопекторальный доступ [23]. Работа с мягкими тканями до произведения вывиха головки плечевой кости не отличалась от стандартной методики. После вывиха обнажали головку, бугорки и хирургическую шейку. На данном этапе очень важно тщательно зачистить кость от мягких тканей для плотного прилегания индивидуального инструментария к кости. Затем на подготовленную кость накладывали персонализированный резекционный шаблон-направитель и фиксировали его спицами. Для ориентации и проверки линии опилов применяли «серп» (Рисунок 4.12).

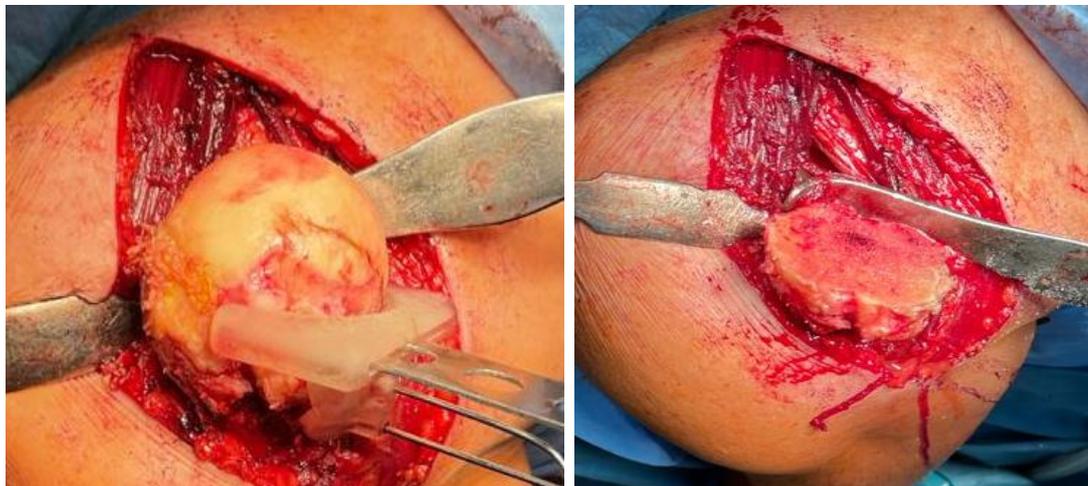


А

Б

Рисунок 4.12 – Работа на плечевой кости: А – обнажение головки плечевой кости от мягких тканей; Б – наложение индивидуального резекционного шаблона и ориентация резекции

После оценки угла резекции по индивидуальному резекционному шаблону осциллирующей пилой со стандартным пильным полотном производили резекцию плечевой кости (Рисунок 4.13).



А

Б

Рисунок 4.13 – Плечевая кость: А – применение индивидуального резекционного шаблона; Б – резецированная головка плечевой кости

После резекции плечевой кости проводилась стандартная обработка костно-мозгового канала римерами и модульными рашпилями, начиная с самого малого до установки рашпиля, величина которого сопоставима с ножкой запланированного размера.

На этапе подготовки суставной поверхности гленоида, производили тщательное иссечение мягких тканей и удаление остеофитов по периферии гленоида с целью обнажения его передненижнего края. Это выполнялось для обеспечения наложения индивидуального инструментария с обязательным условием фиксации его за данную анатомическую область. Затем производили установку индивидуального шаблона-направителя для пилотной спицы (диаметром 3 мм), который дополнительно фиксировали к гленоиду при помощи спиц диаметром 2 мм (Рисунок 4.14).



А



Б



В

Рисунок 4.14 – Суставная поверхность гленоида: А – обработанная периферия гленоида; Б – проведение пилотной спицы по индивидуальному шаблону-направителю; В – установленная направляющая спица

После проведения пилотной спицы проводили стандартную обработку суставной поверхности гленоида и устанавливали метаглен. После его фиксировали при помощи винтов запланированного размера. Направление для рассверливания под винты задавали при помощи индивидуального шаблона-направителя, который накладывали на сам метаглен (Рисунок 4.15).



А



Б



В



Г

Рисунок 4.15 – Фиксация гленоидного основания: А – подготовка фиксирующих отверстий под метаглен; Б – установка метаглена; В – индивидуальный шаблон-направитель для рассверливания под фиксирующие винты; Г – установленное гленоидное основание

После фиксации гленоидного основания на него устанавливали запланированного размера гленосферу. Затем выполняли подбор чашки, вкладыша эндопротеза и производили пробное вправление, при котором оценивали положение компонентов эндопротеза, натяжение мягких тканей и стабильность имплантов.

На заключительном этапе имплантации примерочные компоненты заменяли на постоянные и выполняли окончательное вправление эндопротеза (Рисунок 4.16).



Рисунок 4.16 – Окончательное вправление эндопротеза

4.4. Результаты лечения пациентов основной группы

В ходе нашего исследования был проведен анализ результатов лечения пациентов основной группы. Анализ подверглись такие критерии как время операции, послеоперационные КТ плечевого сустава, болевой синдром, амплитуда движений, шкалы-опросники и удовлетворенность пациентов.

Время операции. При проведении анализа общего времени операции учитывалось время от начала хирургического доступа до ушивания раны. Время проведения анестезии не учитывали.

Для расчета общего времени операции мы суммировали длительность различных последовательных этапов:

- доступ;
- резекция плечевой кости и разработка костномозгового канала;
- подготовка гленоида;
- примерка;
- установка окончательных имплантов;

- ушивание раны.

При стандартной установке компонентов эндопротеза данной группе пациентов время операции в среднем составило $122,4 \pm 2,6$ минут.

Послеоперационный КТ-контроль. Всем пациентам основной группы через 1 год после операции производили МСКТ-контроль прооперированного сустава. По данным КТ-контроля была произведена оценка положения имплантатов, а также сравнение фактических полученных данных с данными предоперационного планирования.

Инклинация (угол) гленоидного компонента. При анализе КТ-данных угла инклинации учитывали угол на этапе предоперационного планирования и угол, полученный при измерении послеоперационных КТ (фактического). Наибольшее значение при планировании инклинации было 10° , а минимальное – 0 градусов. При измерении угла инклинации на послеоперационных КТ наибольшее значение было 10° , а наименьшее – 0 градусов. Величина разницы запланированного угла инклинации и фактического была измерена у каждого пациента в отдельности и в среднем составила $1,56^\circ$. Полные данные по динамике угла инклинации в группе сравнения приведены в Таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Динамика угла инклинации гленоидного компонента в основной группе (n=25)

Параметры	Запланированная	Фактическая	Разница	p
М (град.)	4,2	5,76	1,56	p<0,001
m	0,577	0,487	0,322	p<0,001
σ	2,887	2,434	1,609	p<0,001
Min	0	0	0	p<0,001
Me	5,5	5,5	0	p<0,001
Max	10	10	0	p<0,001

Угол версии гленоидного компонента. Для более точной оценки положения гленоидного компонента в группе сравнения нами был произведен расчет и сравнение его версии. При анализе наибольшее значение при планировании версии было 5° , а минимальное – «-» 5° . При измерении угла версии на послеоперационных КТ наибольшее значение было 9° , а наименьшее «-» 9° . Величина разницы запланированного угла версии фактического была измерена у каждого пациента в отдельности и в среднем составила $1,2^\circ$. Полные данные по динамике угла версии в группе сравнения приведены в Таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Динамика угла версии гленоидного компонента в основной группе (n=25)

Параметры	Запланированная	Фактическая	Разница	p
M (град.)	1,04	2,24	1,2	p<0,001
m	0,478	0,69	0,342	p<0,001
σ	4,159	3,452	1,708	p<0,001
Min	-5	-9	0	p<0,001
Me	0	3	3	p<0,001
Max	5	9	4	p<0,001

Глубина посадки винтов, фиксирующих метаглен. В исследовании были проанализированы различные модели реверсивного эндопротеза плечевого сустава (имеющие 2 или 4 винта), ввиду этого анализу были подвергнуты данные глубины посадки 2-х фиксирующих винтов (верхний и нижний). На этапе планирования на КТ наибольшее значение для верхнего винта было 27 мм, а наименьшее – 10 мм; для второго винта максимальное значение – 36 мм, а минимальное – 10 мм. На КТ после операции максимальное значение для первого винта составило 27 мм, а минимальное – 10 мм; для второго наибольшее значение было 36 мм, а наименьшее – 10 мм. Величина разницы запланированного расстояния от фактического была измерена у каждого пациента в отдельности и в среднем составила у первого винта 0,92 мм (4,9%), а у второго – 2,28 мм (9,9%). Полные данные по длине посадки винтов в группе сравнения приведены в Таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Глубина посадки винтов в основной группе (n=25)

Параметр	Запланированная		Фактическая		Разница		p
	Первый винт	Второй винт	Первый винт	Второй винт	Первый винт	Второй винт	
M (мм)	18,32	25,96	19,24	23,68	0,92	2,28	p<0,001
m	0,682	1,082	0,586	0,33	0,248	0,347	p<0,001
σ	3,412	5,412	3,887	5,908	1,651	1,734	p<0,001
Min	10	10	10	10	0	0	p<0,001
Me	18	23	18	25	0	2	p<0,001
Max	27	36	27	36	0	0	p<0,001

Угол опиления плечевой кости. Нами был проведен сравнительный анализ данных КТ по запланированному и фактическому углу опиления плечевой кости. Учитывая конструкцию эндопротеза, наиболее оптимальный угол опиления плечевой кости будет равен 135° . В связи с этим всем пациентам основной группы изначально планировалась резекция под таким углом. По данным КТ после операции в этой группе пациентов угол варьировал от 123 до 135° . Разница угла опиления плечевой кости в среднем составила $2,56 \pm 0,7^\circ$ (min – 0 градусов, max – 12°).

Угол версии плечевого компонента. При анализе дооперационных КТ в основной группе 15° ретроверсии запланировано было у 2 пациентов, а 20° планировалось выполнить у 23 пациентов. При анализе послеоперационных КТ снимков ретроверсия ножки эндопротеза составляла в среднем $17,6 \pm 0,653^\circ$ (от 12 до 25°). Разница между запланированной и фактической ретроверсией плечевого компонента составила $2,64 \pm 0,5^\circ$ (min – 0 градусов, max – 8°).

Степень остеолита вокруг имплантата. По данным послеоперационных КТ в основной группе пациентов остеолит был выявлен только первой степени в 3 (12%) случаях.

Болевой синдром. Оценку болевого синдрома проводили при помощи ВАШ. Болевой синдром оценивали до операции, а также через 3, 6 и 12 месяцев с момента операции. Средний показатель болевого синдрома до операции в основной группе составил $67,64 \pm 1,26$ балла. Наиболее выраженная динамика снижения болевого синдрома отмечена в первые 3 месяца после операции до $25,4 \pm 1,41$ балла (снижение на $42,24 \pm 1,78$ балла). Через 12 месяцев после операции болевой синдром

составил $6,46 \pm 1,34$ балла (снижение на $61,24 \pm 1,64$ балла). Полная динамика болевого синдрома в основной группе представлена на Рисунке 4.17.



Рисунок 4.17 – Динамика болевого синдрома в основной группе пациентов по ВАШ (n=25)

Амплитуда движений. Амплитуду движений в основной группе оценивали так же, как и в контрольной. По результатам проведенного исследования амплитуды движений плечевого сустава в основной группе до операции отведение составляло $67,4 \pm 5,25^\circ$; сгибание $72,8 \pm 5,32^\circ$; разгибание $14,6 \pm 1,47^\circ$; наружная ротация $11,88 \pm 1,46^\circ$. Через год с момента операции отведение составляло $133,4 \pm 5,64^\circ$, сгибание $132,6 \pm 4,88^\circ$, разгибание $20,6 \pm 0,83^\circ$ и наружная ротация $21,8 \pm 0,93^\circ$. Данные амплитуды активных движений плечевого сустава в разные сроки представлены на Рисунках 4.18 и 4.19.



Рисунок 4.18 – Динамика амплитуды отведения и сгибания в плечевом суставе у пациентов в основной группе (n=25)



Рисунок 4.19 – Динамика амплитуды разгибания и наружной ротации в плечевом суставе у пациентов в основной группе (n=25)

При сравнении динамики амплитуды движений в плечевом суставе при отведении наибольший результат выявлен через 3 месяца с момента операции. Отведение увеличилось на $39,2 \pm 3,72^\circ$; сгибание – $38,4 \pm 1,95^\circ$; разгибание –

2,6±0,71°; наружная ротация – 3,72±0,88°. Сравнительная динамика в течение года с данными до операции отражена в Таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Сравнение динамики амплитуды движений с данными до операции в основной группе пациентов (n=25)

Амплитуда движений (в градусах)	Сроки			p
	Через 3 месяца	Через 6 месяцев	Через 12 месяцев	
Отведение	39,2±3,72	55,8±4,42	66±4,8	<0,001
Сгибание	38,4±1,95	53,7±5,47	59,8±5,75	<0,001
Разгибание	2,6±0,71	5±0,96	6±1,35	<0,001
Наружная ротация	3,72±0,88	5,92±1,04	10,2±1,2	<0,001

Шкалы-опросники. Для объективной оценки функции плечевого сустава и общего состояния пациента до и после операции мы применяли шкалу Constant-Murley. Оценку функционального результата производили до операции, а также в сроки через 3, 6, 12 месяцев с момента операции. Через 3 месяца после операции получен удовлетворительный результат (средний балл составил 66,36±0,79 баллов). Далее через 6 и 12 месяцев после операции показатель повышался в среднем на 4 балла. Динамика результатов по шкале Constant-Murley в основной группе представлены на Рисунке 4.20.



Рисунок 4.20 – Динамика результатов по шкале Constant-Murley в баллах в основной группе пациентов (n=25)

Для дополнительной оценки функционального результата, а также удовлетворенности пациента применяли шкалу UCLA (The University of California Los Angeles Shoulder Scale). Через 12 месяцев с момента операции в среднем достигнут хороший результат ($27,65 \pm 0,57$ балла). Динамика результатов по шкале UCLA в основной группе представлена на Рисунке 4.21.

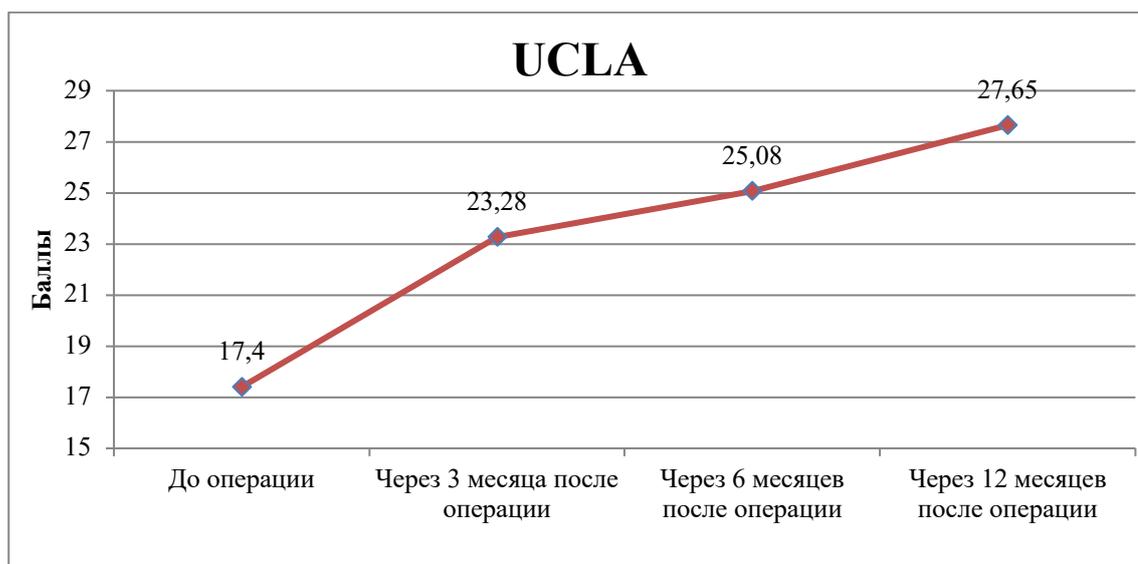


Рисунок 4.21 – Динамика результатов по шкале UCLA в баллах в основной группе пациентов (n=25)

Удовлетворенность пациентов. Оценка удовлетворенности пациента в основной группе проводилась самими пациентами по ШВО и являлась субъективной. 11 человек (44%) из 25 оценили результат лечения как «отличный» (3 балла по ШВО), 10 пациентов (40%) – как «хороший» (2 балла по ШВО). 1 (4%) пациент был неудовлетворен результатами лечения, так как ожидал более высоких функциональных результатов. Однако, учитывая результаты клинического обследования врачом и данные исследований по специализированным шкалам (Constant-Murley и UCLA) у пациента были определены удовлетворительные показатели.

Таким образом, средний балл оценки результатов лечения по ШВО основной группой пациентов составил $2,24 \pm 0,09$.

Осложнения. В ходе нашего исследования в основной группе пациентов не было выявлено ни одного послеоперационного осложнения.

4.5. Клинический пример пациента из основной группы

Пациентка С., 54 года. Обратилась в УКБ № 1 Сеченовского Университета с жалобами на боли в области правого плечевого сустава, ограничение движений. Впервые боли и ограничение движений в плечевом суставе возникли более 2 лет назад. Травму в анамнезе отрицает. Лечилась консервативно, без положительного эффекта. По данным рентгенографии выявлен артроз плечевого сустава – 3 степени (классификация Kellgren & Lawrence), а по классификации Hamada – 2 степень повреждения ротаторной манжеты. По данным МСКТ выявлено повреждение суставной поверхности: по классификациям Forward – E3, по Walch – A1 (Рисунок 4.22).

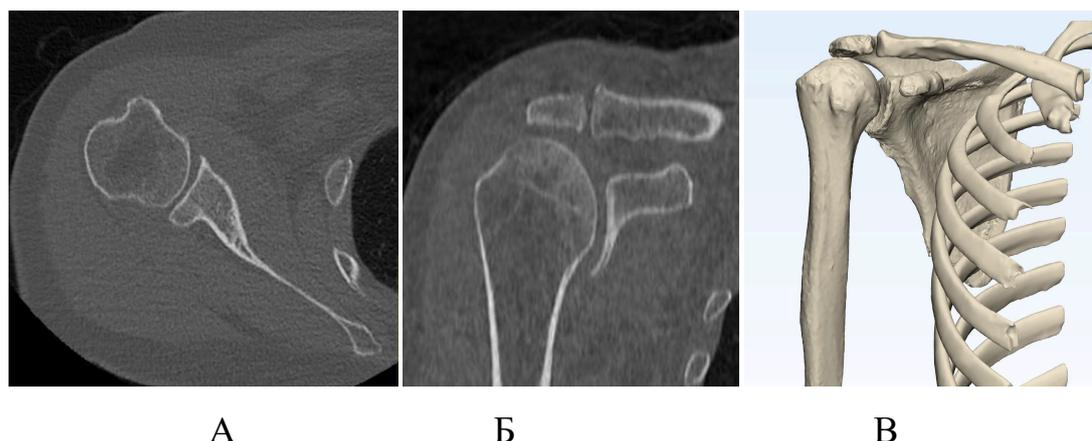


Рисунок 4.22 – Пациент С.: А, Б – МСКТ плечевого сустава; В – 3D-модель

В ходе первого визита боль в покое составила 55 баллов по ВАШ (умеренная боль), при бытовой нагрузке 70 баллов, при повышенной нагрузке – 75 баллов (сильная боль). Функциональный результат по шкале Constant составлял 55 баллов, а по шкале UCLA – 19 баллов (удовлетворительный результат). Объем движений правой верхней конечности в плечевом суставе ограничен – отведение не более 75°, переднее сгибание не более 90°, наружная ротация 45° (Рисунок.4.23).



А

Б



В

Рисунок 4.23 – Амплитуда движений в плечевом суставе до операции

Учитывая жалобы пациентки, амплитуду движений правого плечевого сустава и данные инструментального исследования, было принято решение о выполнении реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

На этапе предоперационного планирования на 3D-модели лопатки пациентки рассчитали положение гленоидного основания, глубину рассверливания под фиксирующие винты (Рисунок 4.24).

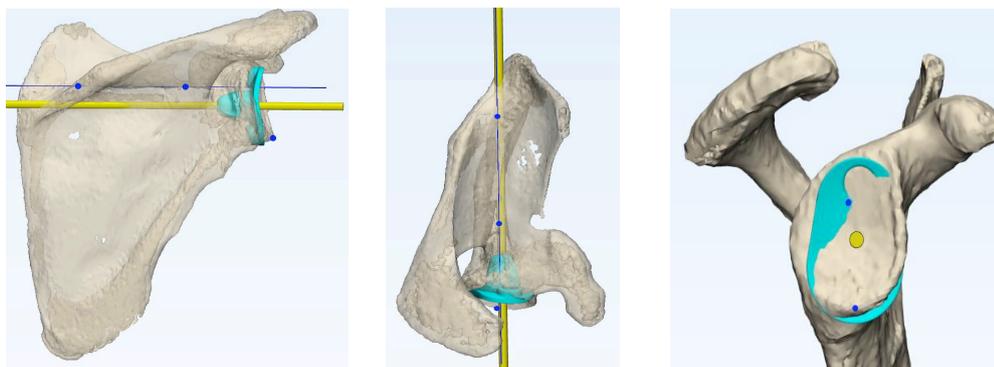


Рисунок 4.24 – Виртуальная 3D лопатка пациентки. Планирование расположения гленоидного основания

На виртуальной 3D плечевой кости пациентки определили уровень и направления ее резекции (Рисунок 4.25).

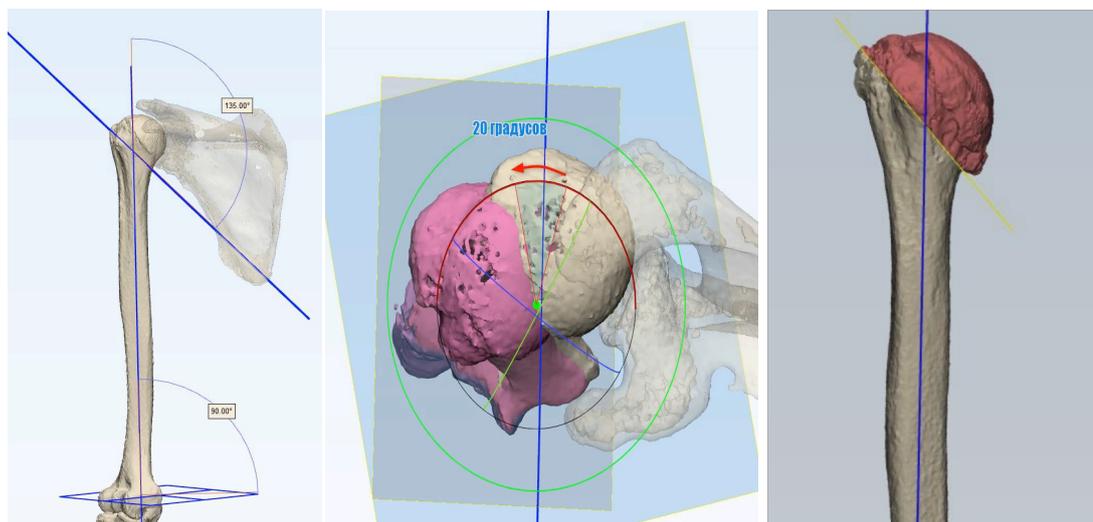


Рисунок 4.25 – 3D-модель плечевой кости пациента. Планирование плоскости резекции

На следующем этапе планировали расположение индивидуальных шаблонов-направителей, которые в дальнейшем напечатали на 3D-принтере, простерилизовали и передали в операционную (Рисунки 4.26 и 4.27).

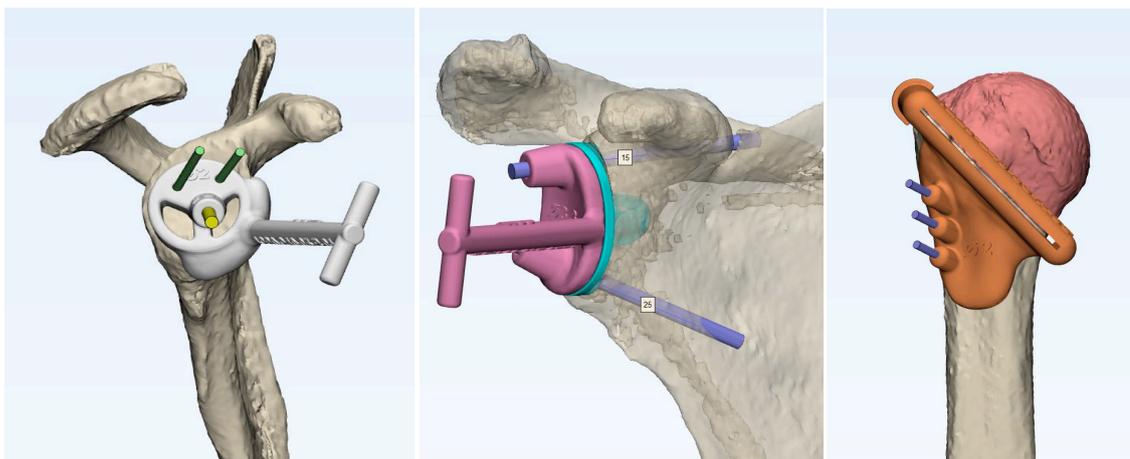


Рисунок 4.26 – 3D-модель лопатки и плечевой кости пациента. Планирование положения индивидуальных шаблонов-направителей



Рисунок 4.27 – Напечатанные персонализированные шаблоны-направители

Пациентке выполнили реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с персонализированными шаблонами-направителями по индивидуальному предоперационному планированию. Послеоперационное течение гладкое. Пациентка прошла курс реабилитации. Контрольный осмотр через 12 месяцев после операции. Выполнена контрольная Rg и МСКТ плечевого сустава. Положение компонентов удовлетворительное (Рисунок 4.28).

Боль в прооперированном суставе в покое пациентку не беспокоила, а при бытовой нагрузке максимально достигала 10 баллов по ВАШ. Амплитуда движений правой верхней конечности в плечевом суставе достигла отличных результатов – отведение 177° , переднее сгибание 175° , наружная ротация 45° (Рисунок 4.29).

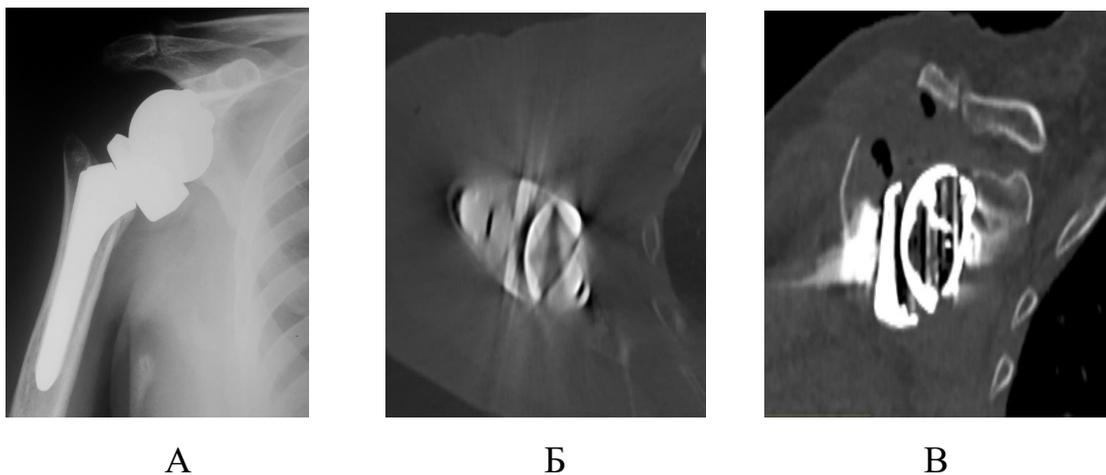


Рисунок 4.28 – Контрольные Rg (А) и МСКТ (Б, В) через 12 месяцев с момента операции

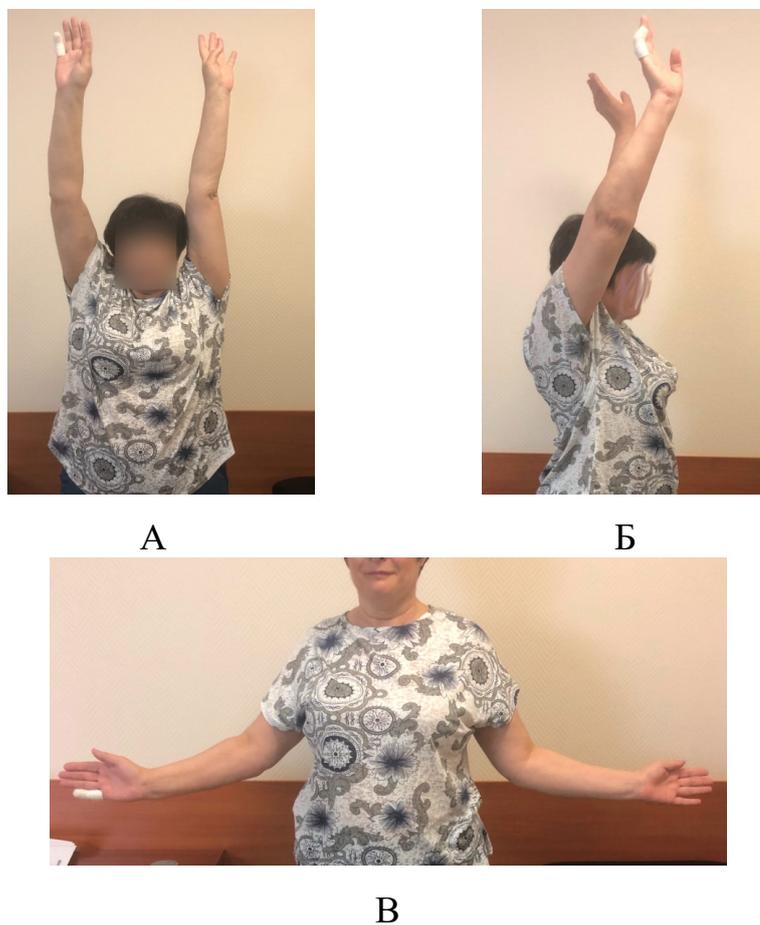


Рисунок 4.29 – Амплитуда движений в плечевом суставе через 12 месяцев после операции

Функциональный результат по шкале Constant составил 88 баллов, по шкале UCLA – 32 балла (отличный результат). Пациентка оценила результат лечения как отличный (3 балла по ШВО).

ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ

В нашем исследовании произведено сопоставление результатов основной и контрольной групп по следующим критериям: время операции, данные лучевой диагностики, болевой синдром, функциональный результат, а также удовлетворенность пациентов.

Время операции. При проведении сравнительного анализа общего времени операции между двумя группами учитывалось время от начала хирургического доступа до ушивания раны. Время проведения анестезии не учитывали.

При стандартной установке компонентов эндопротеза время операции в среднем составило $119 \pm 3,2$ минут, а в основной группе пациентов данный показатель был выше на 3 минуты и равен $122,4 \pm 2,6$ минут (Рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 – Оценка времени операции

Разница во времени оперативного вмешательства в группах обусловлена тем, что в основной группе этап обработки костей от мягких тканей под индивидуальные шаблоны-направители занимает больше времени, чем при классической операции.

Послеоперационный КТ-контроль. Для определения точности установки эндопротеза был проведен сравнительный анализ результатов предоперационного

планирования и фактического положения компонентов по данным КТ основной группы с пациентами из группы сравнения.

Инклинация (угол) гленоидного компонента. Во время предоперационного планирования в обеих группах угол инклинации имел положительное значение. Большому количеству пациентов был запланирован угол в размере 5° ($p < 0,001$). Инклинация в размере 1° не была запланирована. В основной группе пациентов планирование угла было от 0 до 10° . В группе сравнения углы планировались от 0 до 14° . Распределение пациентов по планированию угла инклинации представлено на Рисунке 5.2.



Рисунок 5.2 – Распределение пациентов по планированию угла инклинации

При анализе КТ данных угла инклинации фактического положения компонентов у 4-х пациентов в группе сравнения выявлены отрицательные значения (от -3° до -5°). Наибольшее число пациентов имело фактическую инклинацию в размере 3° . В основной группе пациентов фактический угол был от 0 до 10° , а в группе сравнения – от «-» 5° до 11° ($p < 0,001$). Распределение пациентов по фактическому углу инклинации представлено на Рисунке 5.3.



Рисунок 5.3 – Распределение пациентов по фактическому углу инклинации

Фактическое отклонение от запланированного угла инклинации у каждого пациента было сопоставлено между двумя группами. В основной группе пациентов данный показатель в среднем составил $1,56 \pm 0,32^\circ$, а в группе сравнения $4,54 \pm 0,49^\circ$. Разница между группами в среднем составила $2,98^\circ$ ($p < 0,026$). Распределение пациентов по углу отклонения инклинации представлено на Рисунке 5.4.



Рисунок 5.4 – Распределение пациентов по разнице угла инклинации

Угол версии гленоидного компонента. При проведении предоперационного планирования угол версии в группах составлял от «-» 7 до 8°. В основной группе угол версии был запланирован от «-» 5 до 5°. Наиболее часто планировался угол антерверсии в 3° в обеих группах. Распределение пациентов по фактическому углу версии представлено на Рисунке 5.5.



Рисунок 5.5 – Распределение пациентов по планированию угла версии гленоидного компонента

В результатах фактического положения угол версии находился в диапазоне от «-» 12 до 12°. В основной группе данный угол находился в диапазоне от «-» 9 до 9°. Распределение пациентов по фактическому углу версии представлено на Рисунке 5.6.



Рисунок 5.6 – Распределение пациентов по фактическому углу версии гленоидного компонента

При сравнении отклонения угла версии меньшая разница в 0 градусов отмечается у 15 (60%) пациентов основной группы и у 8 (16%) пациентов группы сравнения. В среднем данный показатель составляет $1,2 \pm 0,3^\circ$ в основной группе пациентов и $2,3 \pm 0,2^\circ$ в группе сравнения. Разница среднего показателя в группах составляет $1,1^\circ$ ($p=0,002$). Распределение пациентов по разнице угла версии представлено на Рисунке 5.7.

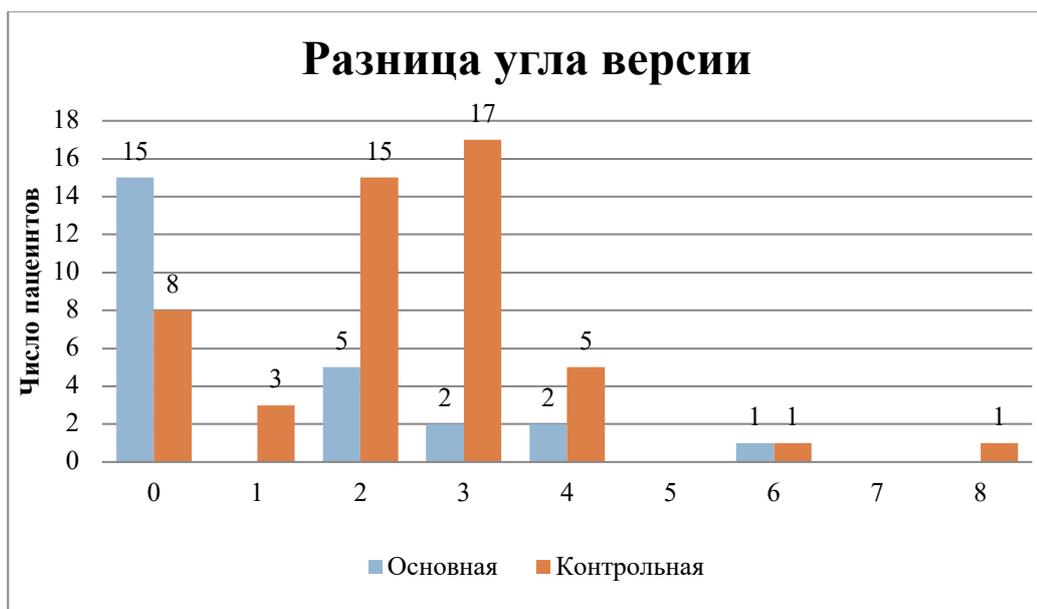


Рисунок 5.7 – Распределение всех пациентов по отклонению угла версии

Глубина посадки винтов, фиксирующих метаглен. При сравнительном анализе разницы запланированной глубины посадки фиксирующих винтов от фактической между группами получены следующие данные: величина разницы у первого винта составила 2,9 мм больше у группы сравнения, а у второго разница была в 2,7 мм также в группе сравнения. В процентном соотношении точность установки первого винта у основной группы была выше на 14,9 % ($p=0,042$) и 12,9% у второго винта ($p=0,038$). Распределение пациентов по разнице глубины посадки винтов представлены на Рисунках 5.8 и 5.9.

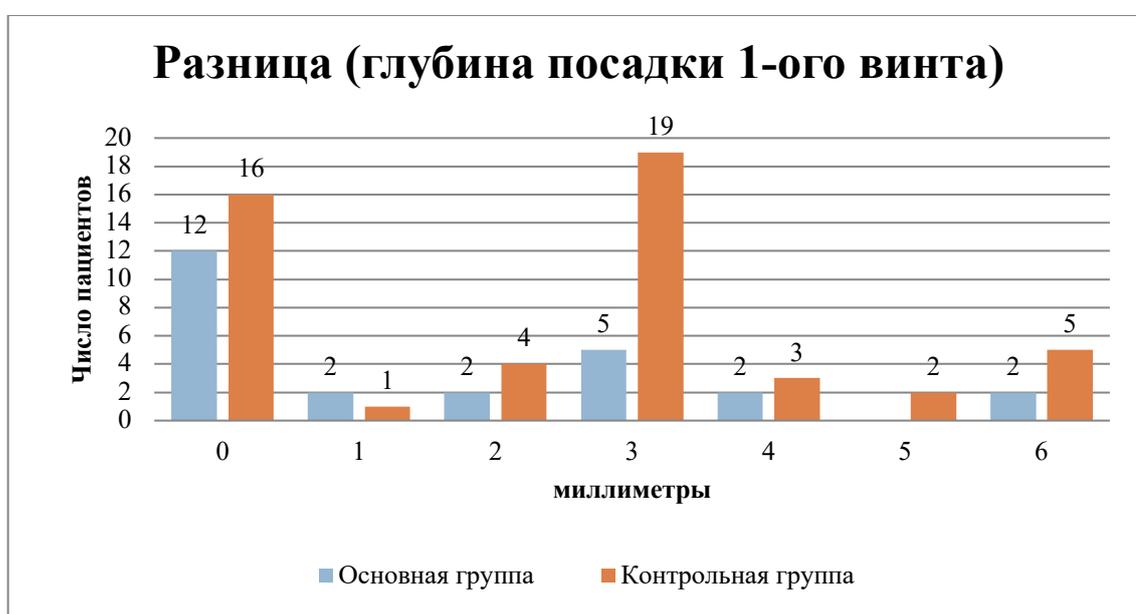


Рисунок 5.8 – Распределение всех пациентов по отклонению глубины посадки первого винта



Рисунок 5.9 – Распределение всех пациентов по отклонению глубины посадки второго винта

Угол опиления плечевой кости. Сравнение групп по углу опиления плечевой кости: лучшие результаты выявлены в основной группе (в среднем $2,56^\circ$), а разница среднего показателя между группами составила $2,6^\circ$ ($p=0,009$). Распределение пациентов обеих групп по разнице опиления плечевой кости представлена на Рисунке 5.10.



Рисунок 5.10 – Распределение всех пациентов по отклонению угла резекции плечевой кости

Угол версии плечевого компонента. Оценивая отклонение фактического угла версии плечевой кости с планируемым между группами, не было выявлено существенного расхождения. Разница среднего показателя отклонения составила $0,8^\circ$ ($p=0,028$).

Степень остеолита вокруг имплантата. Проведя сравнительный анализ данных КТ по степени разряжения костной ткани вокруг имплантата спустя год после операции, можно сделать вывод, что в основной группе пациентов (3 случая – 12%) результат был лучше в 2 раза по сравнению с контрольной группой (12 случаев – 24%).

Болевой синдром. Проведя анализ полученных данных по болевому синдрому, можно сделать вывод, что болевой синдром по шкале ВАШ перед операцией и после в разные сроки в обеих группах не имеет и клинических значимых различий. Динамика болевого синдрома представлена на Рисунке 5.11.

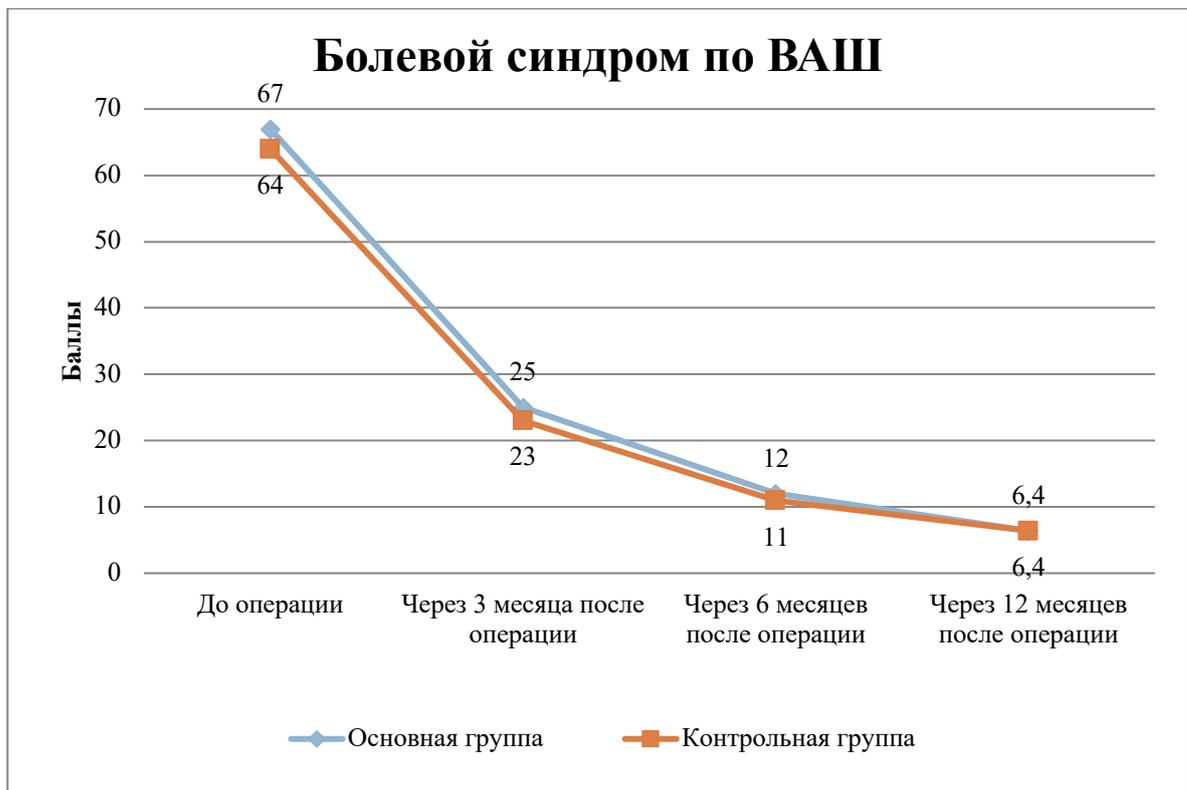


Рисунок 5.11 – Динамика болевого синдрома по ВАШ (в баллах)

Амплитуда движений. Анализируя функцию плечевого сустава между группами, были выявлены статистически значимые различия в углах отведения и сгибания в разные послеоперационные сроки.

В основной группе на всех послеоперационных сроках измерения отведение в среднем было выше на $10,6^\circ$ ($p=0,021$), а сгибание на $12,3^\circ$ ($p=0,018$). Однако при этом необходимо учитывать, что до операции разница средних показателей сгибания между группами составляла $8,3^\circ$ в пользу основной группы ($p=0,014$).

Через год с момента операции при измерении амплитуды движений в основной группе выявлены выше показатели, чем в контрольной: отведение больше на $9,3^\circ$ ($p=0,011$); сгибание на $11,4^\circ$ ($p=0,008$); наружная ротация на $4,4^\circ$ ($p=0,023$). Средние показатели разгибания между группами не имели статистически значимых отличий. Результаты измерения амплитуды движения в плечевом суставе представлены на Рисунках 5.12 – 5.14.

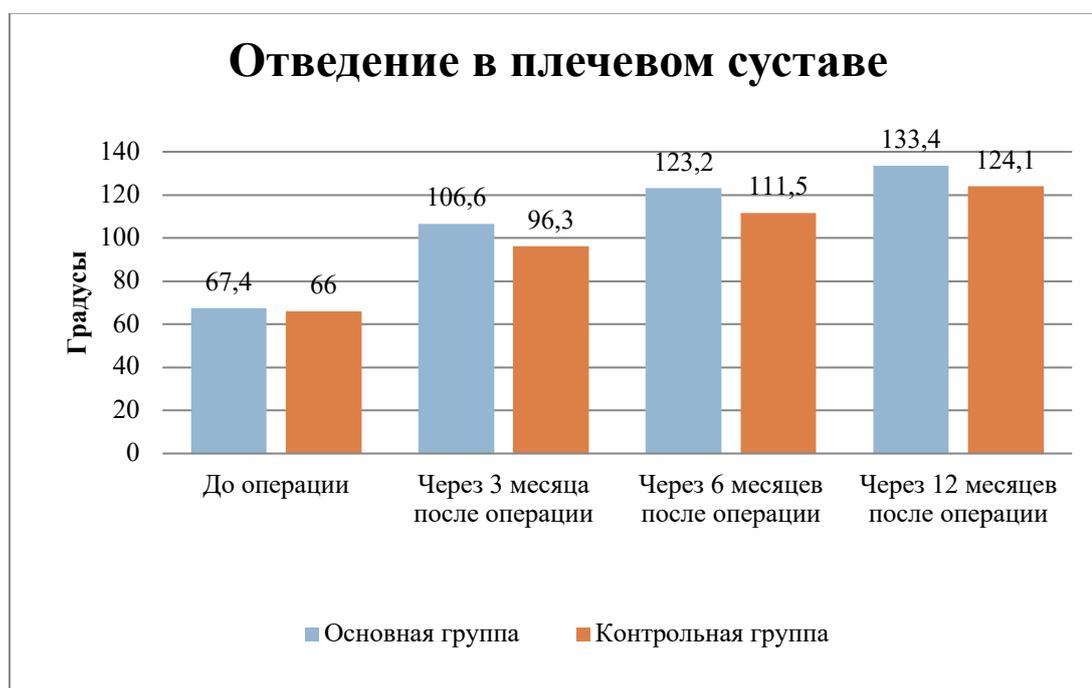


Рисунок 5.12 – Отведение в плечевом суставе до и после операции (в градусах)

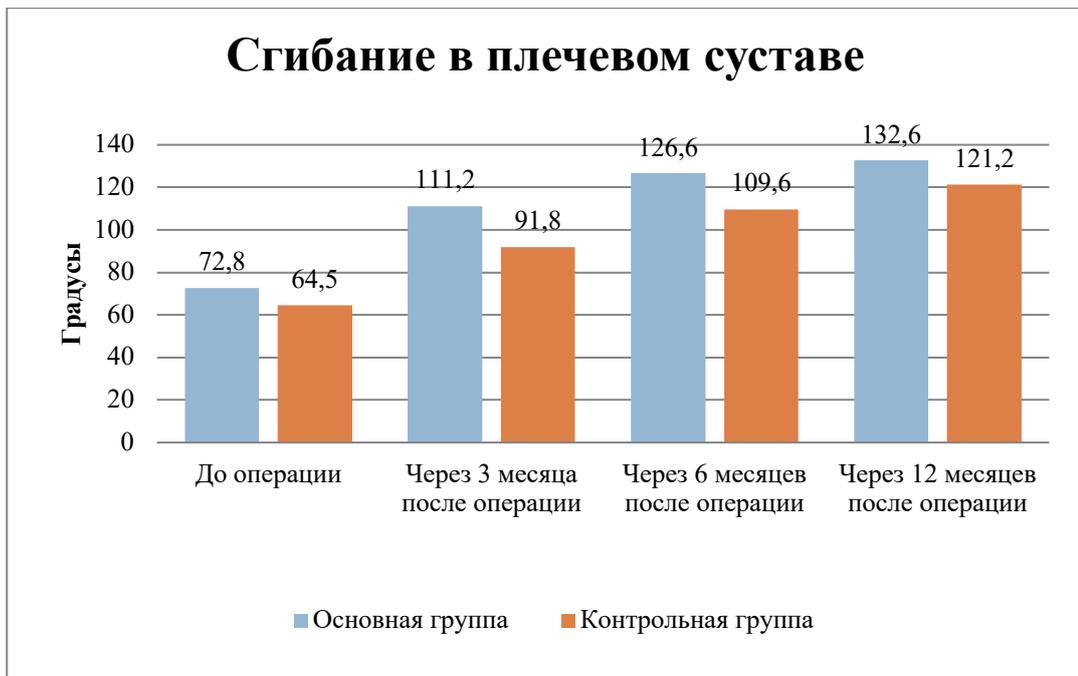


Рисунок 5.13 – Сгибание в плечевом суставе до и после операции (в градусах)

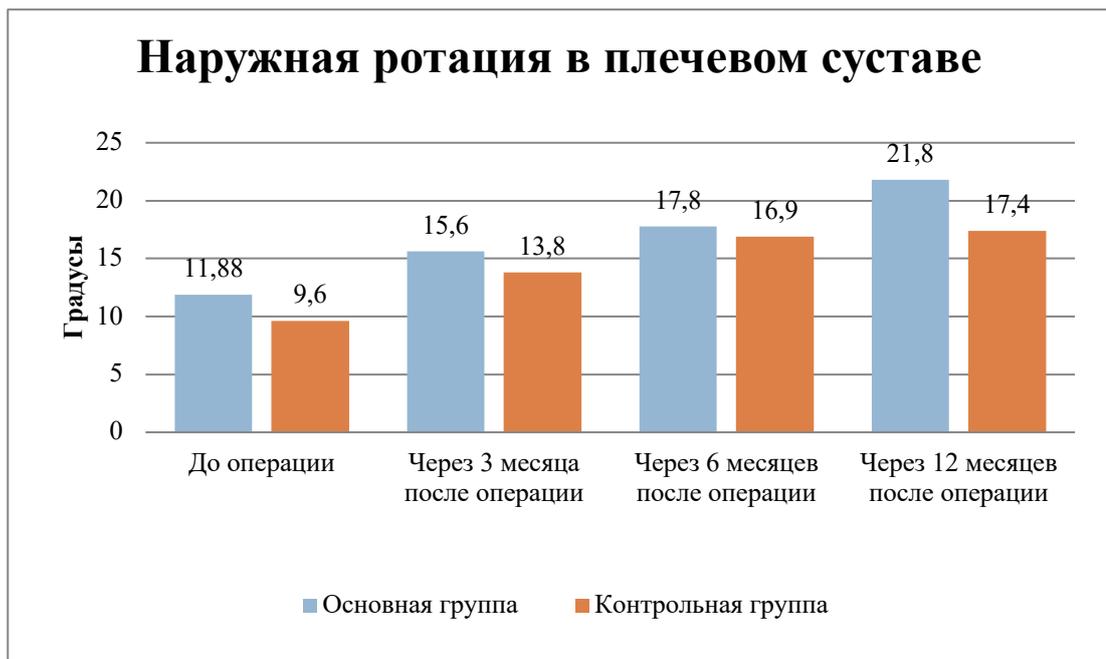


Рисунок 5.14 – Наружная ротация в плечевом суставе до и после операции (в градусах)

Наиболее выраженная разница динамики в группах при измерениях отведения была через 6 месяцев с момента операции и составила на $10,3^\circ$ больше в основной группе ($p=0,007$). Динамика сгибания в основной группе была выше через 3 месяца с момента операции на 3° ($p<0,013$). Также отмечена улучшенная

динамика в основной группе при анализе наружной ротации через 12 месяцев после операции, и разница между группами составила $4,6^\circ$ ($p=0,016$). В остальном динамика амплитуды движений не имела статистически значимых отличий. Результаты изменения динамики амплитуды движения в плечевом суставе представлены на Рисунках 5.15 – 5.17.

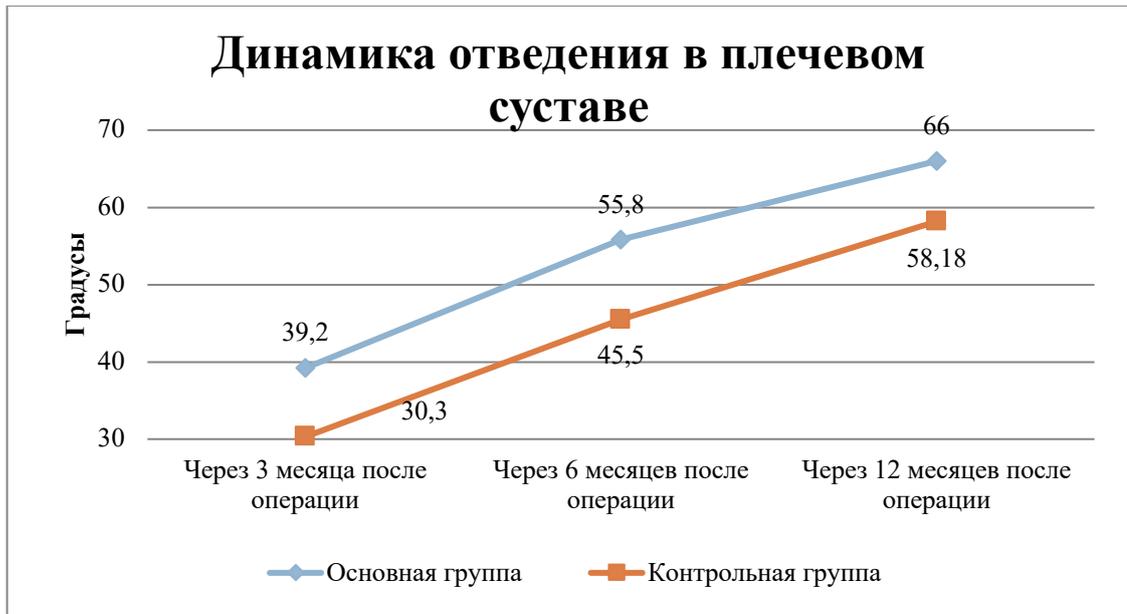


Рисунок 5.15 – Динамика отведения в плечевом суставе после операции (в градусах)

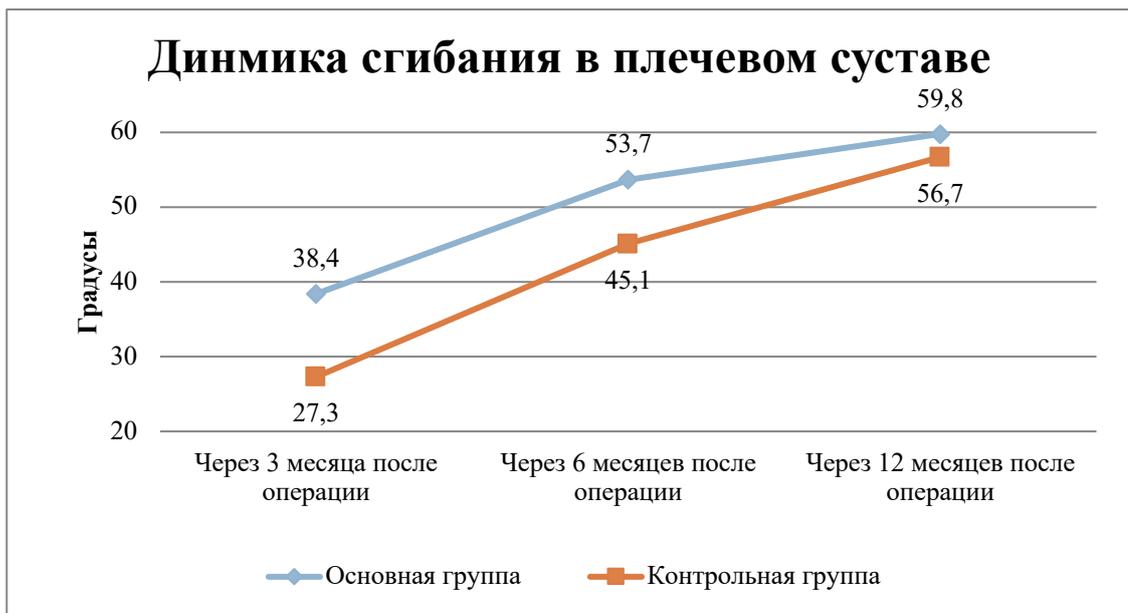


Рисунок 5.16 – Динамика сгибания в плечевом суставе после операции (в градусах)



Рисунок 5.17 – Динамика наружной ротации в плечевом суставе после операции (в градусах)

Шкалы-опросники. По шкале Constant-Murley через 3 месяца после операции получен удовлетворительный результат в обеих группах. Через 6 и 12 месяцев в обеих группах в среднем достигнут хороший результат. Разница показателей через 3 месяца составила 5,2 балла в пользу основной группы ($p < 0,001$). Далее динамика результатов в обеих группах была одинакова и в среднем составляла по 4 балла через 6 и 12 месяцев с момента операции – $p < 0,001$ (Рисунок 5.18).

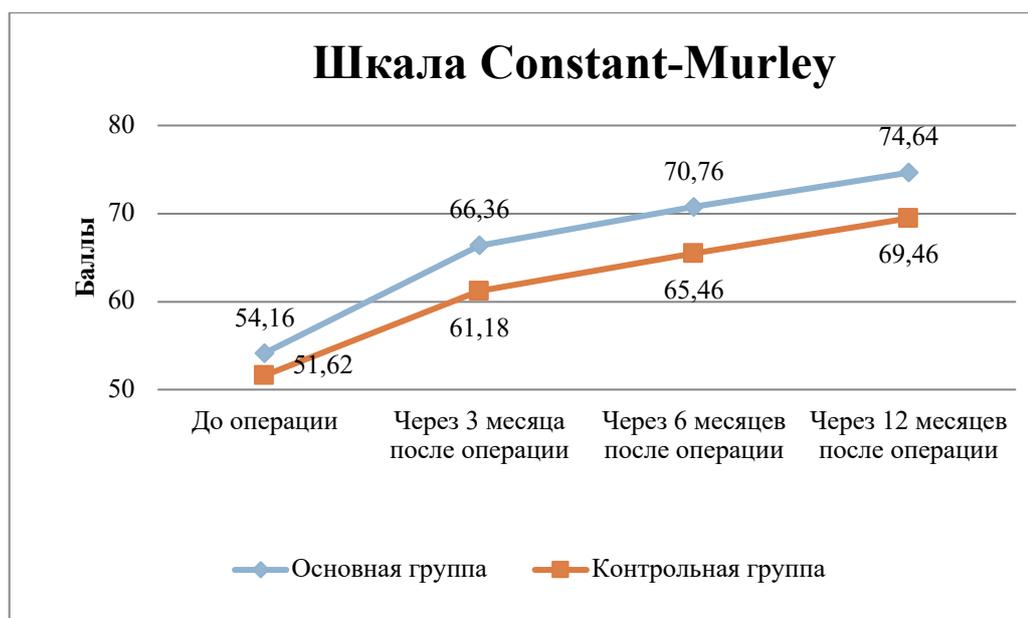


Рисунок 5.18 – Динамика показателей по шкале Constant-Murley (в баллах)

По шкале UCLA на сроке через 3 месяца с момента операции показатель в основной группе был выше на 2,9 балла, чем в контрольной. Далее динамика результатов в группе была одинакова и составляла в среднем 2 балла. На сроке через 12 месяцев с момента операции в основной группе в среднем достигнут хороший результат, а в контрольной группе пациентов – удовлетворительный, хотя разница в среднем была в 2 балла ($p < 0,001$). Динамика показателей по шкале UCLA представлена на Рисунке 5.19.

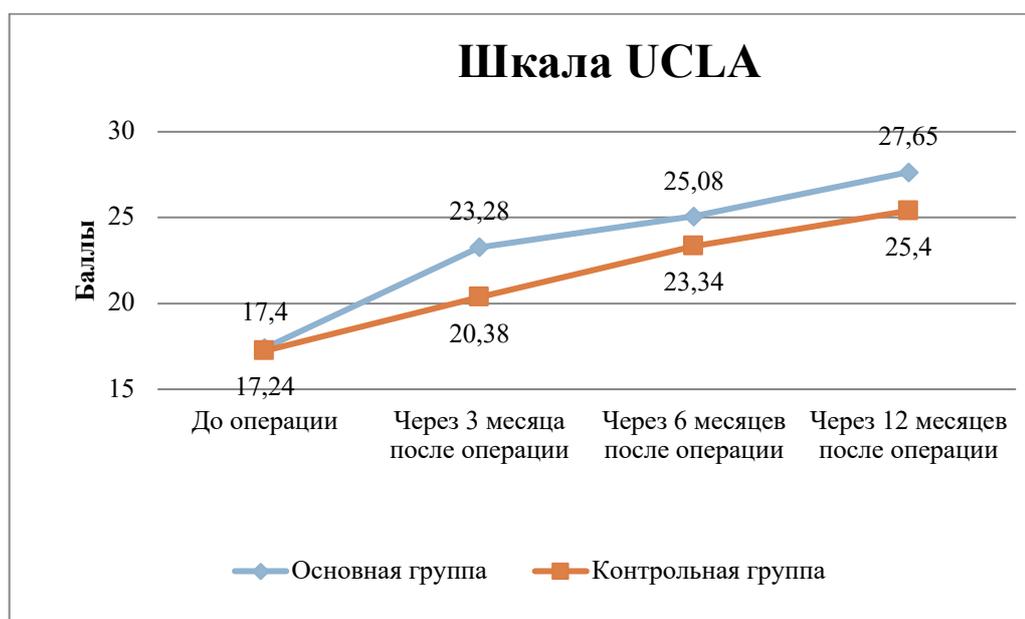


Рисунок 5.19 – Динамика показателей по шкале UCLA (в баллах)

Удовлетворенность пациентов. При оценке удовлетворенности пациентов по ШВО результаты в основной группе были лучше. Показатели как «отличный» и «хороший» (2 и 3 балла по ШВО) выявлены у 21 (84 %) пациента основной группы, что на 10% больше, чем в контрольной группе. Сравнительные результаты удовлетворенности пациентов по ШВО представлены на Рисунке 5.20.

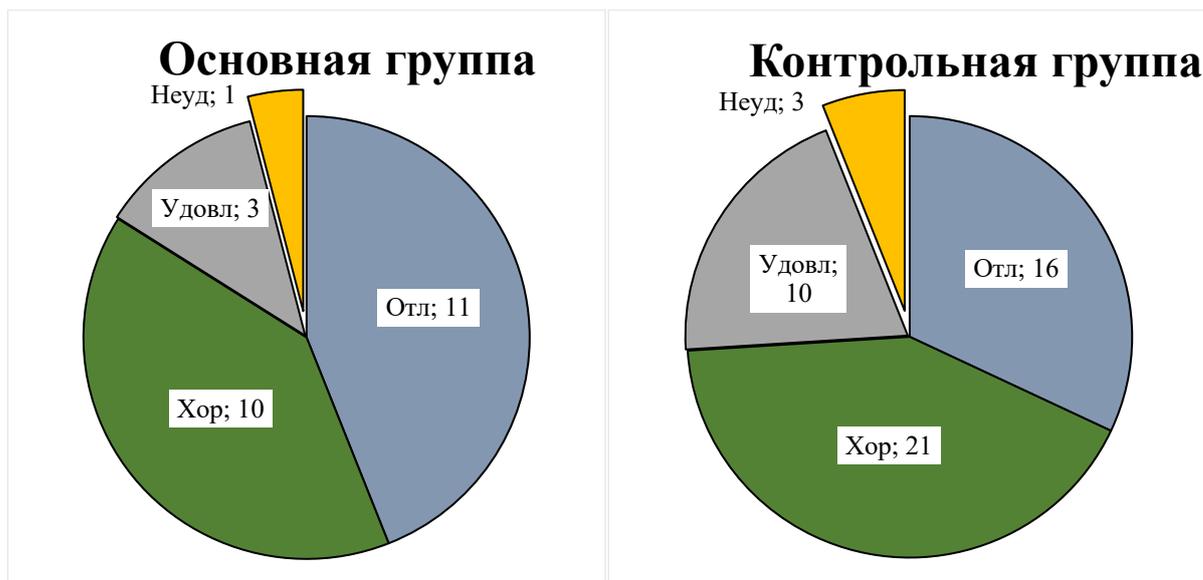


Рисунок 5.20 – Удовлетворенность пациентов по ШВО (в процентах)

Резюме. Результаты операции у пациентов основной группы по исследованным параметрам были лучше с аналогичными данными, полученными в контрольной группе, кроме времени операции и болевого синдрома.

В основной группе пациентов за счет удлинения некоторых этапов время операции увеличилось на 2,6%, в сравнении с контрольной группой. Однако в реальном времени это составило в среднем 3,5 минуты, что не является клинически значимой разницей.

Болевой синдром на всех сроках проведения исследования не имел статистических значимых различий между группами.

Сравнительный анализ послеоперационных данных МСКТ плечевого сустава выявил повышенную точность позиционирования компонентов и более качественное исполнение предоперационного планирования в основной группе пациентов, чем в группе сравнения. Наиболее выраженные и статистически значимые показатели были:

- разница угла инклинации между группами в среднем составила 2,98° ($p < 0,026$);
- точность установки первого винта у основной группы была выше на 14,9% ($p = 0,042$) и 12,9% у второго винта ($p = 0,038$).

По такому показателю как амплитуда движений в плечевом суставе получены выше результаты в основной группе, чем в контрольной. Наиболее выраженная и клинически существенная разница в разные периоды времени была выявлена в отведении, которое в основной группе было выше на $10,6^\circ$ ($p=0,021$), в сгибании – на $12,3^\circ$ ($p=0,018$), наружной ротации – на $4,6^\circ$ ($p=0,016$).

При балльной оценке функции конечности по различным шкалам в итоге также в основной группе показатели были лучше, чем в контрольной. По шкале Constant-Murley разница показателей составила 5,2 балла в пользу основной группы ($p<0,001$). А по шкале UCLA в основной группе в среднем достигнут хороший результат (27,6 баллов), а в контрольной группе пациентов – удовлетворительный (25,4 балла) ($p<0,001$).

В основной группе пациентов не было послеоперационных осложнений. В группе сравнения выявлены 3 (6%) осложнения. Причиной одного стало нарушение оперативной техники, а два других осложнения (интраоперационный перелом диафиза плечевой кости и вывих эндопротеза) были связаны с некорректным предоперационным планированием.

При оценке удовлетворенности пациентов по ШВО в основной группе показатели как «отличный» и «хороший» выявлены у 84% пациентов основной группы, так как в контрольной группе этот показатель был равен 74%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование проведено в период с 2017 по 2022 гг. В него включены пациенты, находившиеся на лечении в Университетской клинической больнице №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М.Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и ГБУЗ ГKB имени С.П. Боткина ДЗМ, являющихся клиническими базами кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Было проведено проспективное рандомизированное контролируемое исследование. В исследование были включены 75 пациентов с артрозом плечевого сустава, нуждающиеся в реверсивном эндопротезировании.

На первом этапе работы проводилась оценка 50 пациентов, соответствующих критериям включения, с патологией плечевого сустава, которым проводилось реверсивное эндопротезирование плечевого сустава по стандартной методике.

На втором этапе исследования выполнено усовершенствование метода предоперационного планирования при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава путем проведения компьютерного 3D-моделирования и создания персонализированных шаблонов-направителей.

Третий этап представлял собой внедрение разработанного нами метода в клиническую практику для лечения 25 пациентов, соответствующих критериям включения, с артрозом плечевого сустава и проведен сравнительный анализ результатов с группой сравнения (n=50).

В исследование были включены 75 пациентов возрастом от 41 до 85 лет (средний возраст $63,77 \pm 1,27$ года), из них 34 мужчины (45,33%) и 41 женщина (53,3%). Длительность анамнеза (сроки с момента появления болей и стойкого ограничения движений) у пациентов составила от 3 до 28 месяцев, в среднем $12,12 \pm 2$ месяца.

Коморбидный статус оценивали по классификации American Society of Anesthesiologists (ASA): ASA I встречалось в 32,0% случаев, ASA II в 52%, и ASA III – в 16% наблюдений.

Ведение пациентов обеих групп на этапах подготовки к операции и в послеоперационном периоде не отличалось.

Индивидуальное предоперационное обследование и планирование.

1. Выполняли МСКТ плечевого сустава с захватом диафиза плечевой кости и локтевого сустава за одну серию снимков.
2. Создание 3D-модели плечевого сустава пациента.
3. Подбор и позиционирование компонентов эндопротеза на виртуальной модели плечевого сустава пациента.
4. Проектирование и размещение 3D-модели индивидуальных шаблонов-направителей.
5. Печать двух направляющих шаблонов для гленоида и один резекционный шаблон под плечевую кость.

Операции с использованием персонализированных шаблонов-направителей.

После осуществления классического дельтопекторального доступа очень важно тщательно зачистить кость от мягких тканей для плотного прилегания индивидуального инструментария к кости. Затем на подготовленную плечевую кость накладывали персонализированный резекционный шаблон-направитель и фиксировали его спицами. После оценки угла резекции по индивидуальному резекционному шаблону осциллирующей пилой со стандартным пильным полотном производили резекцию плечевой кости. На этапе подготовки суставной поверхности гленоида производили тщательное иссечение мягких тканей и удаление остеофитов по периферии гленоида с целью обнажения его передненижнего края. Затем производили установку индивидуального шаблона-направителя для пилотной спицы (диаметром 3 мм), который дополнительно фиксировали к гленоиду при помощи спиц диаметром 2 мм. При помощи данного направителя производили введение пилотной спицы, по которой производилась установка метаглена. На гленоидное основание накладывался индивидуальный

шаблон для определения направления рассверливания под фиксирующие винты. Далее техника операции не отличалась от стандартной.

При анализе длительности операции в основной группе пациентов за счет удлинения некоторых этапов время операции было больше на 2,6%, в сравнении с контрольной группой. Однако в реальном времени это составило в среднем 3,5 минуты, что не является клинически значимой разницей.

В контрольной группе пациентов, в отличие от основной, этап планирования был меньшего объема, не было необходимости в создании виртуальных 3D-моделей и индивидуальных шаблонов-направителей. Однако интраоперационно нельзя гарантировать безупречное положение компонентов эндопротеза и точное воспроизведение предоперационного плана. На качество установки компонентов и опил плечевой кости могут повлиять множество факторов, включая некорректное расположение стандартного направителя или неточные действия хирурга во время операции. В отличие от группы пациентов, прооперированных по классической методике, индивидуальный инструментарий, используемый в основной группе, не позволит отклониться хирургу от предоперационного планирования, что снижает риск ошибки в позиционировании компонентов эндопротеза.

Так в основной группе пациентов отклонение фактического угла инклинации метаглена от запланированного составила $1,56 \pm 0,32^\circ$, что является допустимым, тогда как в контрольной группе данный показатель был $4,54 \pm 0,49^\circ$.

Послеоперационное положение фиксирующих метаглен винтов имело незначительный разброс в основной группе от запланированного и составило в среднем 4,9% у первого винта, а у второго 9,9%, тогда как в группе сравнения данный показатель в среднем составил 19,8%, а у второго 22,8% (разница в среднем составляет 13,9%, $p < 0,01$). Такая разница объясняется тем, что без индивидуального инструментария интраоперационно крайне сложно определить направление и глубину сверления под фиксирующие винты, и человеческий фактор в этом играет немаловажную роль. В дополнение неверная установка фиксирующих винтов может привести к повреждению надлопаточного нерва или мышц лопатки.

При сравнении угла опиала плечевой кости в основной группе отклонение от операционного плана составило 1,8% (2,56°), что является допустимым, тогда как в группе сравнения данный показатель достигал 3,7% (5,1°), что может повлиять на снижение объема ротации в плечевом суставе.

Учитывая данные послеоперационных КТ после 1 года с момента операции по наличию или отсутствию остеолита, то в основной группе данный показатель был выше в 2 раза (12% против 24%), что говорит о более высоком риске расшатывания и нестабильности компонентов в группе сравнения.

Через год с момента операции показатели амплитуды активных движений в оперированном плечевом суставе в основной группе были выше, чем в контрольной. Отведение больше на 9,3° ($p=0,011$); сгибание на 11,4° ($p=0,008$); наружная ротация на 4,4° ($p=0,023$). Средние показатели разгибания между группами через год не имели статистически значимых отличий.

По результатам данных по шкале Constant-Murley в пользу основной группы разница показателей через 3 месяца составила 5,2 балла ($p<0,001$), а по шкале UCLA 2,9 баллов ($p<0,001$). Далее динамика результатов в группах была схожа. Через 6 месяцев в обеих группах в среднем достигнут удовлетворительный результат. На сроке через 12 месяцев с момента операции в основной группе в среднем достигнут хороший результат, а в контрольной группе пациентов – удовлетворительный, хотя разница по шкале Constant-Murley составляла 5,1 балла, а по шкале UCLA 2,2 балла ($p<0,001$).

При оценке удовлетворенности пациентов по ШВО результат как «отличный» и «хороший» (2 и 3 балла по ШВО) выявлены у 74% пациентов контрольной группы, а в основной группе данный показатель был на 10% больше и составлял 84%.

Преимущества применения индивидуального предоперационного планирования при выполнении РЭПС заключаются в следующем:

- возможность виртуального тщательного предоперационного планирования на основе персонифицированных КТ-данных пациента;

- предоперационная оценка положения компонентов эндопротеза на виртуальной 3D-модели плечевого сустава пациента;
- точное позиционирование имплантата в соответствии с планом операции;
- снижение уровня влияния «человеческого фактора» на ход операции.

Таким образом, учитывая, что индивидуальное предоперационное планирование тотального реверсивного эндопротезирования плечевого сустава занимает до 2 часов на одного пациента, а после этого требуется время на печать индивидуальных шаблонов-направителей и их стерилизацию, сам пациент в это время находится на амбулаторном лечении и поступает только непосредственно перед операцией. Проведение первичного реверсивного эндопротезирования плечевого сустава имеет ряд преимуществ, важнейшим из которых является позиционирование компонентов на виртуальной 3D-модели и точная установка имплантата в соответствии с планом операции, при этом снижая уровень влияния «человеческого фактора». Кроме того, проведенное нами исследование показало, что использование индивидуального предоперационного планирования с применением персонализированных шаблонов-направителей по сравнению с традиционными методами планирования и хирургическими техниками позволяет увеличить амплитуду активных движений в оперированном суставе и повысить оценку комфортности лечения самим пациентом.

Будущее индивидуального предоперационного планирования, как нам кажется, заключается в применении данной методики именно в сложных случаях первичного или ревизионного эндопротезирования, где для замещения дефекта требуется индивидуальный 3D-имплантат, точную установку которого гарантированно можно осуществить только при помощи персонализированного инструментария.

ВЫВОДЫ

1. Традиционное предоперационное планирование и техника операции реверсивного эндопротезирования плечевого сустава не позволяют произвести виртуальное позиционирование компонентов эндопротеза сразу во всех плоскостях и точно их установить, что влечет за собой значимую разницу между запланированными и достигнутыми параметрами угла инклинации (4,5%), версии гленоидного компонента (2,3%), положения фиксирующих винтов (20,5%), а также могут привести к нестабильности и вывихам эндопротеза (6% случаев).
2. Применение разработанного алгоритма предоперационного планирования с использованием персонализированных шаблонов-направителей позволило повысить точность положения компонентов реверсивного эндопротеза плечевого сустава на 15%, а именно, улучшить положение гленоидного компонента на 19,3% и фиксирующих винтов на 13,9%.
3. Применение созданной системы предоперационного планирования и модифицированной операционной техники при установке реверсивного эндопротеза плечевого сустава, по сравнению с традиционной методикой, позволили увеличить амплитуду сгибания в оперированном суставе на 14,6%, наружную ротацию на 6,3% и отведение на 5,2%, а также добиться улучшения функции по шкалам Constant-Murley на 5,1 балла и UCLA на 2 балла, что соответствует достижению хороших значений.
4. Клиническое внедрение разработанной системы лечения позволило избежать осложнений, связанных с некорректным положением компонентов, а также получить хорошие и отличные результаты у 84% пациентов (у контрольной группы – 74%).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для корректного проведения предоперационного планирования при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава необходимо включать МСКТ плечевого сустава с захватом плеча и локтевого сустава. Данное обследование позволяет учесть индивидуальные анатомические особенности каждого пациента, точно распланировать положение компонентов эндопротеза.
2. Применение индивидуального инструментария для каждого пациента увеличивает точность установки компонентов эндопротеза и повышает эффективность проводимой операции.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

КТ – компьютерная томография

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

РЭПС – реверсивное эндопротезирование плечевого сустава

УКБ – университетская клиническая больница

ШВО – шкала вербальной оценки

ASA (American Society of Anesthesiologists) – шкала оценки физиологического статуса по классификации Американского общества анестезиологов

DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine

UCLA (University of California Los Angeles shoulder rating scale) – шкала оценки плеча Калифорнийского университета (Лос Анджелес)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптация основных опросников, применяемых для оценки состояния и функции плечевого сустава при боли в суставе различной этиологии / М.М. Липина, А.В. Лычагин, С.В. Архипов [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2018. – № 4 (34). – С. 44–50.
2. Алексеева, О.С. Эндопротезирование плечевого сустава при переломах проксимального отдела плечевой кости у пациентов пожилого возраста: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Алексеева Ольга Сергеевна; ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов». – Москва, 2017. – 133 с.
3. Архипов, С.В. Посттравматическая нестабильность, заболевание ротаторной манжеты плечевого сустава у спортсменов и лиц физического труда (Патогенез. Современные методы диагностики и лечения): автореф. дис. ... док. мед. наук: 14.00.22 – Травматология и ортопедия / Архипов Сергей Владимирович; Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии. – Москва, 1998. – 48 с.
4. Архипов, С.В. Плечо: современные хирургические технологии: атлас / С.В. Архипов, Г.М. Кавалерский. – Москва, Медицина, 2009. – 191 с. – ISBN: 978-5-225-03455-9. – Текст: непосредственный.
5. Виды осложнений при тотальном эндопротезировании плечевого сустава / Н.А. Шестерня, С.В. Иванников, Т.А. Жарова, Н.А. Сухарев // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2018. – № 3 (33). – С. 53–56.
6. Выбор оптимального метода хирургического лечения сложных переломов и переломовывихов проксимального отдела плечевой кости / Н.В. Загородний, С.Е. Федоров, М.Д. Абакиров [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2018. – Т. 22. – № 2. – С. 159–164.
7. Гаркави, Д.А. Артроскопия в диагностике и лечении посттравматических структурно-функциональных нарушений плечевого сустава: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Гаркави Дмитрий Андреевич; ФГБОУ

ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России. – Москва, 2017. – 174 с.

8. Гаркави, А.В. Травматология и ортопедия / А.В. Гаркави, А.В. Лычагин; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет). – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 894 с. – ISBN 978-5-9704-6603-2. – Текст: непосредственный.

9. Горохов, В.Ю. Эндопротезирование плечевого сустава / В.Ю. Горохов, А.К. Орлецкий // Скорая медицинская помощь. – 2003. – № 1. – С. 63.

10. Горохов, В.Ю. Эндопротезирование плечевого сустава: особенности анатомии, биомеханики и оперативной техники / В.Ю. Горохов, С.П. Миронов, А.К. Орлецкий // Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти Лауреата Государственной премии СССР, Заслуженного изобретателя РСФСР, профессора К.М. Сиваша. – Москва, 2005. – С. 104–105.

11. Григорьев, А.В. Хирургическое лечение переломов проксимального отдела плечевой кости: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Григорьев Алексей Владимирович; ФГБОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Минздрава России. – Москва, 2019. – 155 с.

12. Григорьев, И.В. Артроскопическое лечение повреждений акромиально-ключичного сочленения: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Григорьев Игорь Владимирович; ФГАОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Минздрава России. – Москва, 2021. – 129 с.

13. Диагностика и методы решения снижения минеральной плотности костной ткани и деформаций суставной впадины лопатки при реверсивной артропластике плечевого сустава / Г.А. Кесян, Г.С. Карапетян, А.А. Шуйский [и др.] // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2022. – Т. 7. – № 1. – С. 154–160.

14. Длясин, Н.Г. Результаты тотального эндопротезирования плечевого сустава реверсивной конструкцией Delta Xtend™ / Н.Г. Длясин // Травматология и ортопедия России. – 2011. – № 4 (62). – С. 105–107.
15. Доколин, С.Ю. Хирургическое лечение пациентов с артропатией плечевого сустава вследствие массивных разрывов вращательной манжеты: дис. ... док. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Доколин Сергей Юрьевич; ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2020. – 290 с.
16. Елизаров, М.П. Первичное тотальное эндопротезирование коленного сустава с применением активной роботической системы: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Елизаров Михаил Павлович; ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2022. – 218 с.
17. Капанджи, А.И. Физиология суставов: [в 3 томах]. Т. 1: Верхняя конечность: схемы биомеханики человека с комментариями : кисть, запястье, локоть, плечо, пронация-супинация / А.И. Капанджи; [перевод с английского Абелева Г.М. и др.]. – 7-е изд. – Москва: Эксмо, 2020. – 371 с. – ISBN 978-5-04-113738-0. – Текст: непосредственный.
18. Карапетян, Г.С. Особенности реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при ортопедической патологии гленоида (обзор литературы) / Г.С. Карапетян, А.А. Шуйский // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2022. – Т. 7. – № 5–2. – С. 207–221.
19. Кошелев, П.О. Лучевая диагностика при эндопротезировании плечевого сустава (обзор литературы) / П.О. Кошелев, Е.А. Егорова // Радиология — практика. – 2022. – № 6 (96). – С. 33–46.
20. Кузьмина, В.И. Артроскопическое лечение больных с полнослойными разрывами вращательной манжеты плечевого сустава: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Кузьмина Владислава Игоревна; ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и

ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2015. – 156 с.

21. Майков, С.В. Эволюция эндопротезирования плечевого сустава / С.В. Майков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 84–90.

22. Макаров, М.А. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава при ревматоидном артрите: среднесрочные результаты у 37 пациентов / М.А. Макаров, А.А. Роскидайло, М.В. Пантелеев // Современная ревматология. – 2018. – Т. 12. – № 3. – С. 89–93.

23. Макаров, М.А. Сравнение хирургических доступов при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава / М.А. Макаров, А.А. Роскидайло, М.В. Пантелеев // Политравма. – 2019. – № 1. – С. 42–46.

24. Маркин, В.А. Оперативное лечение переломов проксимального метаэпифиза плечевой кости дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 – Травматология и ортопедия / Маркин Вячеслав Анатольевич; ГОУ ВПО «Российский университет дружбы народов». – Москва, 2008. – 138 с.

25. Мурсалов, Н.К. Наш опыт реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при четырехфрагментарных переломах проксимального отдела плеча / Н.К. Мурсалов, А.Л. Кулчаров, Н. Манап // Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan. – 2021. – № 1 (56). – С. 58–61.

26. Найманн, А.И. Оперативное лечение переломов плато большеберцовой кости: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Найманн Андрей Игоревич; ГБОУ ВПО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздравсоцразвития России. – Москва, 2011. – 171 с.

27. Ненашев, Д.В. Применение алгоритма выбора хирургической тактики при эндопротезировании плечевого сустава / Д.В. Ненашев, С.В. Майков // Профилактическая и клиническая медицина. – 2011. – № 3. – С. 413–415.

28. Оптимизация предоперационного планирования и интероперационной навигации при эндопротезировании плечевого сустава / А.Б. Слободской, В.М. Прохоренко, И.С. Бадак [и др.] // Бюллетень Восточно-Сибирского научного

центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2016. – Т. 1. – № 1 (107). – С. 30–34.

29. Опыт эндопротезирования плечевого сустава различными имплантатами / В. Мурылев, П. Елизаров, А. Лычагин [и др.] // Врач. – 2016. – № 1. – С. 61–66.

30. Осложнения в раннем послеоперационном периоде после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава / А.В. Лычагин, Г.А. Кесян, Е.Б. Калинин, Н.А. Сухарев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С. 10–14.

31. Павлов, Д.В. Удлиняющая пластика подлопаточной мышцы и ее результаты при реверсивной артропластике плечевого сустава / Д.В. Павлов, С.Б. Королев, Р.В.О. Алыев // Гений ортопедии. – 2017. – Т. 23. – № 4. – С. 411–416.

32. Павлов, Д.В. Сложные случаи эндопротезирования плечевого сустава / Д.В. Павлов, Р.В.О. Алыев, В.Н. Митрофанов // Достижения российской травматологии и ортопедии. Материалы XI Всероссийского съезда травматологов-ортопедов: в 3 т. – Санкт-Петербург, 2018. – Т. 3. – С. 179–182.

33. Пантелеев, М.В. Особенности поражения плечевого сустава и варианты хирургического лечения у пациентов с ревматоидным артритом. Обзор литературы / М.В. Пантелеев, М.А. Макаров, А.А. Роскидайло // Научно-практическая ревматология. – 2019. – Т. 57. – № 6. – С. 699–703.

34. Патент на изобретение RU 2469670 С2, МПК А61F 2/40. Способ интраоперационной навигации при эндопротезировании плечевого сустава однополюсным эндопротезом эси: N 2011103663/14, заявл. 02.02.2011., опубли. 27.11.2012, бюл. № 22 / Слободской А.Б., Бадак И.С., Дунаев А.Г., Воронин И.В., Лежнев А.Г.

35. Первичное реверсивное эндопротезирование при билатеральном переломовывихе головок плечевых костей / С.Е. Федоров, Н.В. Загородний, М.Д. Абакиров [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2018. – Т. 22. – № 2. – С. 165–170.

36. Перетяка, А.П. Результаты применения реверсивного эндопротеза при первичном и ревизионном эндопротезировании плечевого сустава / А.П. Перетяка, С.В. Майков // Травматология и ортопедия России. – 2012. – № 4 (66). – С. 93–98.
37. Петросян, А.С. Тотальное эндопротезирование плечевого сустава реверсивной конструкцией в лечении переломов проксимального отдела плечевой кости / А.С. Петросян // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2017. – № 4. – С. 46–51.
38. Плечелопаточный болевой синдром: монография / С.П. Миронов, Е.Ш. Ломтатидзе, М.Б. Цыкунов, М.Ю. Соломин, С.В. Поцелуйко, Ф.Л. Лазко, В.Е. Ломтатидзе. – Волгоград : Издательство ВОЛГМУ, 2006. – 287 с. – ISBN: 5-9652-0008-0. – Текст: непосредственный.
39. Применение аддитивных технологий 3D-печати в нейрохирургии, вертебрологии, травматологии и ортопедии / А.В. Яриков, Р.О. Горбатов, А.А. Денисов [и др.] // Клиническая практика. – 2021. – Т. 12. – № 1. – С. 90–104.
40. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – Москва: МедиаСфера, 2002. – 312 с. – ISBN: 5-89084-013-4. – Текст: непосредственный.
41. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава в сложных клинических случаях / Г.А. Кесян, Р.З. Уразгильдеев, Г.С. Карапетян [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2019. – Т. 18. – № 4. – С. 111–120.
42. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава после оскольчатого перелома плечевой кости: клинический случай / А.В. Фролов, А.Н. Логвинов, М.Е. Бурцев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2022. – Т. 28. – № 3. – С. 74–82.
43. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с применением индивидуальных хирургических направителей (серия клинических случаев) / С.В. Майков, К.И. Хорак, С.С. Билык, М.Ю. Гончаров // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 6. – С. 207.

44. Реверсивное эндопротезирование с транспозицией широчайшей мышцы спины при последствиях травм плечевого сустава / Н.Н. Чирков, Н.С. Николаев, А.В. Каминский, О.В. Спиридонова // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26. – № 3. – С. 25–33.
45. Роль индивидуального предоперационного планирования в качестве жизни пациентов при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава / А.В. Лычагин, Н.А. Сухарев, Я.А. Рукин, В.Ю. Мурылев, М.М. Липина, Е.Б. Калинин, Б.М. Калинин, В.Ф. Найданов // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2022. – № 1 (47). – С. 23–30.
46. Сапин, М.Р. Атлас анатомии человека: учебное пособие для студентов медицинских вузов: в 3-х томах. Т. 1: Учение о костях, соединениях костей и мышцах / М.Р. Сапин. – Москва : Медицина, 2007. – 294 с. – ISBN 5-225-03952-9. – Текст: непосредственный.
47. Симонян, А.Г. Оперативное лечение травматических вывихов плеча в остром периоде: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Симонян Айк Гарникович; ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2017. – 165 с.
48. Слободской, А.Б. Эндопротезирование плечевого сустава / А.Б. Слободской, И.С. Бадак // Гений ортопедии. – 2011. – № 4. – С. 71–76.
49. Соколов, С.В. Предоперационная подготовка пациентов с анемией при эндопротезировании плечевого сустава / С.В. Соколов, В.А. Глущенко // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2021. – Т. 18. – № 3. – С. 53–57.
50. Состояние проблемы эндопротезирования плечевого сустава / В.А. Неверов, А.И. Кишка, С.Х. Курбанов, А.В. Климов // VI съезд травматологов и ортопедов России: тезисы докладов. – Нижний Новгород, 1997. – С. 584.
51. Среднесрочные результаты реверсивного эндопротезирования у пациентов с артропатией плеча после массивного разрыва вращательной манжеты / С.Ю. Доколин, А.П. Варфоломеев, В.И. Кузьмина [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24. – № 2. – С. 7–18.

52. Сухин, Ю.В. Соотношение объема некроза и регенерации в зависимости от сроков и характера переломовывихов головки плечевой кости / Ю.В. Сухин // Травма. – 2003. – Т. 4. – № 1. – С. 36–41.
53. Тамазян, В.О. Лечение пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Тамазян Вардан Олегович; ФГБОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Минздрава России. – Москва, 2019. – 142 с.
54. Травматология и ортопедия: руководство для врачей в 4 томах / [Г. Е. Афиногенов и др.]; под общ. ред. Н.В. Корнилова. – Санкт-Петербург: Гиппократ, 2004. – 765 с. – ISBN 5-8232-0240-7. – Текст: непосредственный.
55. Функциональные результаты при хирургическом лечении опухолевого поражения проксимального отдела плечевой кости с эндопротезированием / Д.О. Елхов, Д.А. Ерин, А.В. Бухаров [и др.] // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. – 2022. – Т. 14. – № 3. – С. 20–25.
56. Цыгин, Н.А. Эндопротезирование крупных суставов у пациентов с хроническим гемодиализом: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 – Травматология и ортопедия / Цыгин Николай Алексеевич; ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2020. – 121 с.
57. Череповский, А.В. Эндопротезирование плечевого сустава при проксимальных переломах плеча: возможности и трудности / А.В. Череповский, А.А. Одинцов // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2022. – № 2 (88). – С. 15–18.
58. Чирков, Н.Н. Способы профилактики неудовлетворительных результатов и осложнений при эндопротезировании плечевого сустава / Н.Н. Чирков, Н.С. Николаев, А.В. Каминский // Гений ортопедии. – 2019. – Т. 25. – № 3. – С. 312–317.
59. Эндопротезирование плечевого сустава / В.А. Неверов, В.Н. Паршутто, А.И. Кишка, В.М. Полков // VI съезд травматологов и ортопедов России: тезисы докладов. – Нижний Новгород, 1997. – С. 585.

60. A comparison of concentric and eccentric glenospheres in reverse shoulder arthroplasty: a randomized controlled trial / P.C. Poon, J. Chou, S.W. Young, T. Astley // *J Bone Joint Surg Am.* – 2014. – Vol. 96. – № 16. – P. e138.
61. A comparison of pain, strength, range of motion, and functional outcomes after hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in patients with osteoarthritis of the shoulder: a systematic review and meta-analysis / D. Bryant, R. Litchfield, M. Sandow [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2005. – Vol. 87. – № 9. – P. 1947–1956.
62. A history of the reverse shoulder prosthesis / D.A. Katz, G. O’Toole, L. Cogswell [et al.] // *Int J Shoulder Surg.* – 2007. – Vol. 1. – № 10. – P. 108–113.
63. A Total Shoulder Endo-Prosthesis / B. Reeves, B. Jobbins, D. Dowson, V. Wright // *Eng Med.* – 1974. – Vol. 1. – № 3. – P. 64–67.
64. Accuracy of 3-Dimensional Planning, Implant Templating, and Patient-Specific Instrumentation in Anatomic Total Shoulder Arthroplasty / J.P. Iannotti, K. Walker, E. Rodriguez [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2019. – Vol. 101. – № 5. – P. 446–457.
65. Accuracy of patient-specific guided glenoid baseplate positioning for reverse shoulder arthroplasty / J.C. Levy, N.G. Everding, M.A. Frankle, L.J. Keppler // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2014. – Vol. 23. – № 10. – P. 1563–1567.
66. Accuracy of patient-specific instrumentation in anatomic and reverse total shoulder arthroplasty / R.J. Dallalana, R.A. McMahon, B. East, L. Geraghty // *Int J Shoulder Surg.* – 2016. – Vol. 10. – № 2. – P. 59–66.
67. Aetiology and prevention of injuries in elite young athletes / N. Maffulli, U.G. Longo, F. Spiezia, V. Denaro // *Med Sport Sci.* – 2011. – № 56. – P. 187–200.
68. Amstutz, H.C. UCLA anatomic total shoulder arthroplasty / H.C. Amstutz, A.L. Sew Hoy, I.C. Clarke // *Clin Orthop Relat Res.* – 1981. – № 155. – P. 7–20.
69. Analysis of glenoid fixation for a reversed anatomy fixed-fulcrum shoulder replacement / S.P. Ahir, P.S. Walker, C.J. Squire-Taylor [et al.] // *J Biomech.* – 2004. – Vol. 37. – № 11. – P. 1699–1708.
70. Arntz, C.T. Prosthetic replacement of the shoulder for the treatment of defects in the rotator cuff and the surface of the glenohumeral joint / C.T. Arntz, S. Jackins, F.A. Matsen 3rd // *J Bone Joint Surg Am.* – 1993. – Vol. 75. – № 4. – P. 485–491.

71. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry, 2019. <https://aoanjrr.sahmri.com/documents/10180/668596/Hip%2C+Knee+%26+Shoulder+Arthroplasty/c287d2a3-22df-a3bb-37a2-91e6c00bfcf0> – Дата обращения: 10.07.2023. – Текст: электронный.
72. Basmajian, J.V. Factors preventing downward dislocation of the adducted shoulder joint. An electromyographic and morphological study / J.V. Basmajian, F.J. Bazant // *J Bone Joint Surg Am.* – 1959. – № 41-A. – P. 1182–1186.
73. Baulot, E. [Results of Grammont’s inverted prosthesis in omarthritis associated with major cuff destruction. Apropos of 16 cases] / E. Baulot, D. Chabernaud, P.M. Grammont // *Acta Orthop Belg.* – 1995. – Vol. 61. – Suppl. 1. – P. 112–119.
74. Bipolar shoulder arthroplasty for rotator cuff arthropathy / R.L. Worland, D.E. Jessup, J. Arrendondo, K.J. Warburton // *J Shoulder Elbow Surg.* – 1997. – Vol. 6. – № 6. – P. 512–515.
75. Blauth, W. [Notes on the history of arthroplasty (author’s transl)] / W. Blauth, K. Donner // *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* – 1979. – Vol. 117. – № 6. – P. 997–1006.
76. Boisrenoult, P. Cutibacterium acnes prosthetic joint infection: Diagnosis and treatment / P. Boisrenoult // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2018. – Vol. 104. – № 1S. – P. S19–S24.
77. Buck, F.M. Shoulder arthroplasty / F.M. Buck, B. Jost, J. Hodler // *Eur Radiol.* – 2008. – Vol. 18. – № 12. – P. 2937–2948.
78. Buechel, F.F. “Floating-socket” total shoulder replacement: anatomical, biomechanical, and surgical rationale / F.F. Buechel, M.J. Pappas, A.F. DePalma // *J Biomed Mater Res.* – 1978. – Vol. 12. – № 1. – P. 89–114.
79. Cazeneuve, J.F. The reverse shoulder prosthesis in the treatment of fractures of the proximal humerus in the elderly / J.F. Cazeneuve, D.J. Cristofari // *J Bone Joint Surg Br.* – 2010. – Vol. 92. – № 4. – P. 535–539.
80. Charalambous, C.P. *The Shoulder Made Easy* / Charalambous C.P. // Springer Nature Switzerland, 2019. – 556 p. – ISBN: 987-3-319-98907-5. – Текст: непосредственный.

81. Clinical outcomes and complications of cementless reverse total shoulder arthroplasty during the early learning curve period / S. Choi, J. Bae, Y.S. Kwon, H. Kang // *J Orthop Surg Res.* – 2019. – Vol. 14. – № 1. – P. 53.
82. Clinical results of revision shoulder arthroplasty for glenoid component loosening / A. Deutsch, J.A. Abboud, J. Kelly [et al.] // *J Shoulder Elb Surg.* – 2007. – Vol. 16. – № 6. – P. 706–716.
83. Cofield, R.H. The Bickel glenohumeral arthroplasty / R.H. Cofield, R.N. Stauffer // *Conference on Joint Replacement in the Upper Limb.* – London, UK: Institute of Mechanical Engineering, 1977. – P. 15–25.
84. Coleman, S.H. Hemiarthroplasty for complex fractures of the proximal humerus: surgical technique and results with the Atlas trimodular prosthesis / S.H. Coleman, E.V. Craig // *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* – 2002. – Vol. 31. – № 1 Suppl. – P. 11–17.
85. Comparison of acetabular shell position using patient specific instruments vs. standard surgical instruments: a randomized clinical trial / T. Small, V. Krebs, R. Molloy [et al.] // *JArthroplasty.* – 2014. – Vol. 29. – № 5. – P. 1030–1037.
86. Comparison of patient-specific instruments with standard surgical instruments in determining glenoid component position: a randomized prospective clinical trial / M.D. Hendel, J.A. Bryan, W.K. Barsoum [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2012. – Vol. 94. – № 23. – P. 2167–2175.
87. Complications in reverse shoulder arthroplasty / E. Cheung, M. Willis, M. Walker [et al.] // *J Am Acad Orthop Surg.* – 2011. – Vol. 19. – № 7. – P. 439–449.
88. Complications in reverse shoulder arthroplasty / R. Barco, O.D. Savvidou, J.W. Sperling [et al.] // *EFORT Open Rev.* – 2017. – Vol. 1. – № 3. – P. 72–80.
89. Complications of the reverse prosthesis: prevention and treatment / J. Affonso, G.P. Nicholson, M.A. Frankle [et al.] // *Instr Course Lect.* – 2012. – № 61. – P. 157–168.
90. Complications of total shoulder arthroplasty: are they fewer or different / P.Y. Chin, J.W. Sperling, R.H. Cofield, C. Schleck // *J Should Elbow Surg.* – 2006. – Vol. 15. – № 1. – P. 19–22.

91. Comprehensive assessment of clinical outcome and quality of life after total shoulder arthroplasty: usefulness and validity of subjective outcome measures / F. Angst, G. Pap, A.F. Mannion [et al.] // *Arthritis Rheum.* – 2004. – Vol. 51. – № 5. – P. 819–828.
92. Computer navigation and patient-specific instrumentation in shoulder arthroplasty / O. Verborgt, M. Vanhees, S. Heylen [et al.] // *Sports Med Arthrosc Rev.* – 2014. – Vol. 22. – № 4. – P. e42–49.
93. Constrained total shoulder joint replacement: a critical review / M. Post, M. Jablon, H. Miller, M. Singh // *Clin Orthop Relat Res.* – 1979. – № 144. – P. 135–150.
94. De Duca, C.J. Force analysis of individual muscles acting simultaneously on the shoulder joint during isometric abduction / C.J. De Duca, W.J. Forrest // *J Biomech.* – 1973. – Vol. 6. – № 4. – P. 385–393.
95. Denard, P.J. Current concepts in the surgical management of primary glenohumeral arthritis with a biconcave glenoid / P.J. Denard, G. Walch // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2013. – Vol. 22. – № 11. – P. 1589–1598.
96. Effect of humeral component version on impingement in reverse total shoulder arthroplasty / D.R. Stephenson, J.H. Oh, M.H. McGarry [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2011. – Vol. 20. – № 4. – P. 652–658.
97. Effects of glenosphere positioning on impingement-free internal and external rotation after reverse total shoulder arthroplasty / X. Li, Z. Knutson, D. Choi [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2013. – Vol. 22. – № 6. – P. 807–813.
98. Ellman, H. Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction / H. Ellman, G. Hanker, M. Bayer // *J Bone Joint Surg.* – 1986. – Vol. 68. – № 8. – P. 1136–1144.
99. Epidemiology, genetics and biological factors of rotator cuff tears / U.G. Longo, A. Berton, N. Papapietro [et al.] // *Med Sport Science.* – 2012. – № 57. – P. 1–9.
100. Evaluation of the accuracy of patient-specific cutting blocks for total knee arthroplasty: a meta-analysis / E. Cavaignac, R. Pailhé, G. Laumond [et al.] // *Int Orthop.* – 2015. – Vol. 39. – № 8. – P. 1541–1552.

101. Factors affecting results of patients with humeral proximal end fractures undergoing primary hemiarthroplasty: a retrospective study in 42 patients / E. Esen, Y. Dođramaci, S. Gültekin [et al.] // *Injury*. – 2009. – Vol. 40. – № 12. – P. 1336–1341.
102. Frankel, V.H. *Basic Biomechanics of the Skeletal System* / V.H. Frankel, M. Nordin. – LWW; Fourth, North American edition, 2012. – 472 p. – ISBN: 978-1609133351. – Текст: непосредственный.
103. Functional outcomes of reverse shoulder arthroplasty compared with hemiarthroplasty for acute proximal humeral fractures / M.J. Boyle, S.M. Youn, C.M. Frampton, C.M. Ball // *J Shoulder Elbow Surg*. – 2013. – Vol. 22. – № 1. – P. 32–37.
104. Gartsman, G.M. Shoulder arthroplasty with or without resurfacing of the glenoid in patients who have osteoarthritis / G.M. Gartsman, T.S. Roddey, S.M. Hammerman // *J Bone Joint Surg Am*. – 2000. – Vol. 82. – № 1. – P. 26–34.
105. Glenohumeral arthritis and its management / I.M. Parsons, E.J. Weldon 3rd, R.M. Titelman, K.L. Smith // *Phys Med Rehabil Clin N Am*. – 2004. – Vol. 15. – № 2. – P. 447–474.
106. Glenoid inclination is associated with full-thickness rotator cuff tears / R.E. Hughes, C.R. Bryant, J.M. Hall [et al.] // *Clin Orthop Relat Res*. – 2003. – № 407. – P. 86–91.
107. Glenoid revision surgery after total shoulder arthroplasty / S.A. Antuna, J.W. Sperling, R.H. Cofield, C.M. Rowland // *J Shoulder Elbow Surg*. – 2001. – Vol. 10. – № 3. – P. 217–224.
108. Glenoid rim lesions associated with recurrent anterior dislocation of the shoulder / L.U. Bigliani, P.M. Newton, S.P. Steinmann [et al.] // *Am J Sports Med*. – 1998. – Vol. 26. – № 1. – P. 41–45.
109. Grammont, P.M. Delta shoulder prosthesis for rotator cuff rupture / P.M. Grammont, E. Baulot // *Orthopedics*. – 1993. – Vol. 16. – № 1. – P. 65–68.
110. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders / F. Sirveaux, L. Favard, D. Oudet [et al.] // *J Bone Joint Surg Br*. – 2004. – Vol. 86. – № 3. – P. 388–395.

111. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics / P. Boileau, D.J. Watkinson, A.M. Hatzidakis, F. Balg // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2005. – Vol. 14. – № 1, Suppl. S. – P. 147S–161S.
112. Gristina, A.G. The Trispherical total shoulder replacement / A.G. Gristina, L.X. Webb. In: Bayley I., Kessel L., eds. *Shoulder Surgery.* – New York, NY: Springer-Verlag, 1982. – P. 153–157. – Текст: непосредственный.
113. Hatstrup, S.J. The influence of postoperative acromial and scapular spine fractures on the results of reverse shoulder arthroplasty / S.J. Hatstrup // *Orthopedics.* – 2010. – Vol. 33. – № 5.
114. Hemiarthroplasty for glenohumeral arthritis with massive rotator cuff tears / J. Di Giovanni, G. Marra, J.Y. Park, L.U. Bigliani // *Orthop Clin North Am.* – 1998. – Vol. 29. – № 3. – P. 477–489.
115. Humeral component retroversion in reverse total shoulder arthroplasty: a biomechanical study / L.V. Gulotta, D. Choi, P. Marinello [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2012. – Vol. 21. – № 9. – P. 1121–1127.
116. Impact of scapular notching on clinical outcomes after reverse total shoulder arthroplasty: an analysis of 476 shoulders / B. Mollon, S.A. Mahure, C.P. Roche, J.D. Zuckerman // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2017. – Vol. 26. – № 7. – P. 1253–1261.
117. Incidence, temporal trends and potential risk factors for prosthetic joint infection after primary total shoulder and elbow replacement: Systematic review and metaanalysis / S.K. Kunutsor, M.C. Barrett, M.R. Whitehouse [et al.] // *J Infect.* – 2020. – Vol. 80. – № 4. – P. 426–436.
118. Increasing incidence of primary reverse and anatomic total shoulder arthroplasty in the United States / M.J. Best, K.T. Aziz, J.H. Wilckens [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2021. – Vol. 30. – № 5. – P. 1159–1166.
119. Inman, V.T. Observations on the function of the shoulder joint / V.T. Inman, J.B. Saunders, L.C. Abbot // *J Bone Joint Surg.* – 1944. – Vol. 26. – № 1.
120. Karelse, A.T. Prosthetic component relationship of the reverse Delta III total shoulder prosthesis in the transverse plane of the body / A.T. Karelse, D.N. Bhatia, L.F. DeWilde // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2008. – Vol. 17. – № 4. – P. 602–607.

121. Khazzam, M. History and development of shoulder arthroplasty / M. Khazzam, S. Fealy. In: S. Fealy, J.W. Sperling, R.F. Warren, E.V. Craig, eds. *Shoulder arthroplasty: complex issues in the primary and revision setting*. – New York, NY: Thieme Medical Publishers, Inc, 2008. – P. 1–9. – Текст: непосредственный.
122. Krueger, F.G. A vitalium replica arthroplasty on the shoulder; a case report of aseptic necrosis of the proximal end of the humerus / F.J. Krueger // *Surgery*. – 1951. – Vol. 30. – № 6. – P. 1005–1011.
123. Lobao, M.H. Pitfalls of revision reverse replacement part I: dealing with instability and glenoid bone loss / M.H. Lobao, A.M. Murthi // *Ann Joint*. – 2018. – № 3. – P. 99.
124. Long-term health outcomes of youth sports injuries / N. Maffulli, U.G. Longo, N. Gougoulis [et al.] // *Br J Sports Med*. – 2010. – Vol. 44. – № 1. – P. 21–25.
125. Magee, T. 3-T MRI of the shoulder: is MR arthrography necessary? / T. Magee // *AJR Am J Roentgenol*. – 2009. – Vol. 192. – № 1. – P. 86–92.
126. Marmor, L. Hemiarthroplasty for the rheumatoid shoulder joint / L. Marmor // *Clin Orthop Relat Res*. – 1977. – № 122. – P. 201–203.
127. Meta-analysis suggests that reverse shoulder arthroplasty in proximal humerus fractures is a better option than hemiarthroplasty in the elderly / J. Wang, Y. Zhu, F. Zhang [et al.] // *Int Orthop*. – 2016. – Vol. 40. – № 3. – P. 531–539.
128. Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis / G. Walch, R. Badet, A. Boulahia, A. Khoury // *J Arthroplasty*. – 1999. – Vol. 14. – № 6. – P. 756–760.
129. Neer Award 2005: the Grammont reverse shoulder prosthesis: results in cuff tear arthritis, fracture sequelae, and revision arthroplasty / P. Boileau, D. Watkinson, A.M. Hatzidakis, I. Hovorka // *J Shoulder Elbow Surg*. – 2006. – Vol. 15. – № 5. – P. 527–540.
130. Neer, C.S. Fracture of the neck of the humerus with dislocation of the head fragment / C.S. Neer, T.H. Brown Jr, H.L. McLaughlin // *Am J Surg*. – 1953. – Vol. 85. – № 3. – P. 252–258.
131. Neer, C.S. 2nd. Articular replacement for the humeral head / C.S. Neer 2nd // *J Bone Joint Surg Am*. – 1955. – Vol. 37–A. – № 2. – P. 215–228.

132. Neer, C.S. 2nd. Cuff-tear arthropathy / C.S. Neer 2nd, E.V. Craig, H. Fukuda // *J Bone Joint Surg Am.* – 1983. – Vol. 65. – № 9. – P. 1232–1244.
133. Neer, C.S. 2nd. Recent experience in total shoulder replacement / C.S. Neer 2nd, K.C. Watson, F.J. Stanton // *J Bone Joint Surg Am.* – 1982. – Vol. 64. – № 3. – P. 319–337.
134. Neer, C.S. 2nd. Replacement arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis / C.S. Neer 2nd // *J Bone Joint Surg.* – 1974. – Vol. 56. – № 1. – P. 1–13.
135. Neer, C.S. 2nd. *Shoulder Reconstruction* / C.S. Neer 2nd. – Philadelphia, PA: WB Saunders, 1990. – 562 p. – ISBN: 978-0721628325. – Текст: непосредственный.
136. Nelson, G.N. Outcomes in the treatment of periprosthetic joint infection after shoulder arthroplasty: a systematic review / G.N. Nelson, D.E. Davis, S. Namdari // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2016. – Vol. 25. – № 8. – P. 1337–1345.
137. Nerot, C. Primary shoulder reverse arthroplasty: surgical technique / C. Nerot, X. Ohl // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2014. – Vol. 100. – № 1 Suppl. – P. S181–190.
138. Nyffeler, R.W. Biomechanical relevance of glenoid component positioning in the reverse Delta III total shoulder prosthesis / R.W. Nyffeler, C.M. Werner, C. Gerber // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2005. – Vol. 14. – № 5. – P. 524–528.
139. Optimizing reverse shoulder arthroplasty component position in the setting of advanced arthritis with posterior glenoid erosion: a computer-enhanced range of motion analysis / J.D. Keener, B.M. Patterson, N. Orvets [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2018. – Vol. 27. – № 2. – P. 339–349.
140. Osteoarthritis of the glenohumeral joint: a radiologic-pathologic study / R. Kerr, D. Resnick, C. Pineda, P. Haghighi // *AJR Am J Roengenol.* – 1985. – Vol. 144. – № 5. – P. 967–972.
141. Oudet, D. Reverse Shoulder Arthroplasty for Massive Rotator Cuff Tears / D. Oudet // *Int J Orthopaed.* – 2019. – Vol. 6. – № 1. – P. 1016–1031.
142. Patient-specific glenoid guides provide accuracy and reproducibility in total shoulder arthroplasty / M.O. Gauci, P. Boileau, M. Baba [et al.] // *Bone Joint J.* – 2016. – Vol. 98–B. – № 8. – P. 1080–1085.

143. Patient-specific targeting guides compared with traditional instrumentation for glenoid component placement in shoulder arthroplasty: a multisurgeon study in 70 arthritic cadaver specimens / T.W. Throckmorton, L.V. Gulotta, F.O. Bonnarens [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2015. – Vol. 24. – № 6. – P. 965–971.
144. Patient-specific Targeting Guides for Glenoid Component Placement in Shoulder Arthroplasty / T.W. Throckmorton, W. Vogt, J. Wasmaier [et al.] // *Tech Shoulder Elbow Surg.* – 2014. – Vol. 15. – № 4. – P. 103–108.
145. Petersson, C.J. Degeneration of the gleno-humeral joint. An anatomical study / C.J. Petersson // *Acta Orthop Scand.* – 1983. – Vol. 54. – № 2. – P. 277–283.
146. Polish cultural adaptation of general shoulder assessment scores in use for painful shoulder: ASES, UCLA, Constant Score, SST (Part I). Preliminary study / M. Ślęzak, P. Lubiowski, B. Lubiowski [et al.] // *Issue Rehabil Orthop Neurophysiol Sport Promot.* – 2016. – № 17. – P. 7–27.
147. Post, M. Total shoulder replacement with a constrained prosthesis / M. Post, S.S. Haskell, M. Jablon // *J Bone Joint Surg Am.* – 1980. – Vol. 62. – № 3. – P. 327–335.
148. Post, M. Constrained arthroplasty of the shoulder / M. Post // *Orthop Clin North Am.* – 1987. – Vol. 18. – № 3. – P. 455–462.
149. Preoperative planning for accurate glenoid component positioning in reverse shoulder arthroplasty / J. Berhouet, L.V. Gulotta, D.M. Dines [et al.] // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2017. – Vol. 103. – № 3. – P. 407–413.
150. Prevalence of and risk factors for shoulder osteoarthritis in Japanese middle-aged and elderly populations / T. Kobayashi, K. Takagishi, H. Shitara [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2014. – Vol. 23. – № 5. – P. 613–619.
151. Primary reverse shoulder arthroplasty using contemporary implants is associated with very low reoperation rates / J.R. Kang, M.J. Dubiel, R.H. Cofield [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2014. – Vol. 28. – № 6S. – P. S175–S180.
152. Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review / M.A. Zumstein, M. Pinedo, J. Old, P. Boileau // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2011. – Vol. 20. – № 1. – P. 146–157.

153. Proceedings from the 2018 International Consensus Meeting on Orthopedic Infections: the definition of periprosthetic shoulder infection / G.E. Garrigues, B. Zmistowski, A.M. Cooper [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2019. – Vol. 28. – № 6S. – P. S8–S12.
154. Proceedings from the 2018 International Consensus Meeting on Orthopedic Infections: management of periprosthetic shoulder infection / G.E. Garrigues, B. Zmistowski, A.M. Cooper [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2019. – Vol. 28. – № 6S. – P. S67–S99.
155. Quantitative analysis of glenoid bone loss in osteoarthritis using three-dimensional computed tomography scans / J.J. Scalise, J. Bryan, J. Polster [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2008. – Vol. 17. – № 2. – P. 328–335.
156. Quantitative Analysis of the Deltoid and Rotator Cuff Muscles in Humans and Great Apes / J.M. Potau, X. Bardina, N. Ciurana [et al.] // *Int J Primatol.* – 2009. – Vol. 30. – № 5. – P. 697–708.
157. Range of impingement-free abduction and adduction deficit after reverse shoulder arthroplasty. Hierarchy of surgical and implant-design-related factors / S. Gutiérrez, C.A. Comiskey 4th, Z.P. Luo [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2008. – Vol. 90. – № 12. – P. 2606–2615.
158. Reverse shoulder arthroplasty for fracture sequelae: Clinical outcome and prognostic factors / M.F. Pastor, M. Kieckbusch, M. Kaufmann [et al.] // *J Orthop Sci.* – 2019. – Vol. 24. – № 2. – P. 237–242.
159. Reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures: update on indications, technique, and results / D.C. Acevedo, C. Vanbeek, M.D. Lazarus [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2014. – Vol. 23. – № 2. – P. 279–289.
160. Reverse shoulder arthroplasty in patients aged 65 years or younger: a systematic review of the literature / M. Chelli, L. Lo Cunsolo, M.O. Gauci [et al.] // *JSES Open Access.* – 2019. – Vol. 3. – № 3. – P. 162–167.
161. Reverse total shoulder arthroplasty: a review of results according to etiology / B. Wall, L. Nové-Josserand, D.P. O'Connor [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2007. – Vol. 89. – № 7. – P. 1476–1485.

162. Reverse total shoulder arthroplasty: current concepts, results, and component wear analysis / D. Nam, C.K. Kepler, A.S. Neviasser [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2010. – Vol. 92. – Suppl. 2. – P. 23–35.
163. Reverse total shoulder arthroplasty in massive rotator cuff tears: does the Hamada classification predict clinical outcomes? / M.J. Kääh, G. Kohut, U. Irlenbusch [et al.] // *Arch Orthop Trauma Surg.* – 2022. – Vol. 142. – № 7. – P. 1405–1411.
164. Reverse total shoulder replacement for nonunion of a fracture of the proximal humerus / M. Zafra, P. Uceda, M. Flores, P. Carpintero // *Bone Joint J.* – 2014. – Vol. 96–B. – № 9. – P. 1239–1243.
165. Revision surgery of reverse shoulder arthroplasty / P. Boileau, B. Melis, D. Duperron [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2013. – Vol. 22. – № 10. – P. 1359–1370.
166. Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. A long-term observation / K. Hamada, H. Fukuda, M. Mikasa, Y. Kobayashi // *Clin Orthop Relat Res.* – 1990. – № 254. – P. 92–96.
167. Saha, A.K. Dynamic stability of the glenohumeral joint / A.K. Saha // *Acta Orthop Scand.* – 1971. – Vol. 42. – № 6. – P. 491–505.
168. Sanchez-Sotelo, J. Shoulder hemiarthroplasty for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency / J. Sanchez-Sotelo, R.H. Cofield, C.M. Rowland // *J Bone Joint Surg Am.* – 2001. – Vol. 83. – № 12. – P. 1814–1822.
169. Scapula insufficiency fractures after reverse total shoulder arthroplasty in rotator cuff arthropathy: What is their functional impact? / Y. Lópiz, A. Rodríguez-González, C. García-Fernández, F. Marco // *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* – 2015. – Vol. 59. – № 5. – P. 318–325.
170. Scapular Notching After Reverse Total Shoulder Arthroplasty: Prediction Using Patient-Specific Osseous Anatomy, Implant Location, and Shoulder Motion / J. Kolmodin, I.U. Davidson, B.J. Jun [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2018. – Vol. 100. – № 13. – P. 1095–1103.
171. Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty / C. Lévine, P. Boileau, L. Favard [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2008. – Vol. 17. – № 6. – P. 925–935.

172. Seebauer, L. Reverse prosthesis through a superior approach for cuff tear arthropathy / L. Seebauer // *Tech Shoulder Elbow Surg.* – 2006. – Vol. 7. – № 1. – P. 13–26.
173. Semiconstrained total shoulder arthroplasty for glenohumeral arthritis and massive rotator cuff tearing / A.C. Nwakama, R.H. Cofield, B.F. Kavanagh, J.F. Loehr // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2000. – Vol. 9. – № 4. – P. 302–307.
174. Shoulder arthroplasty for the treatment of the sequelae of fractures of the proximal humerus / P. Boileau, C. Trojani, G. Walch [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2001. – Vol. 10. – № 4. – P. 299–308.
175. Shoulder hemiarthroplasty for the treatment of three and four part fractures of the proximal humerus using Comprehensive® Fracture stem / N. Shah, H.J. Iqbal, S. Brookes-Fazakerley, C. Sinopidis // *Int Orthop.* – 2011. – Vol. 35. – № 6. – P. 861–867.
176. Shoulder pain: diagnosis and management in primary care / C. Mitchell, A. Adebajo, E. Hay, A. Carr // *BMJ.* – 2005. – Vol. 331. – № 7525. – P. 1124–1128.
177. Silverstein, E. The use of intra-articular hylan G-F 20 in the treatment of symptomatic osteoarthritis of the shoulder: a preliminary study / E. Silverstein, R. Leger, K.P. Shea // *Am J Sports Med.* – 2007. – Vol. 35. – № 6. – P. 979–985.
178. Smithers, C.J. Reverse shoulder arthroplasty / C.J. Smithers, A.A. Young, G. Walch // *Curr Rev Musculoskelet Med.* – 2011. – Vol. 4. – № 4. – P. 183–190.
179. Some problems in the development of a total shoulder endo-prosthesis / B. Reeves, B. Jobbins, F. Flowers [et al.] // *Ann Rheum Dis.* – 1972. – Vol. 31. – № 5. – P. 425–426.
180. Sports injuries in young athletes: long-term outcome and prevention strategies / N. Maffulli, U.G. Longo, F. Spiezia, V. Denaro // *Phys Sportsmed.* – 2010. – Vol. 38. – № 2. – P. 29–34.
181. [Study and realization of a new total shoulder prosthesis] / P.M. Grammont, P. Trouilloud, J.P. Laffay, X. Deries // *Rhumatologie.* – 1987. – Vol. 39. – P. 407–418.
182. Surgical technique: the anterosuperior approach for reverse shoulder arthroplasty / D. Molé, F. Wein, C. Dézaly [et al.] // *Clin Orthop Relat Res.* – 2011. – Vol. 469. – № 9. – P. 2461–2468.

183. Sutton, L.G. Optimization of glenoid fixation in reverse shoulder arthroplasty using 3-dimensional modeling / L.G. Sutton, F.W. Werner, A.K. Jones [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2010. – Vol. 19. – № 5. – P. 664–669.
184. The effect of glenoid component version and humeral polyethylene liner rotation on subluxation and impingement in reverse shoulder arthroplasty / V.N. Permeswaran, A. Caceres, J.E. Goetz, D.D. Anderson // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2017. – Vol. 26. – № 10. – P. 1718–1725.
185. The Epidemiology of Chronic Rheumatism: Atlas of Standard Radiographs of Arthritis / Council for International Organizations of Medical Sciences; J.H. Kellgren, M.R. Jeffrey, J. Ball. – Vol 2. – Blackwell Scientific Publications, 1963. – 44 p.
186. The influence of three-dimensional computed tomography images of the shoulder in preoperative planning for total shoulder arthroplasty / J.J. Scalise, M.J. Codsi, J. Bryan [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2008. – Vol. 90. – № 11. – P. 2438–2445.
187. The reverse shoulder arthroplasty angle: a new measurement of glenoid inclination for reverse shoulder arthroplasty / P. Boileau, M.O. Gauci, E.R. Wagner [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2019. – Vol. 28. – № 7. – P. 1281–1290.
188. The Role of Reverse Shoulder Arthroplasty in Management of Proximal Humerus Fractures with Fracture Sequelae: A Systematic Review of the Literature / J. Holton, T. Yousri, G. Arealis, O. Levy // *Orthop Rev (Pavia).* – 2017. – Vol. 9. – № 1. – P. 6977.
189. The three-dimensional glenoid vault model can estimate normal glenoid version in osteoarthritis / J.J. Scalise, M.J. Codsi, J. Bryan, J.P. Iannotti // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2008. – Vol. 17. – № 3. – P. 487–491.
190. The use of the Lima reverse shoulder arthroplasty for the treatment of fracture sequelae of the proximal humerus / A.A. Martinez, A. Calvo, C. Bejarano [et al.] // *J Orthop Sci.* – 2012. – Vol. 17. – № 2. – P. 141–147.
191. Three-dimensional imaging and templating improve glenoid implant positioning / J.P. Iannotti, S. Weiner, E. Rodriguez [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2015. – Vol. 97. – № 8. – P. 651–658.

192. Three-dimensional planning and use of patient-specific guides improve glenoid component position: an in vitro study / G. Walch, P.S. Vezeridis, P. Boileau [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2015. – Vol. 24. – № 2. – P. 302–309.
193. Three-dimensional preoperative planning software and a novel information transfer technology improve glenoid component positioning / J. Iannotti, J. Baker, E. Rodriguez [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2014. – Vol. 96. – № 9. – P. e71.
194. Total shoulder arthroplasty utilizing mini-stem humeral components: technique and short-term results / P.W. Jost, J.S. Dines, M.H. Griffith [et al.] // *HSS J.* – 2011. – Vol. 7. – № 3. – P. 213–217.
195. Total shoulder replacement compared with humeral head replacement for the treatment of primary glenohumeral osteoarthritis: a systematic review / C.S. Radnay, K.J. Setter, L. Chambers [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2007. – Vol. 16. – № 4. – P. 396–402.
196. Treatment of persistent shoulder pain with sodium hyaluronate: a randomized, controlled trial. A multicenter study / T. Blaine, R. Moskowitz, J. Udell [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2008. – Vol. 90. – № 5. – P. 970–979.
197. Trends in Surgical Management and Costs for Operative Treatment of Proximal Humerus Fractures in the Elderly / E.K. Hasty, E.W. Jernigan 3rd, A. Soo [et al.] // *Orthopedics.* – 2017. – Vol. 40. – № 4. – P. e641–e647.
198. Use of three-dimensional computed tomography for the analysis of the glenoid anatomy / Y.W. Kwon, K.A. Powell, J.K. Yum [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2005. – Vol. 14. – № 1. – P. 85–90.
199. Walch, G. Shoulder arthroplasty: evolving techniques and indications / G. Walch, P. Boileau, E. Noël // *Joint Bone Spine.* – 2010. – Vol. 77. – № 6. – P. 501–505.
200. Wirth, M.A. Complications of shoulder arthroplasty / M.A. Wirth, C.A. Rockwood Jr. // *Clin Orthop Relat Res.* – 1994. – № 307. – P. 47–69.

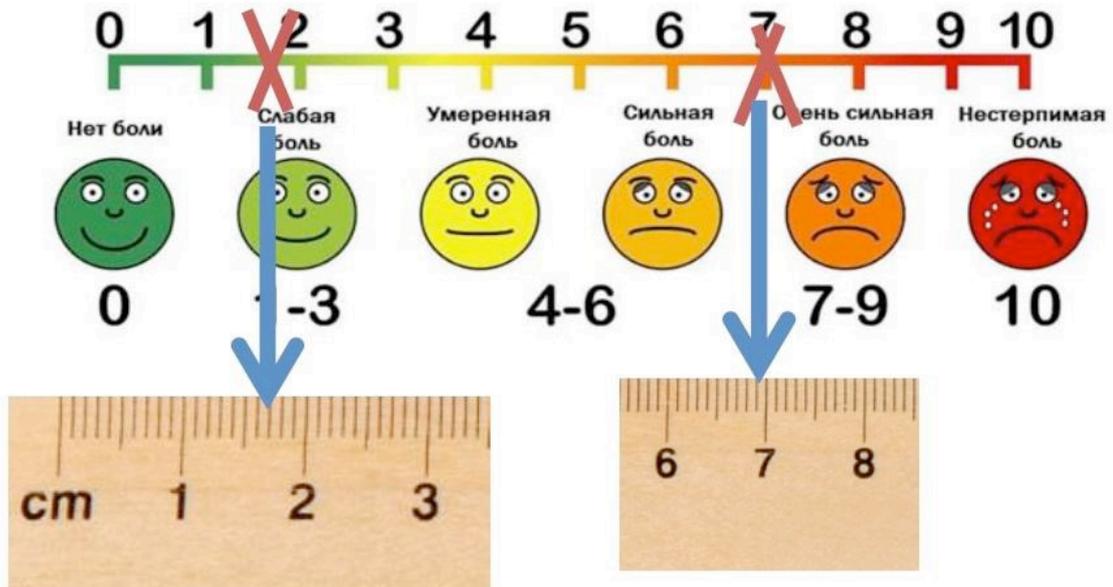
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Классификация физического статуса пациентов Американского общества анестезиологов (ASA physical status classification system)

Классификация	Определение	Примеры
ASA I	Здоровый пациент	Здоровый, не курящий, мало употребляющий алкоголь
ASA II	Пациент с легким системным заболеванием	Легкие заболевания только без существенных функциональных ограничений. Примеры включают в себя (но не ограничиваются ими): <ul style="list-style-type: none"> • курильщик • социальный алкоголик • беременная • ожирение (<30 ИМТ <40) • компенсированный сахарный диабет • контролируемая артериальная гипертензия • легкие заболевания дыхательной системы.
ASA III	Пациент с тяжелым системным заболеванием	Значимые ограничения функциональной активности. Примеры включают в себя (но не ограничиваются ими): <ul style="list-style-type: none"> • плохо контролируемая артериальная гипертензия или субкомпенсированный сахарный диабет • ХОБЛ • патологическое ожирение (ИМТ >40) • активный гепатит • алкогольная зависимость или злоупотребление алкоголем • имплантированный кардиостимулятор • умеренное снижение фракции сердечного выброса • хроническая почечная недостаточность
ASA IV	Пациент с тяжелым системным заболеванием, которое представляет собой постоянную угрозу для жизни	Не использовали в исследовании
ASA V	Умиравший пациент. Операция по жизненным показаниям	Не использовали в исследовании
ASA VI	Констатирована смерть мозга, органы удаляются для донорских целей	Не использовали в исследовании

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Шкала боли ВАШ



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Шкала Константа (Constant Shoulder Score)

Боль	Очень сильная	0
	Сильная	5
	Умеренная	10
	Нет боли	15
Уровень активности (выберите подходящий ответ)	Здоровый сон	да(2) нет (0)
	Полноценный отдых/спорт	да (4) нет (0)
	Полноценное выполнение обязанностей на работе	да (4) нет (0)
Уровень, до которого вы можете поднять руку на стороне пораженного сустава	До уровня поясницы	2
	До уровня мечевидного отростка	4
	До уровня шеи	6
	До уровня макушки	8
	Выше уровня головы	10
Сила отведения (0,5 кг)	- 0	0
	- 0,5 –1,5	2
	- 2–3	5
	- 3,5–4,5	8
	- 5–6	11
	- 6,5–7,5	14
	- 7,5–9	17
	- 9,5–10,5	20
	- 11–12	23
	- >12	25
Объем движений		
Сгибание	-0°–30°	0
	- 31°–60°	2
	- 61°–90°	4
	- 91°–120°	6
	- 121°–150°	8
	- 151°–180°	10
Отведение	- 0°–30°	0
	- 31°–60°	2
	- 61°–90°	4
	- 91°–120°	6
	- 121°–150°	8
	- 151°–180°	10
Наружная ротация	Рука над головой, локоть впереди	2
	Рука над головой, локоть сзади	4
	Рука на вершухе головы, локоть впереди	6
	Рука на вершухе головы, локоть сзади	8
	Полное поднятие руки	10

Внутренняя ротация	Боковая поверхность бедра	0
	Ягодица	2
	Пояснично-крестцовое сочленение	4
	Поясница (L3)	6
	12 позвонок (T12)	8
	Межлопаточная область (T7)	10
Значение шкалы Константа _____		
Максимальное значение 100 баллов		
Разница между здоровой и пораженной стороной		
>30 – плохо; 21–30 – удовлетворительно; 11–20 – хорошо ; <11 – отлично		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Шкала оценки плечевого сустава Университета Калифорнии, Лос Анджелес (The University of California – Los Angeles (UCLA) Shoulder Scale)

1.	Боль	1	постоянная невыносимая; частое обезболивание сильными анальгетиками
		2	постоянная, но терпимая; прием анальгетиков при необходимости
		4	в состоянии покоя боль минимальная или отсутствует; присутствует при легкой степени активности; эпизодически прием салицилатов
		6	при тяжелом или определенном виде активности; частый прием салицилатов
		8	периодическая или слабая
		10	боли нет
2.	Функция	1	рука не используется
		2	возможны только минимальные движения
		4	возможна мелкая работа по дому или большинство манипуляций в повседневной жизни
		6	большая часть домашней работы, покупки, вождение – возможны; способны расчесываться, одеваться/раздеваться, включая застегивание бюстгалтера
		8	только незначительные ограничения; способны выполнять действия при положении руки выше уровня плеч
		10	нормальный уровень повседневной активности
3.	Активное переднее сгибание	5	150
		4	120–150
		3	90–120
		2	45–90
		1	30–45
		0	<30
4.	Сила переднего сгибания	5	нормально
		4	хорошо
		3	удовлетворительно
		2	плохо
		1	мышечная концентрация
		0	ничего
5.	Удовлетворенность пациента	5	удовлетворен и лучше
		0	не удовлетворен и хуже
Общий балл опросника:			
Интерпретация: > 27 Хорошо/Отлично; < 27 Удовлетворительно/Плохо. Максимальное значение – 35 баллов. Отличные/хорошие отражают удовлетворительный результат, где удовлетворительный/плохой – неудовлетворительный.			