

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Афанасьев Юрий Андреевич

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ
ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ**

3.1.8. Травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Валерий Михайлович Прохоренко

Новосибирск – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.	13
1.1 Исторические аспекты развития методов лечения переломов проксимального отдела плечевой кости.	13
1.2 Эволюция методов остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости.	17
1.3 Остеосинтез или эндопротезирование.	21
1.4 Частота развития несращений проксимального отдела плечевой кости. . .	23
1.5 Причины развития ишемических посттравматических изменений головки плечевой кости при внутрисуставных переломах.	26
1.5.1 Особенности кровоснабжения исследуемой зоны.	26
1.6 Существующие методы стимуляции репаративного остеогенеза при переломах проксимального отдела плечевой кости.	31
ГЛАВА 2 МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.	43
ГЛАВА 3 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.	50
3.1 Общая характеристика больных.	50
3.2 Техника оперативного вмешательства.	52
3.3 Послеоперационное ведение больных.	54
3.4 Статистический метод.	55
3.4.1 Статистические обозначения.	55
3.4.2 Расчет размера выборки.	56
3.4.3 Используемые методики.	57
3.4.4 Результаты статистического анализа.	62
ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.	74
4.1 Функциональный результат.	74
4.2 Сравнительная характеристика рентгенологических посттравматических ишемических расстройств в головке плечевой кости.	76
4.3 Сравнительные данные изучения исходов применения методики	

osteосинтеза с использованием компьютерной томографии из клювовидного отростка (клинические примеры)	79
4.4 Осложнения при остеосинтезе проксимального отдела плечевой кости. . .	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	90
ВЫВОДЫ.	93
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.	94
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.	95
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.	96

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность избранной темы

Переломы проксимального отдела плечевой кости по данным современной отечественной литературы составляют от 5 до 15 % повреждений костей скелета человека, причем в 15 % они сопровождаются смещением отломков [2], при этом переломовывихи проксимального отдела плечевой кости среди всех локализаций составляют 58,3 % [13]. По данным североамериканских авторов, переломы проксимального отдела плечевой кости составляют от 5 % до 10 % общего количества переломов, и до 45 % от переломов плечевой кости [85]. Переломы проксимального отдела плечевой кости наиболее часто встречаются у лиц пожилого возраста, у молодых людей данное повреждение чаще характерно для высокоэнергетических травм (падение с высоты или ДТП) [55]. С возрастом частота подобных переломов возрастает, и у пациентов старше 65 лет они находятся на третьем месте по частоте после повреждений критических зон остеопороза – проксимального отдела бедренной кости и дистального эпифиза лучевой кости [90]. В классификации АО/ASIF все переломы и переломовывихи проксимального отдела плечевой кости разделены на 3 типа: А, В, С. Каждый тип разделен на 3 группы (А1, А2, А3/В1, В2, В3/С1, С2, С3) [49]. В клинической практике также распространена классификация С. Neer, имеющая в основе дифференцировку по количеству анатомических фрагментов перелома и степени их смещения [76].

По данным иностранных источников, до 80 % диагностированных переломов проксимального отдела плечевой кости происходят без или с незначительным смещением отломков, поэтому лечатся консервативно [43, 74]. При переломах со смещением консервативное лечение зачастую приводит к отсутствию консолидации или консолидации в порочном положении, что ведет к выраженному нарушению функции плечевого сустава. В отечественной и зарубежной литературе описано не менее 30 методов оперативного лечения, однако существенный прогресс в хирургии переломов проксимального отдела

плечевой кости начался с 2000 г., после появления конструкций с угловой стабильностью и интрамедуллярных блокируемых штифтов. Соответственно увеличению хирургической активности повышается интерес к изучению осложнений как результатов оперативного, так и консервативного видов лечения, одним из которых является аваскулярный некроз головки плечевой кости (АНГПК). Основой для развития данного состояния является полное прекращение кровоснабжения головки плечевой кости (переломы и переломовывихи типа С по классификации АО, четырехфрагментарные переломы по Neer) в момент травмы, в дальнейшем частота развития АНГПК зависит не только от тяжести травмы, но и от травматичности оперативного вмешательства. По данным С. М. Robinson, изучившего 1 537 случаев переломов проксимального отдела плечевой кости за период 1984–2008 г., пролеченных консервативно, получены колебания развития асептического некроза от 1 % до 15 % [44]. Показатели развития АНГПК при использовании методов накостного остеосинтеза варьируют в пределах 35 % [63], при выполнении закрытой репозиции и чрескожной фиксации спицами от 2,4 % до 11 % [79]. При переломах головки плечевой кости могут нередко наблюдаться нарушения ее васкуляризации, сопровождаемые дислокацией и повреждением хряща, приводящие затем к некрозу головки и коллапсу, который возникает от 30 % до 100 % случаев после трех- и четырехфрагментарных переломов [79]. Вследствие высокой частоты развития одного из главных осложнений внутрисуставных переломов в виде асептического некроза головки плеча большая часть данных пациентов в настоящее время лечится методом замены плечевого сустава. Вероятнее всего, это связано с превалирующей с 1970-х годов прошлого века установкой на эндопротезирование плечевого сустава при тяжелых внутрисуставных (четырефрагментарных) переломах проксимального плеча [75].

Степень разработанности темы диссертации

Несмотря на очевидные успехи в совершенствовании хирургической техники и внедрение малоинвазивных технологий, проблема выбора методики операции, позволяющей малотравматично стабилизировать отломки

проксимального эпифиза плечевой кости при внутрисуставных переломах без или с минимальным ущербом для кровоснабжения отломков, остается решенной не полностью. Многие исследования указывают на высокий риск нарушения васкуляризации с последующим некрозом головки в 30–100 % случаев после оскольчатых внутрисуставных переломов [79] с последующим развитием асептического некроза головки плечевой кости (АНГПК). В связи с этим в настоящее время наиболее распространенной является концепция первичного эндопротезирования (геми- или тотального) плечевого сустава в случаях внутрисуставных переломов [32]. Однако, в последнее время появляются все больше сообщений о неудовлетворительных результатах эндопротезирования плечевого сустава при переломах проксимального отдела плечевой кости. В исследовании D. Den Hartog в 2010 г. у пациентов, которым выполнялось эндопротезирование, выявлен худший функциональный результат по сравнению с неоперированными больными, с разницей в 10,9 балла по 100-балльной шкале Constant [83]. При сравнительном изучении отдаленных последствий эндопротезирования, умеренное и резкое нарушение функции конечности отмечено до 30 % случаев [106].

Исходя из этого, возникает необходимость стимуляции репаративного остеогенеза при внутрисуставных повреждениях для достижения сращения и профилактики ишемических изменений головки плечевой кости. Наличие значительного количества методик, используемых для снижения риска развития АНГП после внутрисуставных переломов, наглядно отражает пробелы в поиске оптимального способа лечения данной патологии; использование остеостимулирующих методик ограничено применением свободных трансплантатов из гребня крыла подвздошной кости или насыщением костной структуры аллогraftа остеостимулирующими субстратами [21]. При этом отсутствуют исследования по применению несвободных костно-мышечных трансплантатов в качестве дополнительного источника кровоснабжения при внутрисуставных переломах ПОПК.

Цель исследования

Улучшить результаты хирургического лечения внутрисуставных переломов проксимального отдела плечевой кости на основе разработки методики остеосинтеза с использованием несвободной костной пластики аутотрансплантатом из клювовидного отростка лопатки.

Задачи исследования

1. Определить частоту возникновения несращений внутрисуставных переломов проксимального отдела плечевой кости, оценить эффективность применения существующих методик лечения.

2. Изучить состояние кровоснабжения клювовидного отростка лопатки для определения возможности его использования в качестве питающего лоскута при транспозиции в зону внутрисуставного перелома проксимального эпифиза плечевой кости.

3. Разработать показания к методикам хирургического лечения внутрисуставных переломов проксимального отдела плечевой кости (накостный остеосинтез, накостный остеосинтез с использованием несвободной костной пластики).

4. Разработать методику хирургического лечения переломов проксимального отдела плечевой кости - остеосинтеза с использованием несвободной костной пластики аутотрансплантатом из клювовидного отростка лопатки, доказать её эффективность.

Научная новизна

Впервые разработаны показания для остеосинтеза ПОПК с применением несвободной аутопластики костно-мышечным трансплантатом и без нее.

Впервые представлены доказательства того, что транспозиция кровоснабжаемого костного фрагмента клювовидного отростка лопатки в зону перелома проксимального отдела плеча с высоким риском развития АНПК (вследствие повреждения дугообразной ветви передней огибающей плечо

артерии) у данной категории пациентов при хирургической коррекции и стабилизации улучшает отдаленный результат лечения и служит для профилактики послеоперационного прогрессирования АНГПК.

Впервые на основании полученных результатов разработан и внедрён алгоритм выбора оптимальной тактики и способ хирургического лечения внутрисуставных повреждений проксимального отдела плечевой кости (Патент на изобретение № 2740851, приоритет изобретения от 30.06.2020).

Теоретическая и практическая значимость работы

Использование разработанной методики увеличило процент положительных результатов лечения внутрисуставных переломов данной локализации.

Снижена частота развития ишемических посттравматических изменений проксимального эпифиза плечевой кости.

Определены показания для накостного остеосинтеза с использованием и без использования методики трансплантации НКМТ из клювовидного отростка лопатки при внутрисуставных переломах ПОПК.

Методология и методы диссертационного исследования

Для решения выделенных задач и достижения поставленной цели на клинической базе ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (отделение травматологии ГБУЗ НСО «ГКБ № 1») проведено одноцентровое ретроспективно-проспективное когортное нерандомизированное контролируемое (активный контроль) исследование, в которое включено 48 наблюдений пациентов с внутрисуставными переломами ПОПК, лечившихся стационарно и в дальнейшем наблюдавшихся амбулаторно.

Критерии включения в исследование: пациенты в возрасте от 20 до 80 лет включительно тип 11-C2 по классификации АО/ASIF (исключая переломовывихи) или с последствиями переломов ПОПК, нуждающиеся в оперативном лечении, согласные на оперативное лечение, и при отсутствии противопоказаний к оперативному лечению.

Из общего количества пациентов были сформированы две группы. В ретроспективную (контрольную, сравнения) группу вошли 25 пациентов, которых лечили с использованием накостного остеосинтеза пластиной с угловой стабильностью или интрамедуллярного блокируемого остеосинтеза проксимальными плечевыми штифтами. В проспективную (группа исследования) группу вошли 23 пациента, при лечении которых дополнительно использовали трансплантацию в зону перелома несвободного костно-мышечного трансплантата из клювовидного отростка лопатки. Исследование было направлено на разработку и практическое клиническое применение методики использования непрямого костно-мышечного трансплантата при первичном остеосинтезе.

Клиническую часть работы предваряло гистологическое исследование, проведенное на кадаверных препаратах и направленное на изучение особенностей кровоснабжения остеотомированного коракоида через короткую головку двуглавой мышцы плеча.

Для оценки полученных данных применялись следующие виды исследований: а) функциональные; б) лучевые; в) гистологические. Весь объём полученных данных подвергался статистическому анализу с помощью применения методов математической непараметрической статистики. Данные для исследования собирались в электронную таблицу со структурой длинного формата («long format table»), после чего исследовались на полноту и наличие ошибок ввода. Далее проводился разведочный анализ данных для выявления методом Тьюки аномальных значений («выбросов»), проверки эмпирических распределений у непрерывных показателей в группах на согласие с законом нормального распределения критерием Шапиро – Уилка, изучения сопоставимости дисперсий (квадратов стандартных отклонений – СО) от среднего у непрерывных показателей в сравниваемых группах F-критерием Фишера.

Положения, выносимые на защиту

1. Использование разработанной методики остеосинтеза с использованием несвободной костной пластики ауто трансплантатом из

клювовидного отростка лопатки уменьшает количество случаев развития асептического некроза проксимального эпифиза плечевой кости.

2. Клювовидный отросток лопатки с сохраненной короткой головкой двуглавой мышцы плеча может быть использован в качестве кровоснабжаемого костно-мышечного несвободного аутотрансплантата, что позволяет получить дополнительный источник кровоснабжения зоны внутрисуставного перелома проксимального отдела плечевой кости.

Степень достоверности

Достоверность представленных в диссертационной работе данных базируется на данных рентгенологического и КТ-исследования динамики развития признаков АНГП, оценки клинического течения послеоперационного периода (оценка по шкале ASES) и эффективности методик остеосинтеза у 48 пациентов с переломами ПОПК С2. Достоверность результатов данной научной работы доказывается необходимым количеством клинических наблюдений, предварительно проведённым гистологическим исследованием на достаточном количестве препаратов (10 клювовидных отростков). Компиляция полученных результатов лучевых и клинических наблюдений выполнена с применением современных методов статистической обработки информации.

Апробация работы

Материалы исследования доложены и обсуждены на: всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2021); 12-м Всероссийском съезде травматологов-ортопедов (Москва, 2022).

Диссертационная работа апробирована на заседании проблемной комиссии «Актуальные проблемы хирургических методов лечения заболеваний» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Новосибирск, 2023).

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом

научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России в рамках темы «Разработка и совершенствование методов профилактики, раннего выявления и хирургического лечения повреждений и заболеваний органов грудной и брюшной полости, органов головы, шеи и опорно-двигательного аппарата», номер государственной регистрации 121061700005-9.

Внедрение результатов исследования

Результаты проведенных исследований, доказывающие эффективность новой органосохраняющей методики и позволяющих снизить частоту развития АНГП в случаях внутрисуставных переломов ПОПК, внедрены в практическую деятельность травматологического отделения ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1». Теоретические положения и практические рекомендации применяются в процессе обучения при преподавании студентам и курсантам кафедры травматологии и ортопедии лечебного факультета ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, в том числе 1 патент на изобретение и 3 статьи в научных журналах и изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, из них 1 статья в журнале категории К1 и 2 статьи в журналах категории К2, входящих в список изданий, распределенных по категориям К1, К2, К3, в том числе 2 статьи в журналах, входящих в международную реферативную базу данных и систем цитирования (Scopus и Web of Science).

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 109 страницах машинописного текста и состоит

из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений и списка литературы. Список литературы представлен 106 источниками, из которых 72 в зарубежных изданиях. Полученные результаты проиллюстрированы с помощью 14 таблиц и 36 рисунков.

Личное участие автора

Работа представляет собой авторское научное исследование, проведенное на высоком методическом уровне. Автором самостоятельно выполнено 100 % всех операций. Все исследования, обзор литературы, анализ и интерпретация клинических и рентгенологических данных, частично статистическая обработка результатов выполнены лично автором.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Исторические аспекты развития методов лечения переломов проксимального отдела плечевой кости

Несмотря на многие исследования, доказывающие неэффективность неоперативных методов лечения переломов ПОПК, работа в данном направлении проводится постоянно. Проводится модификация функциональных методов лечения, основанных на методе В. В. Гориневской и Е. Ф. Древинг (1938–1945 гг.), основой которого служат точная первичная репозиция отломков и ранняя лечебная гимнастика (с первых дней травмы). Согласно разработанной Д. П. Похвацевым и соавторами методике «постепенной» саморепозиции отломков с помощью трех периодов ЛФК [22], достигнуты преимущественно хорошие и удовлетворительные результаты в более чем 78 % случаев. Однако большинство исследований консервативных методов не отмечают успехов в лечении внутрисуставных переломов ПОПК. Доминирующей точкой зрения в настоящий момент является мнение, что консервативное лечение нестабильных, многофрагментных переломов проксимального отдела плечевой кости в большинстве случаев приводит к неудовлетворительным результатам [40]. Сторонники оперативного метода лечения рекомендуют открытую репозицию костных отломков и стабильную фиксацию их с помощью Т- либо Г-образных пластин, полутрубчатых пластин, пластин с угловой стабильностью винтов, спиц, проволок, винтов, штифтов, скобой с памятью формы из никелида титана, костных трансплантатов, шовного материала [20].

На основе многолетнего опыта работы Е. Ш. Ломтатидзе и соавторы пришли к заключению о том, что использование пластин и винтов для остеосинтеза двухфрагментных переломов у пациентов молодого возраста с нормальной минеральной плотностью костной ткани позволяет получить отличные и хорошие результаты. Наличие остеопении у больных в возрасте старше 60 лет, а также сложный характер перелома отрицательно влияют на исходы остеосинтеза проксимального отдела плечевой кости пластинами и

винтами. По мнению авторов, при оперативном лечении больных пожилого возраста с переломами проксимального отдела плечевой кости хирургическая тактика должна заключаться в выборе наиболее щадящего и одновременно надежного метода фиксации [17].

При исследовании зарубежных источников литературы за последнее десятилетие можно отметить тенденцию к увеличению интереса к консервативному лечению переломов ПОПК; в то же время растет количество публикаций, посвященных методам остеосинтеза, исходам и осложнениям хирургического лечения. По утверждению Stig Brorson с соавт, большинство переломов проксимального отдела плечевой кости поддаются лечению без хирургического вмешательства. Недавние рандомизированные клинические исследования и мета-анализы даже ставят под сомнение пользу хирургического лечения смещенных 3-х и 4-х отдельных переломов [51]. Исследование Yanhua Fan с соавт., сравнивая эффективность оперативного и неоперативного лечения 3-х и 4-х фрагментарных переломов проксимального отдела плечевой кости у пожилых пациентов (пациентам проводилась открытая репозиция и внутренняя фиксация пластиной ($n = 20$), и закрытое вправление и фиксация шиной или гипсовой повязкой ($n = 15$), отмечает получение следующих результатов: у всех пациентов оперативной группы сращение было достигнуто с первого раза, в неоперативной группе – в 95 % случаев; асептический некроз головки плечевой кости обнаружен в 1 случае в каждой группе. Выводы: достоверной разницы в частоте осложнений между 2 группами не выявлено; баллы Констант-Мерли неоперативной группы и оперативной группы составили $64,7 \pm 9,9$ и $66,8 \pm 11,8$ соответственно, не показав существенной разницы; оперативное лечение имеет такую же эффективность, как и неоперативное лечение переломов проксимального отдела плечевой кости при 3-х и 4-х фрагментарных переломах. У пожилых пациентов следует выбирать неоперативное лечение [60]. В многоцентровом рандомизированном клиническом исследовании the Proximal Fralcomm of the Humerus Evaluation by Randomization (PROFHER), состоящем из параллельных групп, было обследовано 250 пациентов в возрасте 16 лет и старше

(средний возраст 66 лет); не было выявлено существенной разницы в среднем по группе лечения по шкале Oxford Shoulder Score, рассчитанной в среднем за 2 года, в том числе по осложнениям, связанным с хирургическим вмешательством или переломом плеча. Вывод исследования: среди пациентов со смещенными переломами проксимального отдела плечевой кости не было существенной разницы между хирургическим лечением по сравнению с нехирургическим лечением в клинических результатах, о которых сообщили пациенты в течение 2 лет после возникновения перелома [96]. Опубликованное весной 2023 г. совместное перекрестное исследование американо-германского научного коллектива было посвящено изучению тенденций лечения и сравнению частоты осложнений после эндопротезирования сустава, открытой репозиции и внутренней фиксации, а также нехирургического лечения у пожилого населения США. Для этого исследования были использованы записи о претензиях врачей программы Medicare о выявленных переломах проксимального отдела плечевой кости, произошедших в период с 1 января 2009 года по 31 декабря 2019 года. Методы лечения переломов были разделены на три группы: эндопротезирование плеча, другие виды операций (ORIF) и нехирургические подходы.

Комплексный мета-анализ включал 33 различных вмешательства, выявленных в 31 рандомизированном исследовании, в котором приняли участие в общей сложности 1 941 пациент. Здесь авторы пришли к выводу, что данных рандомизированных контрольных исследований недостаточно для обеспечения наилучшего выбора метода лечения этой травмы [66]. С одной стороны, одно крупнейшее рандомизированное исследование переломов ПОПК показало, что нехирургическое лечение должно быть стандартом для большинства пациентов со смещенными переломами ПОПК, поскольку хирургическое лечение не привело к лучшим результатам [100], тогда как в другом рандомизированном исследовании было обнаружено, что пожилые люди имели более благоприятные результаты и экономию средств при обратном тотальном эндопротезировании плеча [89]. Анализ 31 рандомизированного исследования показал, что лечение переломов ПОПК в основном проводилось консервативно. За рассматриваемый период

времени неоперативное лечение неизменно составляло более 80 % случаев. Кроме того, количество остеосинтезов снизилось с 9,51 % до 6,95 %, тогда как эндопротезирование плеча увеличилось с 1,99 % до 5,45 %. Частота несращения увеличивалась со временем. При переломах, леченных консервативно, частота неудач при остеосинтезе увеличилась с 0,65 % через 1 месяц до 4,09 % через 24 месяца. Несостоятельность сращения была значительно реже у пациентов в возрасте 80+ лет по сравнению с пациентами в возрасте 65–69 лет. Кроме того, переломы, пролеченные хирургическим путем, имели более высокую частоту несращений по сравнению с переломами, получавшими консервативное лечение. Другие значимые факторы риска нарушения сращения переломов включали чернокожую расу, регион проживания в западных штатах, пациентов с ХОБЛ, цереброваскулярными заболеваниями, застойной сердечной недостаточностью, гипертонической болезнью, морбидным ожирением, ревматоидным заболеванием и пациентов с открытыми переломами. У пациентов с проведенным эндопротезированием плечевого сустава, механические осложнения возникли в 3,26 % случаев через 1 месяц, при этом частота осложнений увеличилась до 6,37 % через 24 месяца. Кроме того, механические осложнения после других оперативных вмешательств возросли с 1,17 % через 1 месяц до 4,85 % через 24 месяца. Следовательно, риск был выше, когда переломы проксимального эпифиза плечевой кости лечились с заменой сустава. Ни возраст, ни какой-либо из рассмотренных клинических факторов не были идентифицированы как значимые факторы риска механических осложнений.

В ходе всестороннего обзора базы данных Cochrane, объединившего данные 31 рандомизированного исследования, Хэндолл и Брорсон пришли к выводу, что в настоящее время недостаточно доказательств для определения наиболее эффективного метода лечения переломов ПОПК. Авторы не обнаружили клинически значимых различий с точки зрения функциональных результатов и качества жизни при сравнении пациентов, пролеченных хирургическим путем, и пациентов, пролеченных без хирургического вмешательства [65].

Частота осложнений значительно различалась в зависимости от методов

лечения. Переломы, пролеченные хирургическим путем, были связаны с более высокой частотой несращений по сравнению с переломами, леченными консервативно, а риск развития инфекции был в два раза выше после эндопротезирования сустава по сравнению с операциями остеосинтеза. Механические осложнения были более вероятны при эндопротезировании сустава [86].

В крупнейшем исследовании Hanson et al. сообщалось о функциональных результатах неоперативного лечения на основе проспективного обследования 160 пациентов, из которых 124 пациента прошли полное наблюдение в течение 1 года. Почти у половины (53,1 %) были несмещенные переломы. Авторы обнаружили, что предполагаемое среднее время до окончательного сращения составляет 14 недель и 7 %-ный риск несращения. Четырем пациентам потребовалась хирургическая фиксация, а 5 пациентам была проведена артроскопическая декомпрессия, при этом частота операций в конечном итоге составила 5,6 %. В этом исследовании подчеркивается, что неоперативное лечение переломов проксимального отдела плечевой кости может привести к удовлетворительным функциональным результатам при умеренной частоте осложнений [62].

1.2 Эволюция методов остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости

За период развития методов остеосинтеза ПОПК отмечается усиливающаяся тенденция к снижению травматичности оперативного пособия, что в результате должно сказаться на уменьшении количества осложнений, в том числе ишемического характера. Многие ученые отдают предпочтение закрытому малоинвазивному остеосинтезу спицами, который предполагает отсутствие нарушения кровообращения в зоне перелома, малый риск развития асептического некроза головки плеча, редкое развитие ложного сустава [76]. А. Ф. Лазарев и соавторы для фиксации костных отломков использовали У-образно изогнутые

спицы, производя закрытый остеосинтез переломов проксимального отдела плечевой кости [12]. Для проведения спиц авторы наносили небольшие насечки на коже плеча, затем тонким сверлом просверливали отверстия в плечевой кости и в кость вводили У-образно изогнутые спицы в головку плеча. Наряду с преимуществами закрытого остеосинтеза спицами многие специалисты сообщают о таких недостатках, как нестабильность остеосинтеза, сложность выполнения операции в техническом плане, необходимость специального инструментария для операции, риск повреждения сосудисто-нервных образований, миграция и невозможность проведения ранней разработки движений в плечевом суставе из-за нестабильного синтеза [91]. Чаще всего нестабильная фиксация вынуждает хирурга прибегать к более жесткой и продолжительной внешней иммобилизации, что приводит к неблагоприятным результатам.

Тактика хирургического лечения переломов проксимального отдела плечевой кости представлена тремя основными направлениями: накостный остеосинтез пластинами с угловой стабильностью, интрамедуллярным блокирующим остеосинтезом различными модификациями проксимальных плечевых гвоздей (PHN) и эндопротезированием плечевого сустава (геми- и тотальным). Параллельно основным методикам существуют оригинальные авторские фиксаторы, в различной степени решающие проблему усиления жесткости фиксации и включения в общую систему конструкции свободных отломков большого и малого бугорков без использования отдельных несопрягаемых с пластиной винтов при остеосинтезе четырехфрагментарного перелома проксимального отдела плечевой кости [15], проводятся исследования биомеханического состояния систем фиксации четырехфрагментарного перелома проксимального отдела плечевой кости [16]. Чрескостный остеосинтез по Илизарову обладает широким спектром достоинств: практически не имеет противопоказаний, может быть выполнен в любом возрасте и при любой локализации внутрисуставных переломов, с его помощью возможно закрытым путем добиться точной репозиции и стабильной фиксации отломков, позволяет с первых дней после остеосинтеза совершать движения в смежных суставах

поврежденной конечности, что является важной мерой профилактики образования стойких контрактур и открывает возможности ранней реабилитации больных по сравнению с традиционными методами [33].

Накостный остеосинтез переломов ПОПК в настоящее время является ведущим, несмотря на продолжающиеся дискуссии о его преимуществах и недостатках.

Интрамедуллярный остеосинтез возможен при всех типах переломов проксимального отдела плечевой кости, а также в случаях комбинированных переломов шейки и диафиза плеча, благодаря усовершенствованной системе блокирования винтов. Данный способ остеосинтеза является методом выбора у пациентов старших возрастных групп, так как обеспечивает достаточную стабильность отломков, превосходя по результатам другие методы внутренней фиксации. Показатели восстановления функции выше в группе пациентов, которым выполнен интрамедуллярный остеосинтез [28].

Блокируемые системы фиксации с угловой стабильностью обладают более высокими показателями внутренней стабильности, поэтому они лучше удерживают репозицию на этапе послеоперационного функционального лечения [44]. Коган П. Г. с соавторами [34] в 2013 году считали одним из наиболее перспективных методов лечения оскольчатых переломов проксимального отдела плечевой кости закрытый интрамедуллярный остеосинтез проксимальными блокируемыми стержнями. «Революцией в интрамедуллярном остеосинтезе ПОПК» названо Мурылевым В. С. с соавторами [31] появление блокируемого штифта для проксимального отдела плечевой кости, однако они считали, что репозиция должна выполняться закрыто, под рентгеновским контролем, без открытого восстановления анатомии.

С развитием малоинвазивных методик появились исследования, где упоминаются и отрицательные стороны закрытой репозиции переломов при блокирующем остеосинтезе. Mittlmeier W. F. с соавторами [88] сообщили о 59 осложнениях у 115 пациентов. Наибольшее количество (26 из 59) составила миграция винтов. Авторы обращают внимание на необходимость более

тщательной фиксации бугорков и улучшение техники установки винтов для предотвращения этого осложнения. Схожее количество осложнений, которое составляло 39 % (26 из 61 пациента), отмечено в сообщении Witney-Lagen C. и соавторов [105]. Наибольшее количество (7 из 26) осложнений пришлось на импиджмент-синдром, потребовавший удаления штифта. Спорным вопросом остается тактика лечения при 3- и 4-фрагментарных переломах с учетом возможного развития аваскулярного некроза головки плечевой кости у данных пациентов. Вследствие технических затруднений восстановление анатомических соотношений при закрытой репозиции появляются методики «репозиции из минидоступа с мягкотканой стабилизацией бугорков» [24], либо фиксация бугорков отдельными от основной (блокируемый гвоздь) металлоконструкциями. Дополнение стабилизации отломков ПОПК методикой «screw-in-screw» (винт-в-винте) в некоторой мере решает проблему вторичного смещения отломков, однако по надежности уступает накостному остеосинтезу пластиной LCP.

Нередко тактикой выбора при многофрагментарных переломах проксимального отдела плечевой кости, переломовывихах, импрессионных переломах, асептическом некрозе головки плеча принято считать первичное эндопротезирование плечевого сустава. Основные принципы однополюсного эндопротезирования плечевого сустава впервые изложены Neer C. S. в 70-е годы XX столетия. Сегодня эндопротезирование ушло далеко вперед, представив новое поколение имплантатов. Большинство последних сообщений показывают, что первичное эндопротезирование обычно предпочтительнее, чем артропластика в отдаленном периоде, так как первичную операцию выполнить технически проще [32]. Тем не менее, U. Prakash и соавторы (2002) не нашли разницы между первичным и отсроченным эндопротезированием при прошествии более 30 дней после повреждения [81].

1.3 Остеосинтез или эндопротезирование

В отечественной и зарубежной литературе, посвященной изучению методов лечения внутрисуставных переломов проксимального отдела плечевой кости, вопрос «остеосинтез или протезирование плечевого сустава» является одним из самых актуальных. В ретроспективном исследовании американских авторов [94] двух групп пожилых пациентов (по 22 в группе) отмечен высокий уровень осложнений в группе остеосинтеза (63,6 %), из которых 45,4 % нуждались в ревизионной операции, в основном в результате аваскулярного некроза и последующего прорезания винтов. В группе первичной гемиартропластики только одному пациенту потребовалась ревизионная операция (4,5 %). Между двумя группами не было различий в отношении баллов Constant-Murley. Внутренняя фиксация внутрисуставных переломов в большом количестве случаев связана с высокой частотой осложнений и ревизий, в то время как первичная гемиартропластика обеспечивает ограниченную функцию, которая мало влияет на качество жизни в пожилом возрасте.

К. Zito и соавторы (1998), изучив результаты лечения 27 пациентов с трех- и четырехфрагментарными переломами, которым производилось эндопротезирование, отмечают, что в 30 % случаев сохраняется умеренное и резкое нарушение функции конечности [106].

Несмотря на неоднозначность полученных результатов протезирования плечевого сустава при переломах, в настоящее время превалирует мнение, что внутрисуставные переломы проксимального отдела плечевой кости являются показанием для первичного эндопротезирования сустава, так как анатомическое восстановление и создание условий для репаративной регенерации методами остеосинтеза не представляются возможным [18]. Согласно литературным данным, количество случаев эндопротезирования плечевого сустава в случаях «сложных» переломов в период 2009–2019 гг. увеличилось с 1,99 % до 5,45 % [86]. В основном это связано с более благоприятными исходами и меньшим количеством осложнений при проведении эндопротезирования реверсными

протезами. Переломы проксимального отдела плечевой кости при остеопорозе могут быть технически сложными для остеосинтеза. Потеря фиксации и варусный коллапс продолжают оставаться проблемами, несмотря на использование современных фиксирующих пластин; обнадеживающие ранние результаты обратного тотального эндопротезирования плеча (RTSA) привели к более широкому использованию RTSA для первичного лечения переломов проксимального отдела плечевой кости [93]. Alexander Klug с соавторами, изучив факторы риска и осложнения при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава и остеосинтезе пластина LCP, выявил общую частоту осложнений: она составила 37,8 % для накостного остеосинтеза (ORIF) и 22,0 % для RTSA. Факторами риска серьезных осложнений при остеосинтезе были остеопороз, варусные переломы, заднемедиальные метафизарные увеличения < 8 мм, смещения головки и диафиза > 4 мм и мультифрагментарные переломы большого бугорка. Согласно заключению авторов, RTSA приводила к меньшему количеству осложнений, чем остеосинтез, и может рассматриваться как ценный вариант при сложных переломах ПОПК у пожилых людей [52]. С другой стороны, внутрибольничные осложнения чаще возникают после обратного эндопротезирования плечевого сустава, чем после накостного остеосинтеза при переломах проксимального отдела плечевой кости; обратное тотальное эндопротезирование плечевого сустава (RTSA) связано с повышенным риском серьезных нежелательных явлений и хирургических осложнений по сравнению с фиксацией фиксирующей пластиной [69].

Некоторые исследования не выявляют преимуществ ни одного из методов хирургического лечения переломов ПОПК. M. Müller при рассмотрении вопроса «остеосинтез или протезирование» отмечает, что стратегия лечения должна обеспечивать функциональный последующий уход и высокую удовлетворенность пациента. В исследовании сравнивались результаты лечения с использованием фиксирующей пластины (LCP) и обратного тотального эндопротезирования плеча (rTSA). Результаты показали, что функциональные результаты были аналогичными в обеих группах, но частота ревизий была значительно выше в

группе LCP. Вывод исследования: первичная rTSA должна быть предпочтительна у пожилых пациентов с множественной патологией и повышенным риском осложнений [42].

Без сомнений, эндопротезирование является операцией выбора при сформированном АНГП. Если в лечение ранних стадий АВН возможно включает проведение консервативных мероприятий для улучшения микроциркуляции в зоне костной ишемии [3], проведение физиотерапии, в частности, использование электромагнитных волн терагерцевого диапазона для коррекции таких патофизиологических нарушений, как гипоксия и гиперкоагуляция [25], безоперационное вмешательство или декомпрессия головки плечевой кости за счет субхондральной веерной туннелизации [26], то на более поздних стадиях заболевания требуется гемиартропластика или тотальное эндопротезирование плеча [73]. Максимальная отсрочка эндопротезирования путем купирования патологического процесса на ранних стадиях является реальным путем этапного лечения аваскулярного некроза [4].

1.4 Частота развития несращения проксимального отдела плечевой кости

Еще одним неблагоприятным исходом как оперативного, так и консервативного лечения внутрисуставных переломов ПОПК, является несращение перелома. Проблема несращения перелома является многофакторной, среди которых интерпозиция мягкими тканями, грубое смещение отломков, ранняя мобилизация и плохое сопоставление отломков [10]. Учитывая внутрисуставной характер переломов, кроме тормозящего репаративный процесс действия внутрисуставной жидкости, необходимо иметь в виду значительное ухудшение кровоснабжения отломков. В проведенном В. И. Зоря с соавт. ретроспективном и проспективном анализе случаев оперативного лечения переломов проксимального отдела плечевой кости у 154 пациентов (мужчин 61, женщин 93) в возрасте от 19 до 91 года (средний возраст 55,8 лет) с 2005 по 2017 гг. из общего числа осложнений асептический некроз диагностирован в 25 (16,2 %)

случаев, несращение перелома в 20 случаях (13 %) и прорезывание винтов в 43 (27,9 %) наблюдениях [10]. Так же данными авторами была установлена четкая связь между несращением и курением и соответствие частоты несращений в наблюдениях литературным данным (13 %). В другом исследовании Manuel Soler-Peiro, посвященном изучению результатов консервативного лечения 3-х и 4-фрагментарных переломов проксимального отдела плечевой кости, получены следующие результаты: средний возраст пациентов: 74,3 года, средний срок наблюдения: 32 месяца; консолидация была достигнута в 95 % трехфрагментарных переломов и 91 % четырехфрагментарных переломов; потеря подвижности (ограничение объема движений) варьировала в зависимости от типа перелома. Несращение перелома было наиболее частым осложнением (21 %), аваскулярный некроз – вторым (9 %) [54]. В исследовании Ewan B Goudie с соавторами в 2021 г. проведена попытка оценить частоту несращения у пациентов без оперативного лечения и создать клиническую модель для прогнозирования развития несращения ПОПК. Исследование проводилось на 2 230 взрослых пациентах со средним возрастом 72 года. У 10,4 % пациентов развилось несращение, у 0,8 % с ШДУ $> 140^\circ$ несращение не развилось. В качестве предикторов развития несращений авторы указывают на изменение ШДУ и шейчно-диафизарное смещение (ШДС): риск развития несращения увеличивался по мере уменьшения шейчно-диафизарного угла и увеличения шейчно-диафизарного смещения. Развитие несращения было очень низким (1 %) при ШДУ $> 90^\circ$ и ШДС $< 50\%$, в то время как риск развития несращения был гораздо выше (83,7 %) при ШДУ $\leq 90^\circ$ и ШДС $\geq 50\%$. Распространенность несращения была значительно выше у курильщиков. Риск несращения может быть точно определен с помощью модели оценки риска несращения (PHARON) [64].

Charles M Court-Brown и Margaret M McQueen, изучая в 2008 г. результаты исследования 11 несращений проксимального отдела плечевой кости, пришли к следующему выводу: несращение после неоперативного лечения переломов проксимального отдела плечевой кости встречается значительно реже, чем

сообщалось ранее, и они предполагают, что возраст, раздробление метафиза и величина смещения перелома являются факторами развития несращения. Распространенность несращения проксимального отдела плечевой кости составляет 1,1 %, хотя она возрастает примерно до 8 % при наличии метафизарного оскольчатого повреждения и 10 % при смещении хирургической шейки от 33 % до 100 %. Влияние несращения на функцию значительно даже через 6 недель после перелома. Несращения имели место у пожилых пациентов, но разница в возрасте не была статистически значимой. Авторы также указывают на то, что, если требуется оперативное лечение несращения проксимального отдела плечевой кости, его не следует откладывать более чем на 6 месяцев после перелома, а в идеале следует проводить сразу после установления наличия несращения, что часто происходит примерно через 3 месяца после перелома [56].

Еще один системный обзор, включающий двенадцать исследований и 514 пациентов, продемонстрировал более высокие показатели несращения (16 %) и возникновения инфекции (4 %) [38]. В отчете о неоперативном лечении смещенных переломов проксимального отдела плечевой кости Юксел и соавт. средний постоянный балл (Constant score) составил 61,3 (n = 18, восемь 3-фрагментарных и десять 4-фрагментарных переломов; средний возраст 68,2 года; средний срок наблюдения 3,3 года), при этом несращение и остеонекроз были выявлены у 27,8 % (n = 5) [103].

Учитывая нарушение кровоснабжения головки плечевой кости в патогенезе развития несращений переломов ПОПК, арсенал методов лечения достаточно ограничен и включает в себя проведение остеоперфораций, использование аутотрансплантов и эндопротезирование плечевого сустава. Учитывая предыдущий развитию несращения период лечения, большинство пациентов имеют сформированную контрактуру сустава, что может отразиться неблагоприятно на результатах последующих этапов. Поэтому оперативное лечение должно обеспечивать раннюю функциональную реабилитацию плечевого сустава. С целью изучения возможностей оперативной ревизии несращений проксимального отдела плечевой кости, направленной на получение консолидации и выявлению приемлемого функционального результата

группой исследователей из Германии в период с 2008 года по 2014 год была проведена работа, куда были включены 27 пациентов с реостеосинтезом проксимального отдела плечевой кости. Средний возраст пациентов составил 56 лет, среднее количество предшествующих хирургических вмешательств составило 1,2. Среднее время между первичной операцией и повторным остеосинтезом составило 12,3 месяца. У 23 пациентов была выполнена трансплантация кости из гребня подвздошной кости, и 1 пациент получил аллогенную кость. Три пациента получали костный морфогенетический белок 7 (BMP 7) в сочетании со свободным костным трансплантатом. Операция ревизии псевдоартроза закончилась неудачей в двух случаях. Выводы исследования: операция ревизии псевдоартроза с сохранением головки плечевой кости повторным остеосинтезом с трансплантацией кости является эффективным методом лечения несращений проксимального отдела плечевой кости [68]. С другой стороны, авторы, изучающие возможность лечения несращений проксимального отдела плечевой кости обратным тотальным эндопротезированием, отмечают ограниченность метода, в основном из-за высокой частоты вывихов эндопротеза [104].

1.5 Причины развития ишемических посттравматических изменений головки плечевой кости при внутрисуставных переломах

1.5.1 Особенности кровоснабжения исследуемой зоны

Согласно данным атласа нормальной анатомии, кровоснабжение проксимального отдела плечевой кости осуществляется за счет ветвей подмышечной артерии. В подгрудном треугольнике (третий отдел) от подмышечной артерии отходят три артерии: 1) подлопаточная артерия, *a. subscapularis*, – самая крупная; делится на грудоспинную артерию,

a. thoracodorsalis, которая следует вдоль латерального края лопатки. Она кровоснабжает переднюю зубчатую и большую круглую мышцы, а также широчайшую мышцу спины; и артерию, огибающую лопатку, *a. circumflexa scapulae*, которая проходит через трехстороннее отверстие на заднюю поверхность лопатки к подостной мышце и к другим соседним мышцам, а также к коже лопаточной области; 2) передняя артерия, огибающая плечевую кость, *a. circumflexa anterior humeri*, проходит впереди хирургической шейки плеча к плечевому суставу и к дельтовидной мышце; 3) задняя артерия, огибающая плечевую кость, *a. circumflexa posterior humeri*, более крупная, чем предыдущая, вместе с подмышечным нервом направляется через четырехстороннее отверстие к дельтовидной мышце, анастомозирует с ветвями передней артерии, огибающей плечевую кость, кровоснабжает плечевой сустав и рядом расположенные мышцы.

Кровоснабжение лопатки осуществляется ветвями подключичной артерии, а именно: глубокой ветвью поперечной артерии шеи (*a. transversa colli*) и надлопаточной артерией (*a. suprascapularis*). Они широко анастомозируют с сосудами, исходящими из подмышечной артерии, – подлопаточной артерией (*a. subscapularis*) и ее ветвью – артерией, окружающей лопатку (*a. circumflexa scapulae*) (Рисунок 1, взят из атласа нормальной анатомии).

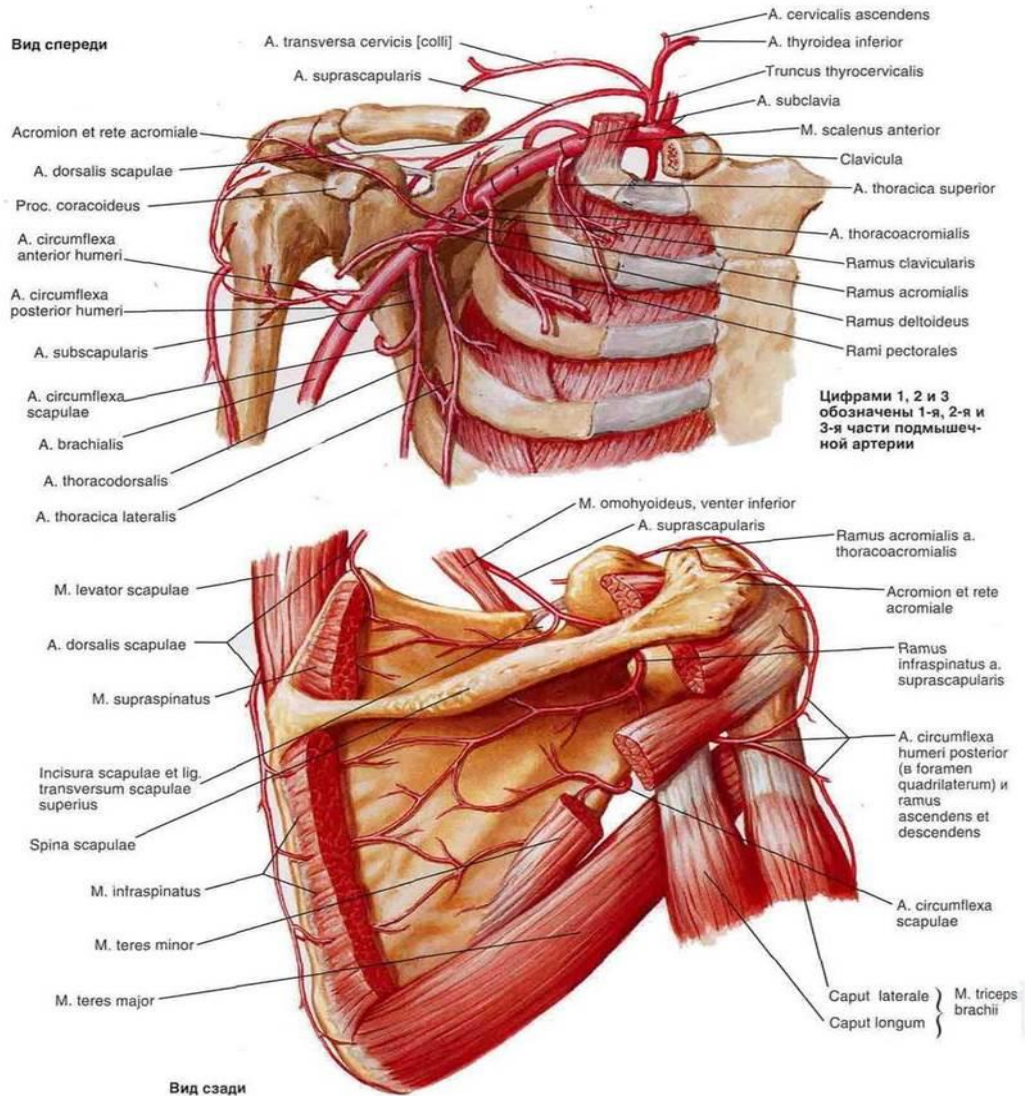


Рисунок 1 – Особенности кровоснабжения плечевого сустава (атлас нормальной анатомии человека, 2002г)

Из дополнительных исследований сосудистой сети также установлено, что кровоснабжение головки плечевой кости осуществляется в основном через дугообразную артерию, которая ответвляется от восходящей ветви передней огибающей плечо артерии. Эта артерия погружается в плечевую кость в межбугорковой борозде, отдавая ветви к обоим бугоркам и головке. При повреждении дугообразной артерии кровоснабжение головки не может быть компенсировано другими источниками, что и приводит к аваскулярному некрозу головки плечевой кости [48].

В исследовании Natalie Keough с соавторами были изучены варианты кровоснабжения головки плечевой кости, происходящие из передней и задней

огибающих плечевых артерий. Для идентификации внутрикостной сосудистой сети использовалось введение контрастного вещества с последующим использованием микрофокусной компьютерной томографии высокого разрешения. Затем образцы были рассечены, чтобы показать, где ветви огибающих артерий проникают в кость, и небольшая часть головки была удалена, чтобы визуализировать проникновение красителя в губчатую кость. Компьютерная томография показала, что внутрикостная ветвь восходящей ветви передней огибающей плечо артерии проходит внутри большого бугорка в медиальном направлении от точки ее проникновения вдоль латерального края межбугорковой борозды. Внутрикостное накопление контраста в пределах большого бугорка происходит в большей степени в направлении нижней части головки плеча, а передневерхняя и верхнемедиальная части головки плечевой кости не перфузируются. Эта область является зоной высокого риска аваскулярного некроза [40] (Рисунок 2).

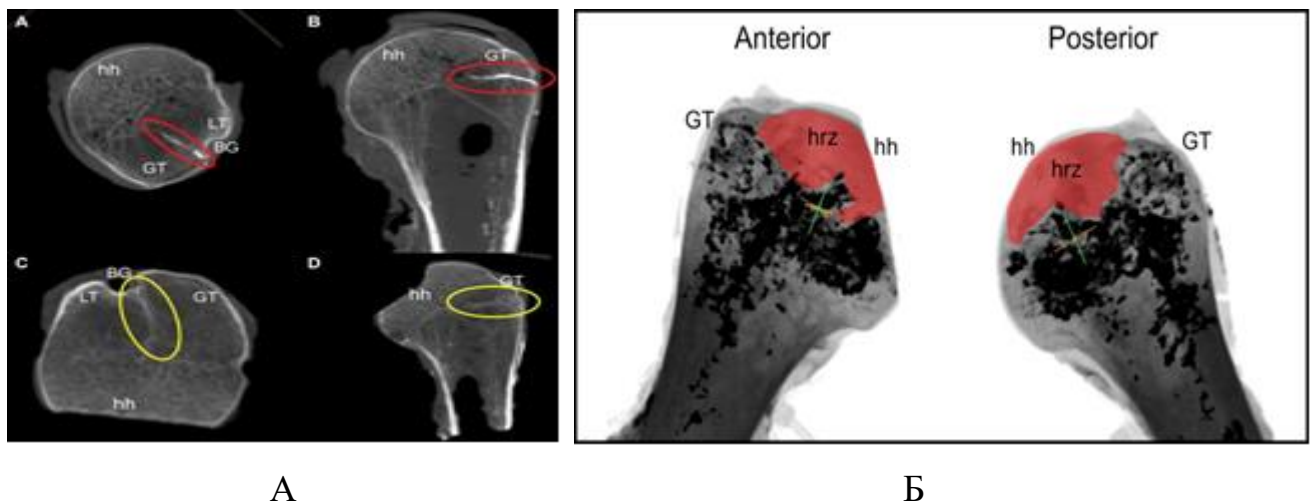


Рисунок 2 – Расположение внутрикостной ветви восходящей ветви передней огибающей плечо артерии (А); зоны высокого риска аваскулярного некроза головки плечевой кости (Б) (рисунок взят из оригинальной статьи N. Keough, 2019)

С. Н. Brooks с соавторами изучили анатомию артерий ПОПК и влияние четырехфрагментарных переломов на кровоснабжение головки плечевой кости,

используя перфузию сульфатом бария 16 трупных препаратов. Основное артериальное снабжение головки плечевой кости осуществлялось через восходящую ветвь передней плечевой огибающей артерии и ее внутрикостное продолжение, дугообразную артерию. Имелись значительные внутрикостные анастомозы между дугообразной артерией и: 1) задней плечевой огибающей артерией через сосуды, входящие в заднемедиальную часть проксимального отдела плечевой кости; 2) метафизарными сосудами; 3) сосудами большого и малого бугорков. В большинстве случаев имитированные четырехфрагментарные переломы прекращали перфузию головки плечевой кости. Однако, если фрагмент головки проходил дистально ниже суставной поверхности и медиально, некоторая перфузия головки сохранялась за счет заднемедиальных сосудов. Эти сосуды играют важную роль в лечении оскольчатых переломов проксимального отдела плечевой кости [45].

Таким образом, клинические и экспериментальные данные указывают на нарушения васкуляризации с последующим некрозом головки в 30–100 % случаев после оскольчатых внутрисуставных переломов, состоящих из 3 и 4 фрагментов, в результате чего исходы остеосинтеза не всегда удовлетворительны, поскольку на фоне возрастных изменений кровоснабжения головки плечевой кости и нарушения кровообращения в результате травмы развивается аваскулярный некроз, а затем остеоартроз плечевого сустава [19]. Исходя из этого, возникает необходимость стимуляции репаративного остеогенеза при внутрисуставных повреждениях для сокращения сроков достижения сращения и профилактики ишемических изменений головки плечевой кости. Однако исследований, посвященных изучению возможностей профилактики посттравматической ишемии проксимального эпифиза плечевой кости, крайне мало.

1.6 Существующие методы стимуляции репаративного остеогенеза при переломах проксимального отдела плечевой кости.

Использование свободных губчатых костных аутотрансплантатов из крыла подвздошной кости в основной массе публикаций рассматривается исключительно для замещения дефектов проксимального отдела плеча, возникающих вследствие смятия остеопорозной кости в момент травмы. Данный вариант костной пластики является оптимальным по многим параметрам, включающим отсутствие иммунного ответа, наличие живых остеогенных стромальных клеток. Главные недостатки аутопластики хорошо известны любому практикующему травматологу: нанесение дополнительной травмы донорскому участку, удлинение времени операции, возникновение дополнительных ворот инфекции. Нередко донорский участок гребня крыла подвздошной кости доставляет пациенту много хлопот из-за хронического болевого синдрома. Негативные стороны забора губчатого аутотрансплантата можно снизить использованием цилиндрического остеоперфоратора (фрезы), однако стимулирующий эффект аутотрансплантата будет снижен, т. к. предпочтителен забор единого губчатого блока, вероятность резорбции которого ниже.

Стимулирующий эффект губчатого аутотрансплантата усиливается при проведении остеоперфораций. Наложение на обработанный участок кортикального слоя диафизарной (метадиафизарной) зоны губчатого трансплантата и выполнение в нем отверстий, достигающих костномозговой полости, восстанавливает сообщение костномозговой полости с надкостницей, стимулируя образование множественных периостально-медуллярных анастомозов, улучшающих питание трансплантата как стороны надкостницы, так и костномозгового канала. Имплантированный в краевой дефект трансплантат васкуляризуется и является в зоне ложного сустава своеобразным донором солей, белков и минералов [13].

Некоторые источники указывают на возможность использования аллокости и синтетических материалов для той же цели. К сожалению, данные материалы

никаким образом не могут стимулировать остеогенез в зоне ишемии костной ткани, за исключением случаев насыщения костной структуры аллогraftа остеостимулирующими субстратами. Примером может являться исследование коллектива авторов ГБУЗ НИИ СП им. Н. В. Склифосовского по изучению остеостимуляции трансплантата из препарата головки, шейки и части диафиза малоберцовой кости кадавера, длиной 6–8 см, который насыщали раствором коллагена. Согласно результатам работы, включающей гистологическое изучение одного из препаратов через 9 месяцев после операции (получен при эндопротезировании плечевого сустава по причине несращения), разработанный комбинированный аллогенный трансплантат из головки малоберцовой кости, насыщенный коллагеном I типа, не токсичен, не обладает иммуногенностью, при этом имеет более выраженные остеокондуктивные свойства по сравнению с нативными костными аллотрансплантатами, что способствует его заселению клетками [21].

Рассматриваются современные способы стимуляции репаративных процессов, которые наиболее доступны для реализации в многопрофильном стационаре. К ним относятся применение аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, аутологоичного тромбоцитарного лизата человека и аспирата аутологичного костного мозга человека. В отличие от использования костного морфогенетического белка, стромально-васкулярной фракции жировой ткани, концентрата аутологичного костного мозга применение рассмотренных методов не требует специального дорогостоящего оборудования и технически легко выполнимо [9]. В сочетании с алло- или синтетическим пластическим материалом предполагается улучшение свойства остеопластических материалов за счет повышения их регенераторного потенциала путем насыщения биологически активными веществами, живыми клетками, что приближает их эффективность к аутокости.

Наиболее перспективным для стимуляции остеогенеза представляется использование несвободных аутооттрансплантов.

Из доступных источников обращает на себя внимание метод несвободной костной пластики для лечения ложных суставов в верхней трети плечевой кости [29]. Суть метода заключается в формировании костно-мышечного трансплантата, включающего фрагмент нижнего угла лопатки, который перемещают в зону реконструкции в верхней трети плеча через канал, сформированный между большой и малой круглыми мышцами и далее под длинной головкой трехглавой мышцы плеча. Данный способ позволяет увеличить площадь остеогенной поверхности трансплантата, обеспечить возможность перемещения хорошо кровоснабжаемого трансплантата на большие расстояния.

Тема стимуляции остеогенеза несвободными костно-мышечными трансплантатами при внутрисуставной патологии изучена в области тазобедренного сустава. В литературе описано использование следующих несвободных ауто трансплантатов для реваскуляризирующей остеопластики: трансплантат из вертела бедренной кости [1] или из гребня подвздошной кости [27], питающая ножка выкраивается из средней ягодичной, портняжной мышц. Vaishya и соавторы в 2016 году представили результаты несвободной реваскуляризирующей остеопластики с забором трансплантата из передневерхней ости подвздошной кости на питающей мышечной ножке из m. Sartorius. Проведенные патоморфологические исследования костного материала (головки бедра после эндопротезирования тазобедренного сустава) доказывают, что методика реваскуляризации головки бедренной кости ауто трансплантатом из большого вертела на мышечной ножке при асептическом некрозе эффективны лишь при 1-й и 2-й стадиях асептического некроза головки бедра [30]. Согласно разработанной авторами методике, предложен оригинальный способ реваскуляризации головки бедренной кости ауто трансплантатом из большого вертела, в совокупности с медикаментозной терапией низкомолекулярными гепаринами и бифосфонатами, позволяющий получать позитивные результаты лечения в подавляющем большинстве случаев.

Использование несвободного костно-мышечного трансплантата из клювовидного отростка лопатки на питающей ножке короткой головки двуглавой

мышцы плеча в основном фигурирует при коррекции нестабильности плечевого сустава (операция Латарже); работ, изучающих репаративные возможности данного аутоотрасплатата, не встречено. В то же время, кровоснабжаемость остеотомированного фрагмента коракоида доказана при анатомо-морфологическом исследовании [70]: анатомические трупные и клинические исследования продемонстрировали наличие ранее не идентифицированной прямой артериальной ветви от второй (средней) части подмышечной артерии, питающей передние 2–3 см клювовидного отростка лопатки. Этот постоянный сосуд и сопутствующая вена могут быть использованы для свободного переноса клювовидного отростка (транспозиции), когда может потребоваться небольшой васкуляризованный костный лоскут. Вывод исследования: The coracoid process is supplied by a direct branch of the 2nd part of the axillary artery permitting use of the coracoid as a vascularised bone flap, and improving it's viability in Latarjet or Bristow procedures (коракоид кровоснабжается прямой ветвью средней порции подмышечной артерии и может быть использован для свободного переноса, когда может потребоваться небольшой васкуляризованный костный лоскут). В исследовании экстракорткальной артериальной сети кровоснабжения коракоида, выполненном Antoine и Olivier Hamel, были выполнены посмертные ангиографии верхней конечности. Результаты: вертикальная часть клювовидного отростка снабжалась надлопаточной артерией, а горизонтальная часть – ветвями подмышечной артерии [36]. В другом исследовании кровоснабжаемости клювовидного отростка, проведенного Zhenhan Deng с соавторами, выявлено, что клювовидный отросток – это структура с богатым кровоснабжением (Рисунок 3).

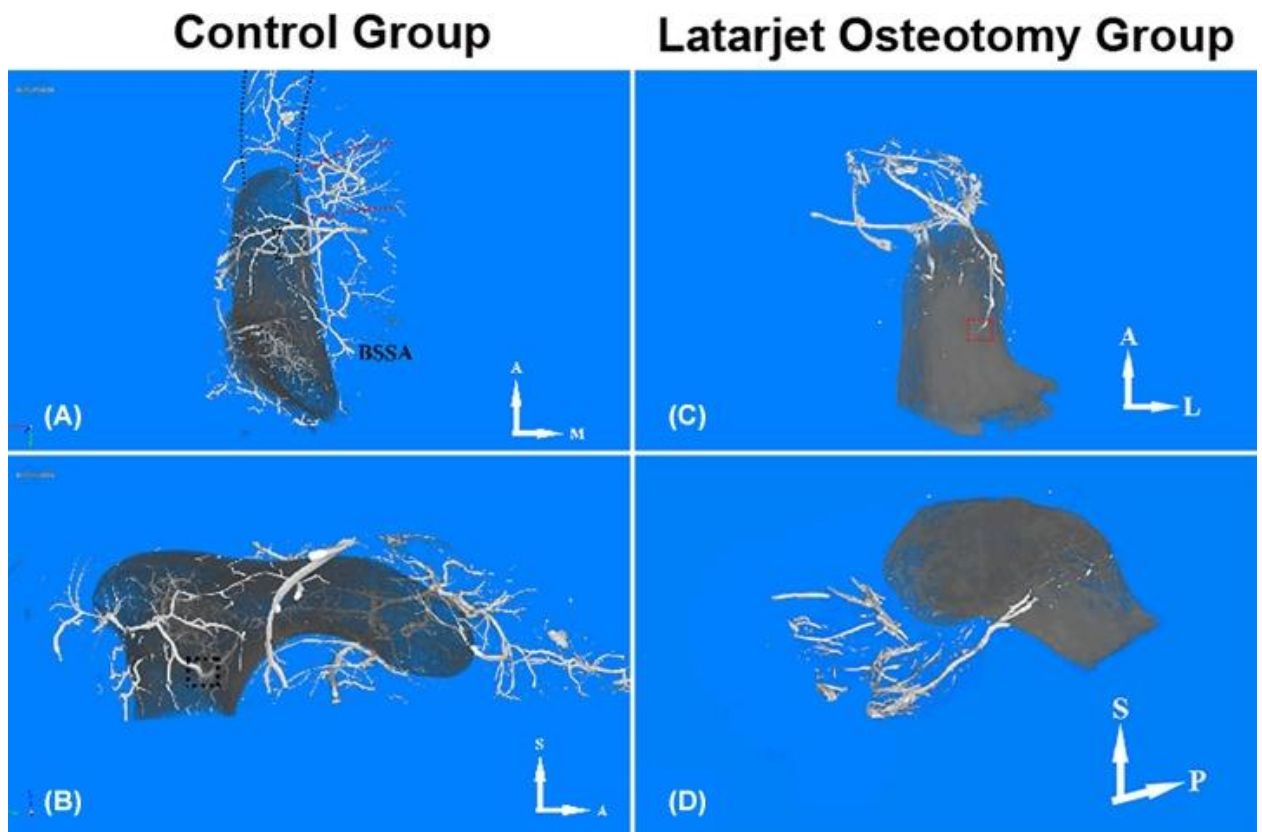


Рисунок 3 – Контрастирование артериальной сети клювовидного отростка в норме (A, B) и в условиях остеотомии (C, D) (рисунок взят из оригинальной статьи Z. Deng, 2019)

Было обнаружено, что клювовидный отросток снабжается надлопаточной артерией, грудно-акромиальной артерией и ответвлением от второй части подмышечной артерии. После процедуры остеотомии коракоида не было обнаружено артерии от *m. biceps*, проникающей в месте его прикрепления. Только в одном образце кровеносный сосуд, полученный при компьютерной томографии, проник в костный трансплантат с нижней стороны. Таким образом, существует вероятность того, что сосуды, полученные из *m. biceps*, питали нижнюю сторону клювовидного отростка [37].

Таким образом, проблема выбора оптимального способа оперативного пособия, направленного на стабилизацию отломков и одновременное восстановление кровоснабжения отделенного эпифиза проксимального отдела плечевой кости с риском развития АНГПК, остается открытой, что послужило основанием для выполнения данного научного исследования.

Определение предикторов посттравматической ишемии ПОПК

Длительный период времени системный анализ возможных причин развития посттравматических ишемических расстройств костной ткани головки плечевой кости не проводился; после широкого развития гемиартропластики плечевого сустава проблема казалась решенной. Однако, по мере появления критических отзывов об исходах эндопротезирования, ортопеды вновь вернулись к поиску симптомов, указывающих на вероятность развития посттравматического асептического некроза головки плечевой кости.

Было установлено, что значимыми факторами, отрицательно влиявшими на исходы лечения пациентов с четырехфрагментарными переломами ПОПК, как и при трехфрагментарных переломах, оказались фрагментация отломка, несущего суставную поверхность плечевой кости, его угловые смещения относительно среднедиафизарной линии плечевой кости, смещения основных отломков на уровне хирургической шейки плечевой кости и смещения большого бугорка от места его нормального расположения [11]. Наиболее пристальное внимание исследователи обращают на следующие параметры внутрисуставных переломов ПОПК: прохождение (нет) линии перелома по анатомической шейке плечевой кости; длину зоны calcar – аналога костного гребня calcar femoris, параллельного образования дуге Адамса шейки бедренной кости, продолжающегося от анатомической шейки к хирургической; medial hinge integrity – наличие смещения головки по отношению к зоне calcar (есть или нет); metaphyseal extension – ширина метафизарного расширения плечевой кости. Так же рассматриваются фрагментация суставной поверхности головки, величина смещения бугорков, варусное или вальгусное смещение головки плечевой кости. Несмотря на достаточное количество обзорных ретроспективных исследований, единого мнения о наличии типичной для развития признаков АНГП морфологической картины внутрисуставного перелома до сих пор не определяется.

Большое количество авторов акцентируют внимание на сохранность или величину смещения медиальных костных структур ПОПК. F. Kralinger с

соавторами установил, что периостальные перемычки между фрагментом головки и метафизом плечевой кости могут сохранить кровоснабжение головки при сложных переломах. Они обнаружили, что разрыв надкостницы начинается после смещения фрагмента головки плечевой кости примерно на 3 мм и завершается после смещения примерно на 34 мм, без какой-либо существенной разницы между медиальным или латеральным смещением. Создание точки перелома на расстоянии 5 мм дистальнее анатомической шейки воспроизводимо приводило к перелому с медиальным смещением в зоне калькар > 8 мм. Воспроизводимость длины сегмента калькар считалась важной, поскольку несколько исследований показали корреляцию между его размером и влиянием на сосудистую систему фрагмента головки, в том числе в месте расположения некоторых внутренних отверстий [101]. Проведенное в 2016–2021 гг. исследование Hanru Ren выявило связь между тяжестью повреждения малого бугорка плечевой кости и качеством исхода сращения перелома. В данной работе оценивали количество фрагментов малой бугристости и целостность medial calcar плечевой кости. Результаты показали, что количество фрагментов малой бугристости связано с целостностью медиальной кортикальной пластинки плечевой кости. Пациенты с более чем двумя фрагментами малого бугорка и продолжающимся разрушением медиального калькара имели значительные изменения шеечно-диафизарного угла, высокие баллы DASH, плохую послеоперационную стабильность (потеря репозиции) и плохое восстановление функции плечевого сустава через 1 год после операции. Вывод исследования: количество фрагментов малого бугорка и целостность медиальной кортикальной пластики calcar кости связаны с развитием АН головки плечевой кости и снижением стабильности плечевого сустава после операции по поводу перелома проксимального отдела плечевой кости [98].

Некоторые расхождения присутствуют в результатах изучения влияния на исход переломов ПОПК начального варусного или вальгусного смещения головки плечевой кости. В исследовании Ch. Capriccioso указывается, что отдаленные функциональные результаты анализа 101 случая не показали статистически значимой разницы между группами вальгус\варус, хотя пациенты с варусным

смещением имели более высокий риск развития осложнений после операции. Частота осложнений и повторных операций также не показала статистически значимой разницы. У значительно большего числа пациентов в начальной когорте с варусными переломами развились осложнения (40,4 %) по сравнению с 20,3 % пациентов в начальной когорте с вальгусной деформацией ($P = 0,03$). Четырнадцать пациентам в этом исследовании была проведена повторная операция. Девять из этих пациентов были в когорте varus, а 5 – в когорте valgus ($P = 0,15$). Возраст, распределение по полу, ИМТ и другие факторы не имели статистически значимой разницы между группами [46]. В другом исследовании, посвященном использованию пластин с угловой стабильностью при переломах проксимального отдела плечевой кости у пожилых пациентов ставилась цель – определить влияние начальных рентгенологических признаков на результаты лечения. Принимали участие 70 пациентов старше 55 лет с низкоэнергетическими переломами плечевой кости, стратифицированные на две группы в зависимости от направления деформации головки плечевой кости (варусное или вальгусное смещение). Не было выявлено статистически значимых различий между группами по возрасту, полу, классификации Neer и последующему наблюдению. Рентгенологические измерения включали угол наклона головки плечевой кости, смещение бугристости и длину интактного метафизарного сегмента (metaphyseal extension). Наилучшие клинические результаты были у пациентов с вальгусно-деформированными переломами и длиной метафизарного сегмента более 2 мм. Осложнения встречались чаще у пациентов с начальными варусными переломами (79 % против 19 % у пациентов с начальными вальгусными переломами). Угол наклона головки плечевой кости оказал наибольшее влияние на результаты лечения, а длина метафизарного сегмента менее 2 мм была предиктором развития аваскулярного некроза [72].

Таким образом, многие исследователи приходят к выводу, что вальгусное смещение головки плечевой кости при травме является прогностически более благоприятным, чем варусное, с меньшим количеством исходов в АНГП. Указаний на более благоприятные исходы варусных переломов нам не

встречались, хотя существуют «пограничные» работы. В качестве примера можно представить исследование по изучению влияния предоперационной смещения головки плеча на результаты эндостальной аугментации при фиксации перелома проксимального отдела плечевой кости. Принимали участие 72 пациента с изолированными переломами проксимального отдела плечевой кости с минимальным сроком наблюдения 12 месяцев, которым проведена открытая репозиция и внутренняя фиксация с эндостальной установка аллотрансплантата малоберцовой кости. Результаты: не выявлено существенных различий в частоте осложнений, рентгенологических или клинических исходах между переломами с предоперационным варусным смещением и переломами с вальгусным смещением головки плечевой кости [100].

В процессе поиска вероятных предикторов развития костной ишемии периодически появляются работы, указывающие новое направление. В частности, Levon Doursounian предложил дополнение к уже изученным прогностически значимым параметрам (в частности, «Дорсомедиальное метафизарное расширение головки плечевой кости является предиктором ишемии после сложных переломов проксимального отдела плечевой кости (PHFS)» – там же), изучив с помощью 3D компьютерной томографии поверхность метафизарного расширения и его прогностическую значимость в отношении возникновения аваскулярного некроза. На серии из 25 случаев внутрисуставных переломов ПОПК провели предоперационную 3D-компьютерную томографию и измерили площадь поверхности заднего метафизарного расширения (PME) головки. Используя приблизительные расчеты, было рассчитано соотношение между площадью поверхности данного вида расширения (PMS) и площадью суставной поверхности головки (HS). Соотношение PMS / HS анализировали с учетом риска АВН. Исследование показало корреляцию между возникновением АНГП и размером метафизарного расширения (extension). Результатом исследования, кроме обозначения нового предиктора костной ишемии, стала предложенная прогностическая классификация, основанная на количестве дополнений (extensions) головки плечевой кости. Головка плечевой кости может иметь

3 расширения (extensions): постеромедиальный (PME), малого бугорка (LTE) и большого бугорка (GTE). Риск развития АВН снижается с увеличением количества дополнений (расширений) головки. Авторами предложен четырехэтапный подход для облегчения принятия решения о методе лечения (остеосинтез или протезирование) [57].

R. Hertel в 2004 г. на основе вышеуказанных признаков перелома попытался создать объединенную систему критериев, оценивающих риск развития АНГП. В период с февраля 1998 по декабрь 2001 года были изучены результаты проспективного хирургического обследования и лечения 100 внутрисуставных переломов проксимального отдела плечевой кости, вылеченных открытым хирургическим вмешательством. Морфологию перелома оценивали с помощью структурированного опросника и на основании рентгенологических и интраоперационных данных. Перфузию головки плеча оценивали интраоперационно путем наблюдения за обратным потоком после формирования отверстий в центральной части головки, и с помощью внутрикостной лазерной доплеровской флоуметрии у 46 пациентов. Хорошими предикторами ишемии были длина расширения головки метафиза (medial extension) (точность 0,84 для сегментов calcar < 8 мм), целостность медиального шарнира (medial hinge integrity) (точность 0,79 для поврежденного шарнира) и характер основного перелома (точность 0,7 для комбинированных типов 2, 9, 10, 11 и 12 LEGO). Умеренными и плохими предикторами ишемии были переломы, состоящие из четырех фрагментов (точность 0,67), угловое смещение головки (точность 0,62 для углы более 45°), величина смещения (точность 0,61 для смещения более 10 мм), вывих плечевой кости (glenohumeral dislocation) (точность 0,49), компоненты с расщеплением (фрагментацией) головки (точность 0,49) и переломы, состоящие из трех фрагментов (точность 0,38). При сочетании вышеуказанных критериев (анатомическая шейка, короткий калькар, разрушенный шарнир – disrupted hinge) можно было получить положительные прогностические значения до 97 %. Наиболее значимыми предикторами ишемии были длина дорсомедиального метафизарного расширения, целостность медиального шарнира (medial hinge

integrity) и основной тип перелома, определенный с помощью бинарной системы описания (LEGO) [82]. Однако, по мере использования «критериев Хертеля», появились критические публикации. В 2015 г. G. Camprochiaro с соавторами изучил возможность прогнозирования развития АНГП при использовании критериев Hertel. В исследовании участвовали результаты лечения 267 переломов, обработанных с 2004 по 2010 годы. Частота АВН составила 3,7 %, не было обнаружено значимой корреляции с полом, возрастом и типом перелома. Только 30 % переломов с АВН показали все хорошие предикторы Хертеля, в то время как 4,7 % переломов без АВН так же показали хорошие предикторы ($p < 0,05$). В группе с АВН качество репозиции было низким в 50 % случаев, в то время как в группе без АВН она было низким в 3,4 % случаев ($p < 0,05$). Результаты исследования:

- критерии Хертеля важны при планировании операции, но их недостаточно;

- требуется точная оценка перелома области калькар в трех плоскостях и изучение всех переломов с помощью компьютерной томографии [50]. Другим полярным заключением заканчивается исследование Marcio Alves Cruz, проводшего ретроспективное исследование пациентов, перенесших остеосинтез переломов проксимального отдела плечевой кости с использованием переднебокового доступа. Пациенты были разделены на две группы: высокий риск развития некроза (группа 1) и низкий риск развития некроза (группа 2) в соответствии с критериями Хертеля. Была рассчитана общая распространенность АНГП и распространенность в каждой группе. Группы сравнивались с использованием критерия Хи-квадрат или точного критерия Фишера. Использовались непарный t-критерий (параметрические переменные – возраст) и критерий Манна – Уитни (непараметрическое время между травмой и операцией). Результаты: Всего было обследовано 39 пациентов. Время послеоперационного наблюдения составило $(14,5 \pm 3,3)$ месяца. Время до начала некроза составило $(14,1 \pm 3,9)$ месяца. Пол, возраст и время между травмой и операцией не влияли на риск развития некроза. Типы 2, 9, 10, 11 и 12, или переломы с заднемедиальным

расширением головки менее или равным 8 мм, или отклонение диафиза более 2 мм, а также группировка не влияли на риск развития остеонекроза. Выводы: Критерии Хертеля не смогли предсказать развитие остеонекроза после остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости, выполненного переднебоковым доступом. Общая распространенность АВН составила 17,9 % с тенденцией к увеличению частоты после 1 года хирургического лечения [99]. Несмотря на критические отзывы, вклад работы Hertel весьма значителен. Он продемонстрировал, что ряд объединенных факторов, включая потерю medial hinge, могут увеличить риск развития АВН [53].

Таким образом, можно констатировать факт отсутствия в настоящий момент четко определенных предикторов развития асептического некроза головки плеча в случаях внутрисуставных переломов.

ГЛАВА 2 МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Для верификации кровоснабжаемости клювовидного отростка через сухожилие короткой головки бицепса после остеотомии проведено изучение сосудистой сети на трупном материале. Согласие родственников умерших получено. Исследование одобрено заключением Локального Этического Комитета ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, выписка 001/23 из протокола заседания 001/23 от 17 января 2023 г.).

Целью работы было изучить особенности кровоснабжения (наличия сосудистой сети) в области перехода костного фрагмента клювовидного отростка лопатки в сухожилие короткой головки двуглавой мышцы плеча; в области между сухожилием и мышечной тканью (брюшком) двуглавой мышцы плеча; в мышечном лоскуте брюшка двуглавой мышцы плеча.

Проведено микроскопическое исследование кадаверного (трупного) материала. Исследованы костно-мышечные фрагменты аутопсийного материала от 10 умерших без патологии костно-мышечной системы и без повреждения сосудов. Исследовано в общей сложности 30 микропрепаратов. От каждого умершего выделены зоны исследования: 1. область перехода костного фрагмента клювовидного отростка лопатки в сухожилие короткой головки двуглавой мышцы плеча; 2. область между сухожилием и мышечной тканью (брюшком) двуглавой мышцы плеча; 3. Мышечный лоскут брюшка двуглавой мышцы плеча. В каждом препарате исследовано по 6 полей зрения.

При морфологическом исследовании проводилась оценка наличия и состояния кровоснабжающих сосудов в указанных областях. Полученный биоматериал фиксировали в 10%-м нейтральном растворе забуференного формалина более 72 часов. Далее декальцинировали в 14% растворе трилона Б, забуференного до pH 7,0. На ротационном микротоме изготавливали срезы толщиной до 5 мкм, окрашивали их гематоксилином и эозином по стандартной методике. В работе для приготовления гистологических препаратов использовали аппарат для проводки TP 1020 («Leica», Германия), заливочную станцию EG 1160 («Leica», Германия), ротационный микротом RM 2235 («Leica», Германия),

аппарат окрашивания микропрепаратов Auto Stainer XL («Leica», Германия). Микропрепараты исследованы при увеличении на $\times 100$, 200 , 400 . Полученные цифровые данные были подвергнуты статистическому анализу с использованием прикладных программ Microsoft Office Excel 2010 и SPSS 13.0. Результаты представлены в виде средних значений и их ошибок для количественных величин или как значения и проценты для качественных. Показатели исследования были проверены на нормальность распределения с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. В случае нормального распределения значений применяли t -критерий Стьюдента. Достоверным считали различие между сравниваемыми рядами с уровнем достоверной вероятности 95% ($p \leq 0,05$). Достоверность различий между выборками с отсутствием нормального распределения оценивали с помощью критерия Манна – Уитни. Различия считались достоверными при уровне статистической значимости $p < 0,05$.

Во всех исследованных фрагментах, в частности в области перехода костного фрагмента клювовидного отростка лопатки в сухожилие короткой головки двуглавой мышцы плеча, в области между сухожилием и мышечной тканью (брюшком) двуглавой мышцы плеча, в мышечном лоскуте брюшка двуглавой мышцы плеча выявлены сосуды мышечного и мышечно-эластического типа, мелкого и среднего калибра, часть из которых с утолщенными стенками, в костной ткани определяются Гаверсовы каналы. Прослеживается наличие артерий проникающих из сухожилия в костную ткань. Проведен морфометрический анализ соотношения количества артерий и вен в каждой локализации в аутопсийном материале от умерших. Выявлено, что численная плотность вен была выше примерно в 2 раза в каждой локализации, что является вариантом нормы для адекватного кровообращения (таблица 1).

Таблица 1- Сравнительная характеристика результатов морфометрического исследования численной плотности и соотношения артерий и вен

Тип сосуда	Область перехода костного фрагмента клювовидного отростка лопатки в сухожилие короткой головки двуглавой мышцы плеча	Область между сухожилием и мышечной тканью (брюшком) двуглавой мышцы плеча	Мышечный лоскут брюшка двуглавой мышцы плеча
Артерии	36,3%	37,1%	32,2%
Вены	63,4%	62,6%	67,7%

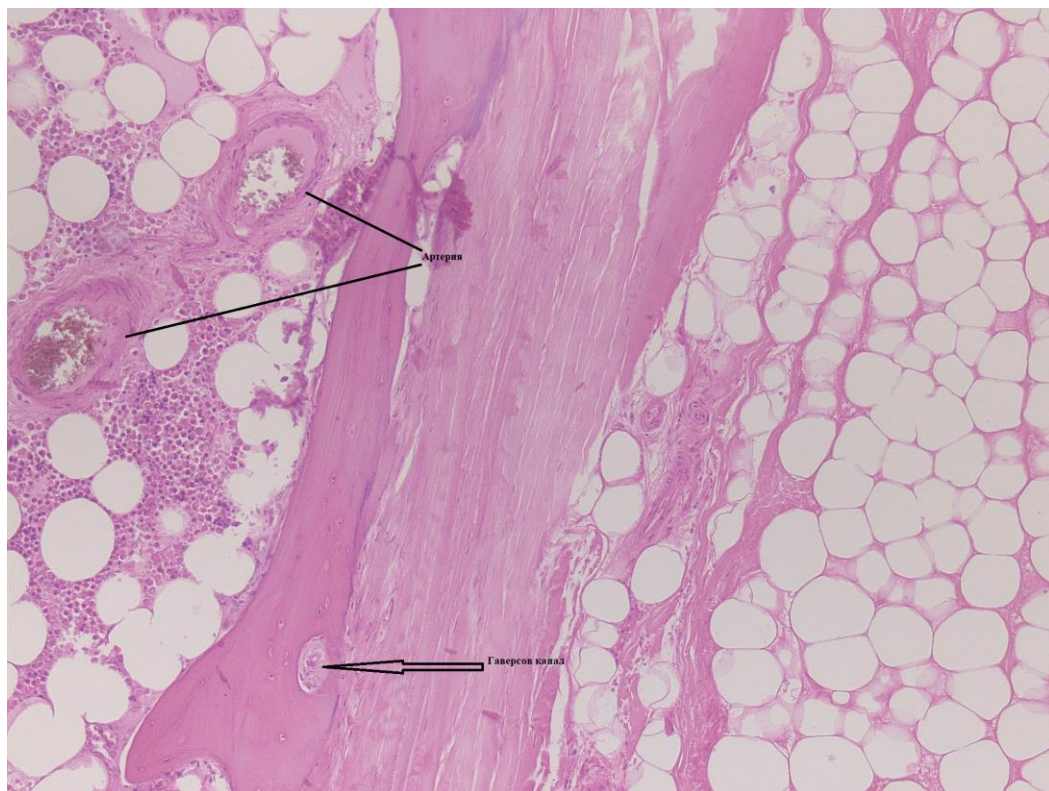


Рисунок 4 – микрофото препарата кость-сухожилие № 1 (окраска гематоксилин/эозин, x200).

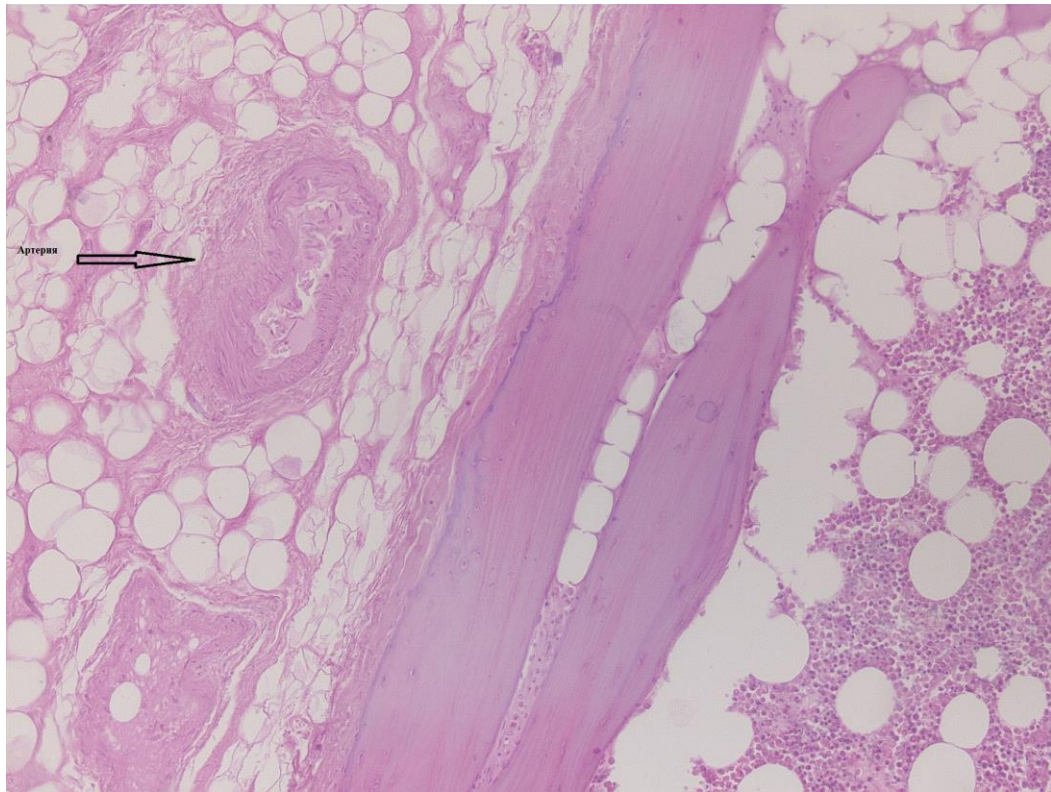


Рисунок 5 – микрофото препарата кость-сухожилие № 2 (окраска гематоксилин/эозин, х200)



Рисунок 6 – микрофото препарата сухожилие-мышца № 1 (окраска гематоксилин/эозин, х100)

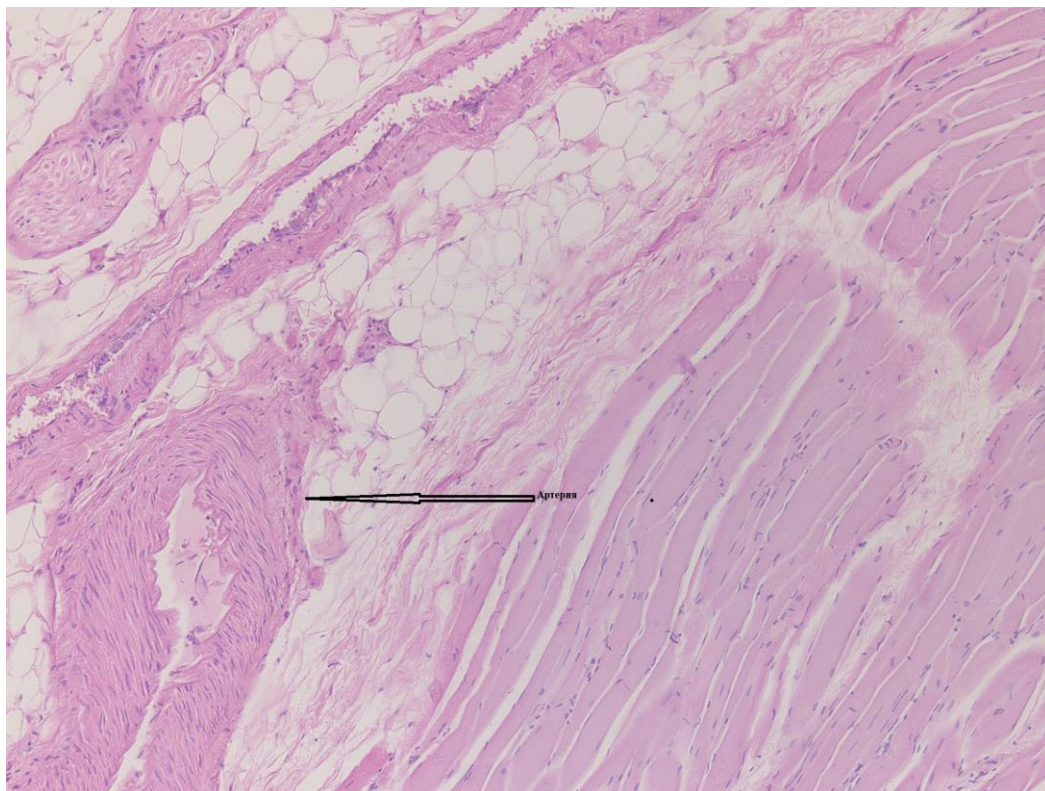


Рисунок 7 – микрофото препарата сухожилие-мышца № 6 (окраска гематоксилин/эозин, x100)

Таким образом, на приведенных гистологических срезах выявлена анастомозирующая артериальная сеть комплекса мышечная часть короткой головки двуглавой мышцы плеча – сухожилие – клювовидный отросток, которая может являться источником дополнительного кровоснабжения после остеотомии КО (Рисунки 4, 5, 6 и 7).

Также проведено морфологическое исследование интраоперационных субхондральных биоптатов проксимального эпифиза плечевой кости, взятых с помощью костного трепана диаметром 5 мм во время удаления металлоконструкций. Получены результаты 3 биопсий контрольной группы и 3 биопсий группы исследования, все пациенты без выраженных рентгенологических ишемических изменений головки плечевой кости. Несмотря на сходную клинико-рентгенологическую картину, в 2 результатах патологического исследования биоптатов контрольной группы выявлены

разрастания фиброзной и грануляционной тканей, установлен патологический диагноз «некроз костной ткани с признаками неполной регенерации».

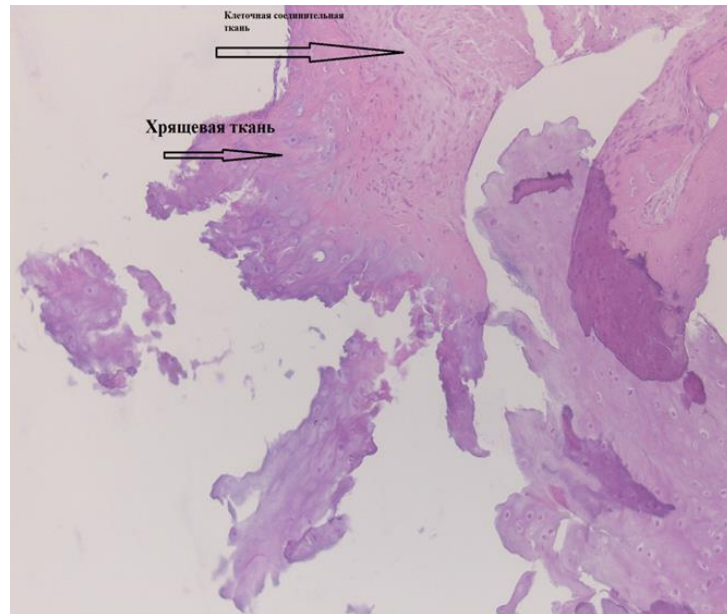


Рисунок 8 – микрофото биоптата, регенерация костной ткани через созревание хрящевой ткани и за счет клеточной соединительной ткани, срез № 1 (окраска гематоксилин/эозин, x100)

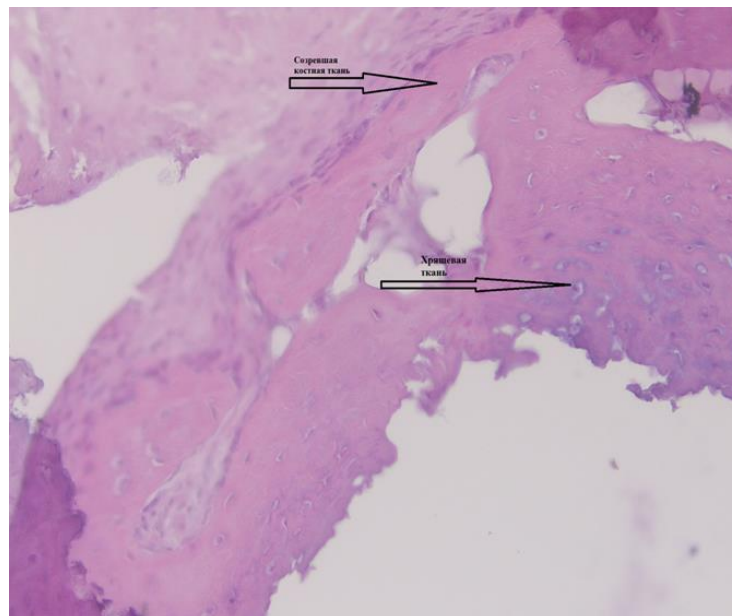


Рисунок 9 – микрофото биоптата, регенерация костной ткани через созревание хрящевой ткани и за счет клеточной соединительной ткани, срез № 2 (окраска гематоксилин/эозин, x100)

Наличие очагов регенерации в случае проведения аутотрансплантации клювовидного отростка позволят предполагать улучшение кровоснабжения в головке плеча по сравнению с контрольным исследованием, в одном из которых выявлена регенерация костной ткани через созревание хрящевой ткани (биоптат головки плечевой кости пациента группы исследования – Рисунки 8 и 9).

Согласно данным литературы, в норме существует разветвленная артериальная сеть кровоснабжения клювовидного отростка (КО) [70], в том числе после остеотомии КО по Латарже [37] – кровоснабжение клювовидного отростка частично нарушается, но всегда сохраняется в апикальной части коракоида. Данные результаты нашли подтверждение в наших гистологических исследованиях, что послужило основой для разработки нашей методики остеосинтеза.

ГЛАВА 3 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Общая характеристика больных

Проведен ретро- и проспективный анализ 48 наблюдений за больными с внутрисуставными переломами проксимального отдела плечевой кости, а именно категории 11-C2, лечившихся стационарно в отделении неотложной травматологии ГБУЗ НСО «ГКБ № 1» г. Новосибирска, и в дальнейшем наблюдавшихся амбулаторно. Основной классификацией переломов проксимального отдела плечевой кости была положена классификация АО/ASIF [97]. Критериями включения в группу исследования служили следующие параметры: пациенты мужского или женского пола в возрасте от 20 до 80 лет включительно с диагностированными переломами типа C2 по АО-ASIF или с последствиями переломов проксимального отдела плечевой кости, нуждающиеся в оперативном лечении. Из общего количества пациентов сформированы две группы: ретроспективная (25 пациентов), с использованием в лечении традиционных методов оперативного лечения (накостный остеосинтез пластиной с угловой стабильностью или интрамедуллярный блокируемый остеосинтез проксимальными плечевыми штифтами), и группа исследования (23 пациента), в лечении которых дополнительно использован метод трансплантации в зону перелома несвободного костно-мышечного трансплантата из клювовидного отростка лопатки. Обе группы пациентов обследованы в предоперационном и послеоперационном периодах с использованием следующих методов: клинического (анамнез, жалобы, локальный статус); данных интраоперационного мониторинга, рентгенологического (рентгенограммы плечевого сустава в 2 или 3 проекциях); МРТ и МСКТ пациентов (оценка степени остеосклероза и сопутствующих дистрофических изменений и/или повреждений сухожилий ВМП, степень компрессии костной ткани ПОПК, степень развития вторичного омартроза), гистологического (исследование степени выраженности

послеоперационных ишемических расстройств костной ткани головки плечевой кости). У пациентов исследовалась рентгенологическая динамика изменений зоны перелома и костной структуры головки плечевой кости. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения оценивались по данным историй болезни, анкет-опросников, опросов по телефону. В качестве опросника использована шкала «Американская система оценки хирургии плечевого и локтевого суставов» (ASES), как наиболее полно отвечающая предъявленным требованиям. Опросник ASES достаточно подробно освещает данные о болевых ощущениях, объеме движений, ежедневной функциональной активности и мышечной силе, приобретая необходимые характеристики, обеспечивающие достаточную степень валидности, чувствительности и надежности данного опросника. ASES представляет собой анкету для пациентов, учитывающую следующие показатели:

- интенсивность болевого синдрома от 0 до 10 баллов;
- уровень бытовой и спортивной активности;
- степень ограничения активности в повседневной жизни и при занятиях спортом.

Максимальная сумма баллов по шкале ASES составляет 100, из которых 50 баллов оцениваются по шкале боли и еще 50 баллов – по вопросам, характеризующим функциональность плечевого сустава в быту, во время профессиональной и спортивной физической деятельности. Применяется следующая градация результатов: > 80 баллов – отличный клинический результат; 70–79 баллов – хороший; 50–69 – удовлетворительный результат и менее 50 баллов – неудовлетворительный.

Всем больным выполнено этапное рентгенологическое обследование плечевого сустава в 2 проекциях, группе исследования выполнена также КТ для предоперационного планирования и частично после удаления металлоконструкций.

Функциональные и рентгенологические изменения у пациентов были отслежены за период 2015–2022 гг.

В рамках данного исследования нами так же предпринята попытка выявления наиболее патогномичного для развития посттравматического АНГП морфологического признака внутрисуставного перелома проксимального эпифиза плечевой кости. На имеющихся рентгенограммах и КТ-сканах пациентов контрольной группы были изучены следующие виды смещений:

ШДУ – шеечно-диафизарный угол, градусы;

МС – метафизарное смещение, мм;

МНИ – medial hinge integrity, да\нет;

СББ – смещение отломков большого бугорка, мм;

МБД – диастаз отломков по межбугорковой борозде, мм.

3.2 Техника оперативного вмешательства

Суть предложенного метода – перемещение в зону «свежего» перелома несвободного костно-мышечного трансплантата клювовидного отростка лопатки на ножке короткой головки двуглавой мышцы плеча.

Техника операции

Оперативное вмешательство проводится под общей анестезией в положении пациента на спине. Положение больного на спине, операционное поле трижды обрабатывают. Доступ прямой передний дельтоидеопекторальный. Послойно рассекают кожу, подкожную клетчатку, фасции, в дне раны появляется дельтовидная мышца. V. cefalica отводят кнаружи вместе с передней порцией дельтовидной мышцы. Поднадкостнично выделяют отломки плечевой кости, проводят осмотр зоны перелома, уточняют положение бугорков плечевой кости. Затем субфасциально выделяют клювовидный отросток лопатки и прикрепляющиеся к нему сухожилие короткой головки двуглавой мышцы плеча и коракоакромиальную связку. Коракоакромиальную связку надсекают соответственно длине трансплантата, проводят остеотомию клювовидного отростка лопатки и мобилизуют короткую головку двуглавой мышцы плеча. Сформированный таким образом костно-мышечный трансплантат проводят в зону

перелома под сухожилием длинной головки двуглавой мышцы плеча (Рисунок 10 А и Б).

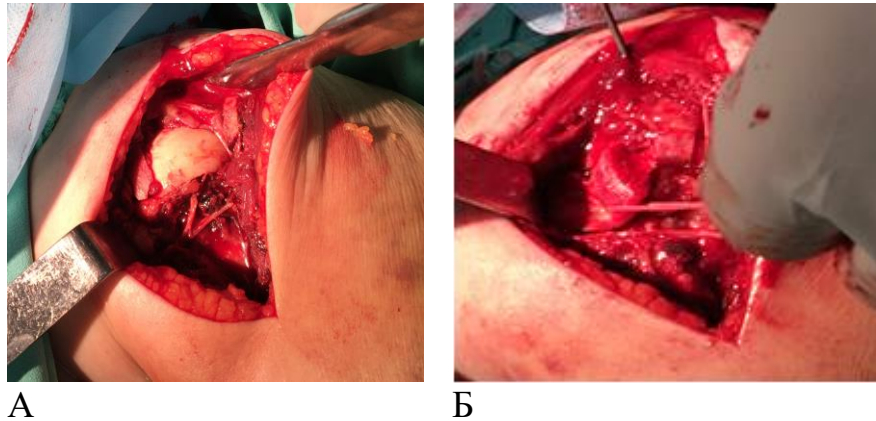
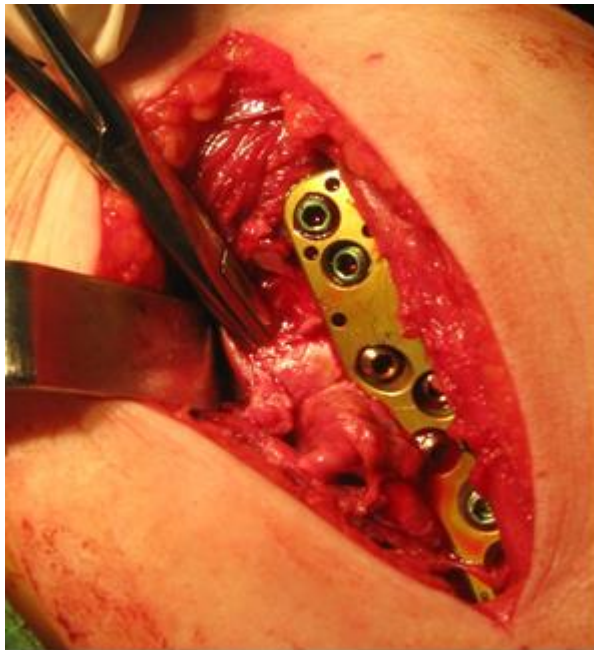
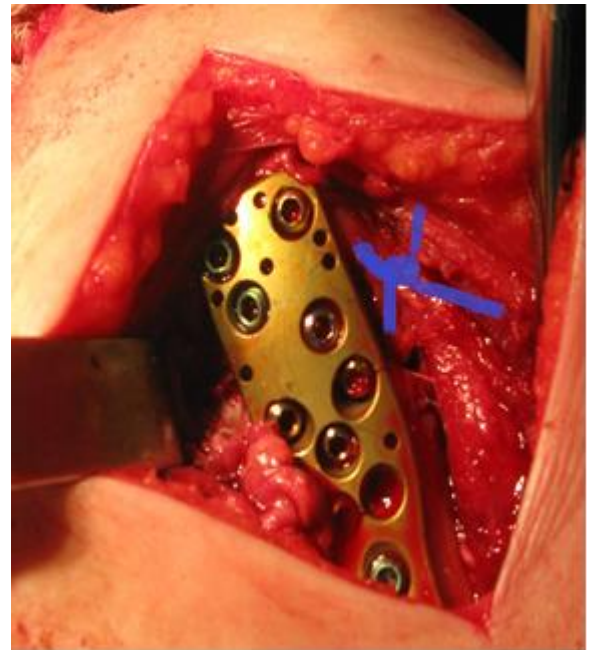


Рисунок 10 – Ревизия зоны перелома (А). Проведение в зону перелома трансплантата из клювовидного отростка на мышечно-сухожильной ножке короткой головки двуглавой мышцы плеча (Б)

Проводят репозицию фрагментов головки плеча и отломков бугорков плечевой кости с заклиниванием трансплантата между отломками в положении остеотомированной стороны к раневой поверхности головки плеча. Для удержания костного фрагмента клювовидного отростка проводится дополнительная фиксация его рассасывающейся нитью, проведенной под основание, с выведением трансоссально на фрагмент большого бугорка (Рисунок 11 Б). Проводят временную фиксацию спицами Киршнера. Проводится промежуточный рентгенконтроль электронно-оптическим преобразователем. Проводится фиксация ложковидной проксимальной плечевой пластиной LCP и 9-10 углостабильными винтами диаметром 3,5 мм. В случае натяжения и/или перегиба ножки трансплантата в месте проникновения в плечевую кость проводят экономную резекцию кости с формированием трепанационного окна 1 × 1 см для свободного прохождения ножки трансплантата (Рисунок 11 А). Проводят окончательный гемостаз, затем проводят повторный рентгенконтроль.



А



Б

Рисунок 11 – Позиционирование несвободного трансплантата книзу от малого бугорка плечевой кости (А); введение трансплантата с выведением направляющих лигатур на большой бугорок (Б)

Проводят послойное ушивание раны, туалет кожи, накладывают асептическую повязку. Имobilизируют конечность косыночной повязкой на срок до 4 недель с активной разработкой локтевого сустава через 2 недели и последующим восстановлением объема движений в плечевом суставе.

3.3 Послеоперационное ведение больных

Для улучшения кровоснабжения зоны перелома и соответствующего максимального восстановления функции оперированного сустава крайне необходима ранняя реабилитационная терапия. Жесткая и продолжительная послеоперационная иммобилизация, как правило, не влияет на сохранение жесткости внутренней фиксации, зато имеет негативное воздействие на репаративный процесс, стимулирующийся мышечной работой. Все пациенты, вне зависимости от группы, были обучены начальному (до 6 недель) и реабилитационному (после 6 недель до полного восстановления) комплексу упражнений лечебной гимнастики с дозированным увеличением объема сначала

пассивных, а затем и активных движений в плечевом суставе. С 2–3-х суток (после купирования болевого синдрома) пациентам назначалась изометрическая гимнастика оперированной руки в косыночной повязке, к концу первой недели начиналась пассивная разработка локтевого сустава. После снятия швов (10–12-е сутки после операции) проводилась пассивная разработка плечевого сустава, разрешалась активная разработка локтевого сустава без отягощений и выполнение мелких бытовых нагрузок без отведения плеча (работа на компьютере, готовка, письмо и т. д.) сроком до 6 недель. В реабилитационном периоде амбулаторно проводилась активная разработка суставов конечности с восстановлением полного объема движений и бытовых нагрузок.

3.4 Статистический метод

3.4.1 Статистические обозначения

В тексте будут использоваться следующие статистические обозначения.

Таблица 2 – Статистические обозначения

Обозначение	Расшифровка	Смысл
МЕД	Медиана	Среднее значение. Универсальная характеристика, используется для описания любых, в том числе и ненормально распределенных показателей.
ИКИ [Q1; Q3]	Интерквартильный интервал	Интервал, в котором расположено 50 % значений показателей. Универсальная характеристика разброса значений у непрерывных данных. Используется для описания любых, в том числе и ненормально распределенных показателей.
95 % ДИ	95 % Доверительный интервал	Интервал, в котором с 95 % вероятности находится оцениваемое значение. Характеризует возможную ошибку, с которой найдено оцениваемое значение.
СРЕД	Среднее значение	Среднее значение. Используется для описания нормально распределенных показателей.
СО	Стандартное отклонение	Характеристика разброса значений. Используется для представления разброса у нормально распределенных величин.
ОР	Отношение рисков	Если $ОР > 1$, то риск сравниваемых исходов выше у числителя, иначе – у знаменателя. Используется для сравнения рисков в двух группах.
ОШ	Отношение шансов	Если $ОШ > 1$, то шансы сравниваемых исходов выше у числителя, иначе – у знаменателя. Используется для сравнения рисков в двух группах.
РР	Разность рисков	Оценка разности рисков между группами.
ПМЕД	Псевдо медиана	Абсолютная оценка средней разницы между непрерывными показателями.
СРС	Стандартизованная разница средних	Относительная оценка средней разницы между непрерывными показателями.

3.4.2 Расчет размера выборки

Необходимый размер выборки рассчитан по первичной точке – частоте АНГП. Методом сравнения рисков в группах выбран точный односторонний критерий Фишера. Предполагается меньший риск неблагоприятных исходов у пациентов группе исследования, чем в группе контроля (стандартное лечение), иными словами, проверялась гипотеза о превосходстве (superiority) группы исследования над группой сравнения. Для формализации описания расчетов введем следующие обозначения:

p_C вероятность (риск) АНГП в группе сравнения = 85 %;

p_T вероятность (риск) АНГП в группе исследования = 50 %;

δ superiority margin (доказываемая строгая разница в рисках, иначе уровень превосходства) = 1 %.

Гипотезу исследования можно записать в следующем виде:

нулевая гипотеза H_0 : $p_C - p_T \leq \delta$, риск в группе исследования не меньше риска в группе сравнения на величину δ ;

альтернативная гипотеза H_1 : $p_C - p_T > \delta$, риск в группе исследования меньше риска в группе сравнения на величину δ .

В предположении отсутствия значимого выбывания пациентов из исследования, для сравнения рисков можно использовать точный односторонний критерий Фишера с построением 95 % доверительного интервала для разности рисков, при критическом уровне значимости $\alpha = 0,05$ и достигаемой мощности критерия – 80 %. Расчет размера выборки проводился по формуле [47]:

$$n_A = \kappa n_B \text{ and } n_B = \left(\frac{p_A(1-p_A)}{\kappa} + p_B(1-p_B) \right) \left(\frac{z_{1-\alpha} + z_{1-\beta}}{p_A - p_B - \delta} \right)^2$$

$$1 - \beta = \Phi(z - z_{1-\alpha/2}) + \Phi(-z - z_{1-\alpha/2}) \quad , \quad z = \frac{p_A - p_B - \delta}{\sqrt{\frac{p_A(1-p_A)}{n_A} + \frac{p_B(1-p_B)}{n_B}}}$$

где $k = nA/nB$ – отношение между размерами выборок в группах = 1 (1 : 1);

Φ – функция стандартного нормального распределения;

α – величина ошибки первого рода (0,05);

β – величина ошибки второго рода (0,20), $1-\beta$ – мощность критерия;

δ – величина строго превосходства (superiority margin) = 1 %.

Из результатов расчета следует, что для исследования 1 % уровня превосходства (superiority) риска АНГП достаточно набрать по 22 пациента в каждой группе при предполагаемых рисках в группе исследования и сравнения равными 50 % и 85 % соответственно; 5 % ошибке первого рода и 80 % мощности.

3.4.3 Используемые методики

Данные для исследования собирались в электронную таблицу со структурой длинного формата («long format table»), после чего методами частотного анализа исследовались на полноту и наличие ошибок ввода. Далее проводился разведочный анализ данных на выявление методом Тьюки аномальных значений («выбросов»), проверку эмпирических распределений у непрерывных показателей в группах на согласие с законом нормального распределения критерием Шапиро – Уилка, изучение сопоставимости дисперсий (квадратов стандартных отклонений – СО) от среднего у непрерывных показателей в сравниваемых группах F-критерием Фишера. Примеры графического анализа распределений представлены на рисунках 12, 13, 14, 15 и 16.

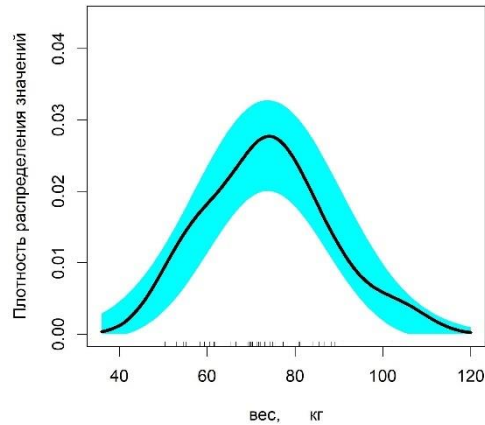


Рисунок 12 – Гистограмма распределения веса среди всех пациентов (нормальное распределение – график плотности не выходит за пределы 95 % доверительной синей области)

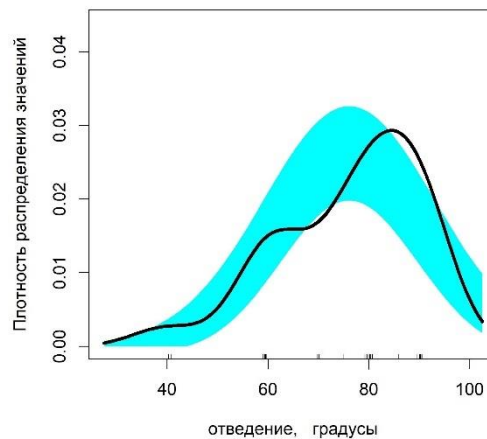


Рисунок 13 – Гистограмма распределения градусов отведения у пациентов в группе исследования (ненормальное распределение – график плотности выходит за пределы 95 % доверительной синей области)

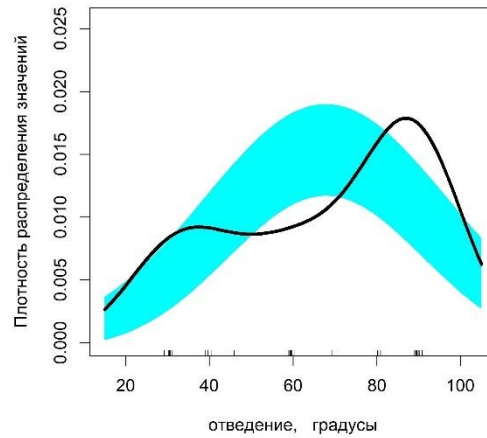


Рисунок 14 – Гистограмма распределения градусов отведения у пациентов в группе сравнения (ненормальное распределение – график плотности выходит за пределы 95 % доверительной синей области)

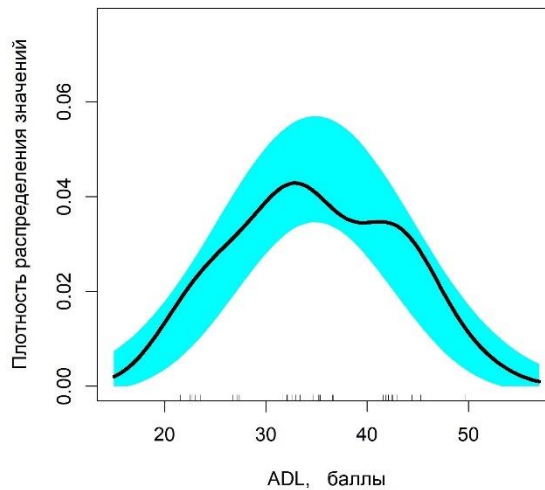


Рисунок 15 – Гистограмма распределения баллов ADL у пациентов в группе исследования (нормальное распределение – график плотности не выходит за пределы 95 % доверительной синей области)

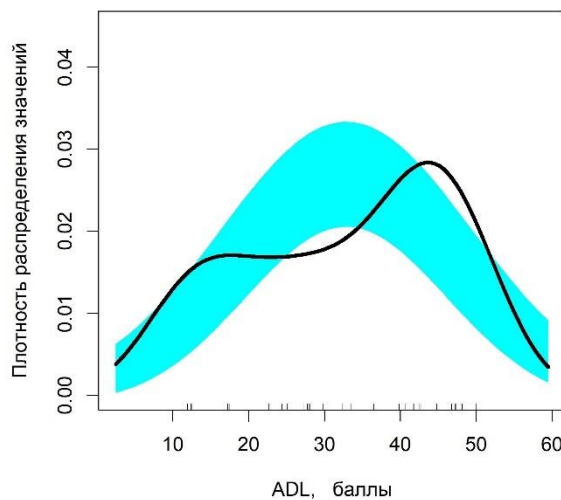


Рисунок 16 – Гистограмма распределения баллов ADL у пациентов в группе сравнения (ненормальное распределение – график плотности выходит за пределы 95 % доверительной синей области)

У всех пациентов проверка нормальности из 10 непрерывных показателей выявила 2 (20 %) показателя роста и веса, у которых распределение значений согласовано с нормальным (гауссовым) распределением. В группах исследования против группы сравнения проверка нормальности и гомоскедастичности (равенства дисперсий) из 10 непрерывных показателей выявила 2 (20 %) показателя роста и веса, у которого распределение значений одновременно в группах согласовано с нормальным (гауссовым) распределением и дисперсии (отклонения) не отличаются значимо.

Ввиду малого количества показателей, удовлетворяющих условиям применимости параметрических критериев (например, t-критерия Стьюдента), для сравнения между группами в одной временной точке непрерывных показателей использовался непараметрический U-критерий Манна – Уитни. Для оценки различий (величины эффекта) рассчитывались псевдо медианы попарных разностей (ПМЕД) между группами и стандартизированные разницы средних (СРС) с 95 % доверительными интервалами (95 % ДИ). Описательные статистики у непрерывных показателей представлены в виде медиана [первый квартиль;

третий квартиль] (МЕД [Q1; Q3]), вспомогательные – в виде среднее \pm стандартное отклонение (СРЕД \pm СО) и минимальное – максимальное значения (МИН–МАКС). Категориальные показатели степеней АНГП, АГ и уровней внутренней ротации представлены в виде количества пациентов и частоты в каждой категории. Сравнение категориальных показателей проводилось точным двухсторонним критерием Фишера. Коррекция ошибок множественного тестирования при сравнении отдельных категорий проводилась методом Бенджамини – Хохберга. Бинарные показатели консолидации, СД, наличия АНГП, наличия АГ и элевации представлены в виде количества событий, частоты событий [нижняя граница 95 % ДИ частоты; верхняя граница 95 % ДИ частоты] с вычислением границ доверительных интервалов по формуле Вильсона. Сравнение бинарных показателей проводилось точным двусторонним критерием Фишера. В качестве оценки различия (величины эффекта) рассчитывалось отношение шансов (ОШ) с оценкой 95 % ДИ.

Для выявления числовых связей между непрерывными показателями рассчитывались коэффициенты корреляции Спирмена с достигнутыми уровнями значимости, для выявления связи бинарных показателей с остальными показателями рассчитывались коэффициенты бисериальной корреляции. Для исследования связей между непрерывными и бинарными показателями также применялось разбиение на подгруппы по бинарному показателю (да/нет) и сравнение непрерывных данных U-критерием Манна – Уитни.

Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости $p = 0,05$, т. е. различие считалось статистически значимым, если $p < 0,05$.

Статистические расчёты проводились в среде IDE RStudio (версия 2022.07.2 + 576, США) на языке R (версия 4.1.3 (2022-03-10), Австрия).

3.4.4 Результаты статистического анализа

Таблица 3 – Сравнение показателей между группами сравнения и исследования

Показатель	Сравнения N = 25	Исследования N = 23	Сравнение	
	значения	Значения	различие (величина эффекта)	p-уровень
Возраст, лет МЕД [Q1; Q3] СРЕД ± СО (МИН–МАКС)	67 [55; 70] 62,44 ± 11,22 (33–77)	65 [62; 76] 66,91 ± 9,23 (46–81)	ПМЕД [95 % ДИ]: 4 [-3; 9] СРС [95 % ДИ]: -0,43 [-1,01; 0,14]	0,296
Осмотр после операции, месяцы МЕД [Q1; Q3] СРЕД ± СО (МИН–МАКС)	48 [24; 48] 39,48 ± 18,5 (12–68)	18 [11; 24] 17,35 ± 8,5 (6–36)	ПМЕД [95 % ДИ]: -24 [-36; -12] СРС [95 % ДИ]: 1,52 [0,87; 2,16]	< 0,001*
PS, баллы МЕД [Q1; Q3] СРЕД ± СО (МИН–МАКС)	45 [35; 50] 39,2 ± 11,96 (5–50)	45 [45; 50] 46,74 ± 3,88 (35–50)	ПМЕД [95 % ДИ]: 5 [0; 10] СРС [95 % ДИ]: -0,83 [-1,42; -0,24]	0,017*
ADL, баллы МЕД [Q1; Q3] СРЕД ± СО (МИН–МАКС)	37 [22; 45] 32,88 ± 13,48 (12–50)	33 [29,5; 42] 34,87 ± 7,91 (22–50)	ПМЕД [95 % ДИ]: 0 [-6; 9] СРС [95 % ДИ]: -0,18 [-0,75; 0,39]	0,877
ASES общ, баллы МЕД [Q1; Q3] СРЕД ± СО (МИН–МАКС)	80 [62; 88] 72,08 ± 23,44 (27–100)	80 [77; 88,5] 81,61 ± 7,88 (68–95)	ПМЕД [95 % ДИ]: 4 [-5; 16] СРС [95 % ДИ]: -0,54 [-1,11; 0,04]	0,535
Отведение, градусы МЕД [Q1; Q3] СРЕД ± СО (МИН–МАКС)	80 [45; 90] 67,8 ± 23,63 (30–90)	80 [65; 90] 76,09 ± 13,81 (40–90)	ПМЕД [95 % ДИ]: 0 [-5; 20] СРС [95 % ДИ]: -0,42 [-1; 0,15]	0,483
Сгибание, градусы МЕД [Q1; Q3] СРЕД ± СО (МИН–МАКС)	80 [60; 90] 71,56 ± 22,56 (4–90)	80 [65; 90] 76,96 ± 13,71 (45–90)	ПМЕД [95 % ДИ]: 0 [-5; 10] СРС [95 % ДИ]: -0,29 [-0,86; 0,28]	0,637
Нар. ротация, градусы МЕД [Q1; Q3] СРЕД ± СО (МИН–МАКС)	30 [20; 60] 42,17 ± 26,54 (10–90)	45 [30; 60] 43,48 ± 15,41 (20–80)	ПМЕД [95 % ДИ]: 0 [-15; 15] СРС [95 % ДИ]: -0,06 [-0,64; 0,52]	0,532
Вес, кг. МЕД [Q1; Q3] СРЕД ± СО (МИН–МАКС)	70 [60; 78] 71,76 ± 15,01 (50–106)	75 [68,5; 83] 76 ± 11,75 (56–102)	ПМЕД [95 % ДИ]: 4 [-4; 12] СРС [95 % ДИ]: -0,31 [-0,88; 0,26]	0,219
Консолидация кол-во, % [95 % ДИ]	23 92 % [75 %; 98 %]	23 100 % [86 %; 100 %]	—	0,490
Элевация,	13	12	ОШ:	> 0,999

кол-во, % [95 % ДИ]	52 % [33 %; 70 %]	52 % [33 %; 71 %]	1 [0,3; 3,6]	
Вн. ротация, позвонок кол-во (%)	D10 – 3 (13 %) D11 – 1 (4,3 %) D12 – 1 (4,3 %) L1 – 7 (30,4 %) L2 – 1 (4,3 %) L3 – 3 (13 %) L4 – 4 (17,4 %) L5 – 3 (13 %)	D10 – 0 (0 %) D11 – 0 (0 %) D12 – 5 (21,7 %) L1 – 4 (17,4 %) L2 – 4 (17,4 %) L3 – 6 (26,1 %) L4 – 2 (8,7 %) L5 – 2 (8,7 %)	—	Общее сравнение: 0,144 категория: p D10: 0,233, 0,785 D11: > 0,999, > 0,999 D12: 0,187, 0,785 L1: 0,491, 0,785 L2: 0,346, 0,785 L3: 0,459, 0,785 L4: 0,665, 0,887 L5: > 0,999, > 0,999

В группе исследования и сравнения статистически значимо ($p = 0,017$) и ($CPC = 0,83$) различаются баллы PS (Рисунок 17), медианные значения составили 45 [45; 50] баллов и 45 [35; 50] баллов соответственно; обнаружены значимые различия в АНГП ($p = 0,006$) с количеством событий 3 (13 %) и 13 (52 %) соответственно, распределение степеней АНГП (Рисунки 18 и 19) имеют значимые различия ($p = 0,014$). У остальных исследованных показателей статистически значимые различия не обнаружены (Рисунок 20).

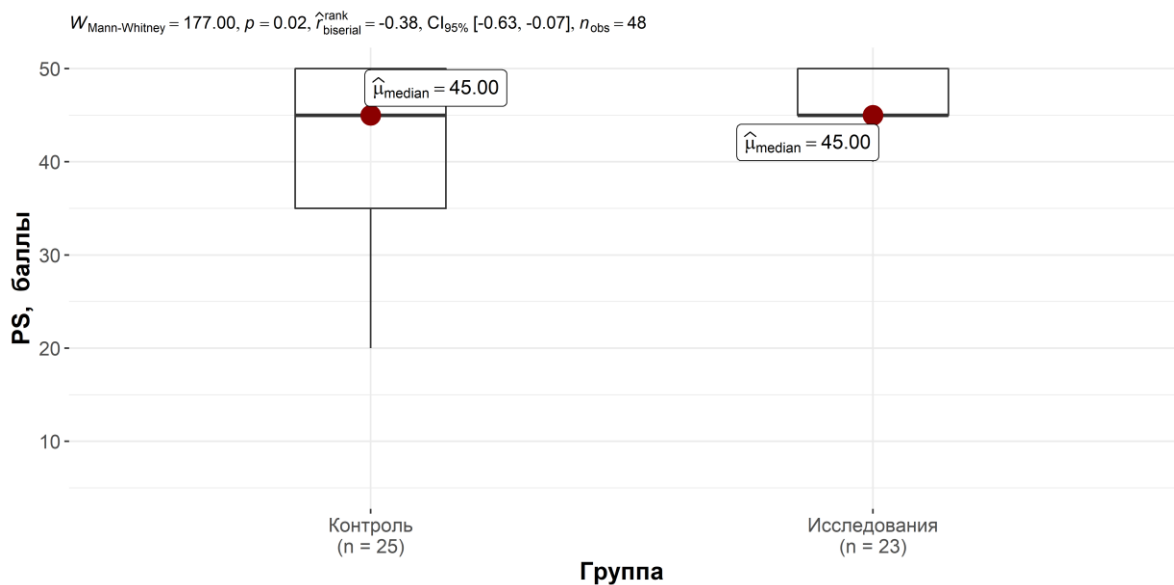


Рисунок 17 – Сравнение баллов PS

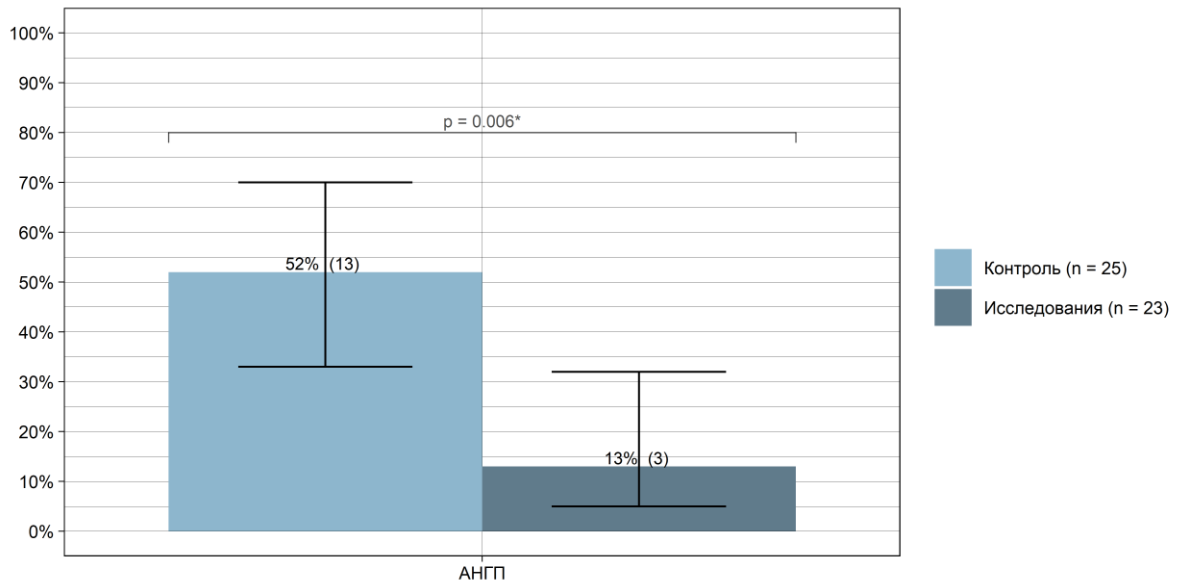


Рисунок 18 – Сравнение частоты АНГП

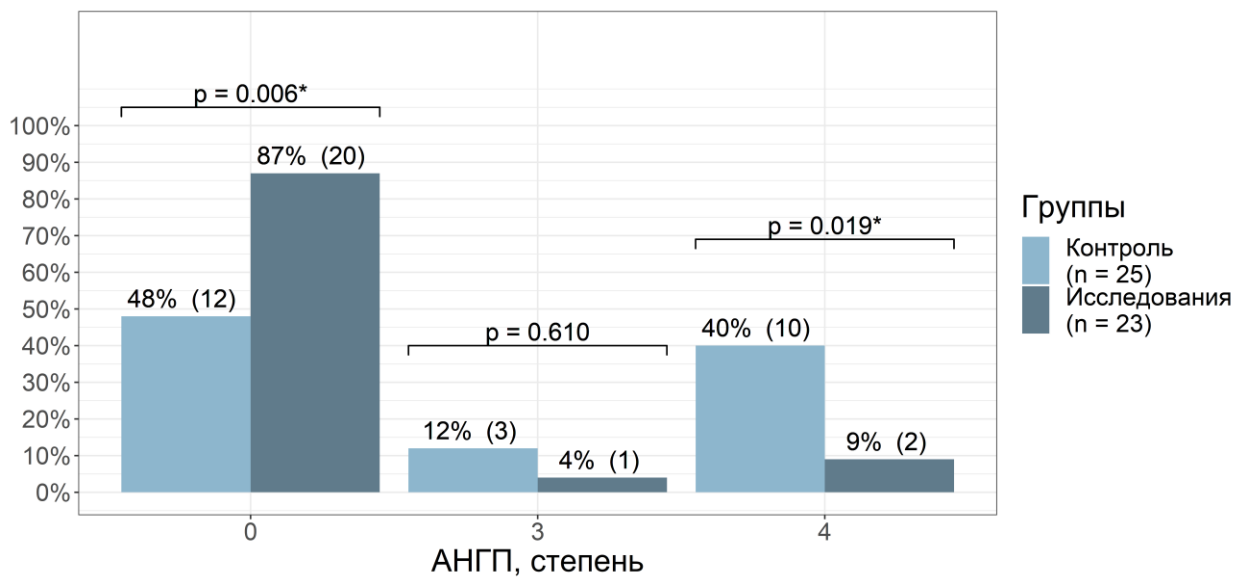


Рисунок 19 – Сравнение распределения степеней АНГП

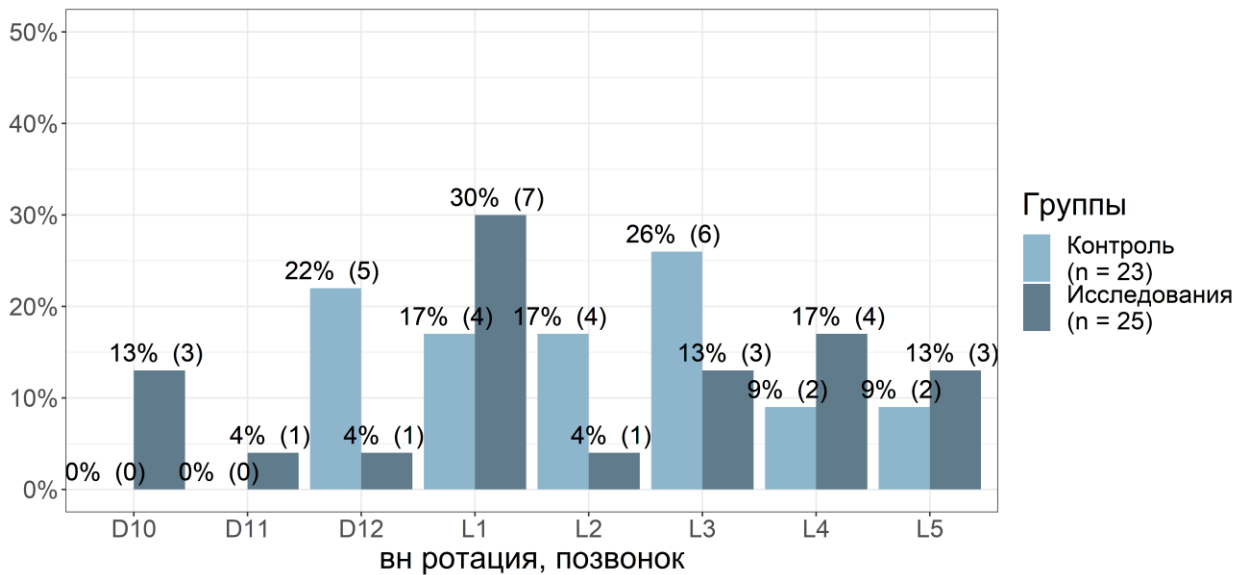


Рисунок 20 – Сравнение распределения внутренней ротации, уровень

Выборочные распределения непрерывных показателей возраста, роста, веса, времени осмотра после операции, PS, ADL, ASES, отведения, сгибания, вн. и нар. ротации исследовались на согласие с законом нормального распределения критерием Шапиро – Уилка, равенство дисперсий в сравниваемых группах исследовалось критерием Фишера. Большинство распределений оказались ненормальными и гетероскедастичными, поэтому сравнение проводилось непараметрическим U-критерием Манна – Уитни. Для оценки величины различия в группах рассчитывалась псевдо медиана разностей значений (ПМЕД) и стандартизованная разность средних (СРС). Непрерывные показатели описывались в виде: медиана [первый квартиль: третий квартиль] (МЕД [Q1; Q3], среднее \pm стандартное отклонение (СРЕД \pm СО), минимальное и максимальное значения (МИН–МАКС).

Бинарные показатели консолидации, СД и элевации описывались как количество событий и частоты с построением 95 % доверительного интервала по формуле Вильсона (n, % [95 % ДИ]). Для оценки различия групп рассчитывалась разность рисков (РР) и отношение шансов (ОШ) с 95 % ДИ. Для степеней категориальных показателей АНГП и АГ рассчитано количество пациентов и частота (степень – n (%)). Бинарные и категориальные показатели сравнивались точным двусторонним критерием Фишера. При сравнении степеней в

категориальных показателях проводилась коррекция ошибки множественного сравнения критерием Бенджамини – Хохберга.

Для выявления числовых зависимостей между показателями рассчитывались коэффициенты корреляции Спирмена.

Выявление предикторов $ASES > 80$ и АНГП 3 или 4 степени проводилось путем построения однофакторных моделей логистической регрессии. У непрерывных показателей методами ROC анализа определялось пороговое значения с максимальными по сумме значениями чувствительности и специфичности при прогнозировании. Содержательные значимые многофакторные модели не удалось построить ввиду малого количества пациентов и наличия существенных корреляционных связей среди выявленных предикторов в однофакторных моделях.

Использовались только двусторонние тесты. Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости $p = 0,05$, т. е. различие считалось статистически значимым, если $p < 0,05$.

Все статистические расчёты проводились в программе Rstudio (версия 2022.07.2 + 576, 2022-09-06, США) на языке R (версия 4.1.3, Австрия).

Таблица 4 – Сравнение показателей ASES и АНГП между группами сравнения и исследования

Показатели	Группа сравнения N = 25	Группа исследования N = 23	Оценка Различия	p-уровень
ASES	неуд – 7 (26,9 %) отл – 12 (46,2 %) удовл – 4 (15,4 %) хор – 3 (11,5 %)	неуд – 0 (0 %) отл – 12 (52,2 %) удовл – 1 (4,3 %) хор – 10 (43,5 %)	—	Общее сравнение: 0,002* категория: p, коррекция p неуд: 0,011*, 0,042* отл: 0,778, 0,778 удовл: 0,353, 0,471 хор: 0,021*, 0,043*
ASES > 80	12, 46 % [29 %; 65 %]	12, 52 % [33 %; 71 %]	PP [95 % ДИ]: –6 % [–34 %; 22 %] ОШ [95 % ДИ]: 1,3 [0,4; 4,5]	0,778

PS	45 [27,5; 45] 38,08 ± 11,75 (5–50)	45 [45; 50] 46,74 ± 3,88 (35–50)	ПМЕД [95 % ДИ]: 5 [0; 10] СРС [95 % ДИ]: –0,97 [–1,56; –0,37]	0,003*
ADL	35 [18,25; 42] 31,27 ± 13,37 (12–50)	33 [29,5; 42] 34,87 ± 7,91 (22–50)	ПМЕД [95%ДИ]: 3 [–5; 11] СРС [95 % ДИ]: –0,32 [–0,89; 0,24]	0,463
ASES общ	77,5 [50,75; 87] 69,42 ± 22,71 (27–100)	80 [77; 88,5] 81,61 ± 7,88 (68–95)	ПМЕД [95 % ДИ]: 8 [–3; 20] СРС [95 % ДИ]: –0,7 [–1,28; –0,12]	0,195
Срок осмотра, мес	24 [12,5; 48] 30,58 ± 19,79 (4–60)	18 [11; 24] 17,35 ± 8,5 (6–36)	ПМЕД [95 % ДИ]: –9 [–24; 0] СРС [95 % ДИ]: 0,85 [0,26; 1,44]	0,031*
АНГП, степени	0 – 12 (52,2 %) 3 – 2 (8,7 %) 4 – 9 (39,1 %)	0 – 20 (87 %) 3 – 1 (4,3 %) 4 – 2 (8,7 %)	—	Общее сравнение: 0,023* категория: р, коррекция р 0: 0,023*, 0,053 3: > 0,999 > 0,999 4: 0,035*, 0,053
АНГП 4 степ	9, 39 % [22 %; 59 %]	2, 9 % [2 %; 27 %]	РР [95 % ДИ]: 30 % [7 %; 53 %] ОШ [95 % ДИ]: 0,2 [0; 0,9]	0,035*

Таблица 5 – Сравнение рентгенологических показателей между группами сравнения и исследования

Показатели	Группа сравнения N = 25	Группа исследования N = 23	Оценка Различия	р-уровень
ШДУ	118 [100; 165] 134,24 ± 38,35 (80–205)	160 [125; 172,5] 153,96 ± 29,3 (100–215)	ПМЕД [95 % ДИ]: 20 [0; 48] СРС [95 % ДИ]: –0,58 [–1,19; 0,02]	0,068
МС	15 [5; 20] 14,2 ± 10,79 (0–35)	8 [4,5; 15] 10,13 ± 8,72 (0–30)	ПМЕД [95 % ДИ]: –4 [–10; 1] СРС [95 % ДИ]: 0,41 [–0,16; 0,99]	0,167
МНІ	6, 24 % [11 %; 43 %]	8, 35 % [19%; 55%]	РР [95 % ДИ]: –11 % [–36 %; 15 %] ОШ [95 % ДИ]: 1,7 [0,4; 7,3]	0,529
МБД	10 [4; 20] 11,24 ± 8,83 (0–30)	5 [0; 7] 4,65 ± 4,62 (0–20)	ПМЕД [95 % ДИ]: –6 [–12; –1] СРС [95 % ДИ]: 0,92 [0,33; 1,52]	0,009*
Смещ ББ	15 [9,5; 20]	10 [8; 17]	ПМЕД [95 % ДИ]:	0,347

	13,92 ± 7,37 (0–30)	12,39 ± 7,17 (2–30)	–2 [–7; 2] СРС [95 % ДИ]: 0,21 [–0,36; 0,78]	
Вальв. Вар	вальгус – 8 (32 %) варус – 11 (44 %) норм – 1 (4 %) ротация – 5 (20 %)	вальгус – 16 (69,6 %) варус – 7 (30,4 %) норм – 0 (0 %) ротация – 0 (0 %)	—	Общее сравнение: 0,012* категория: р, коррекция р вальгус: 0,020*, 0,079 варус: 0,383, 0,511 норм: > 0,999, > 0,999 ротация: 0,051, 0,101
ДКТ	30 [10; 38] 25,88 ± 15,82 (0–50)	18 [9,5; 32,5] 21,57 ± 13,99 (0–48)	ПМЕД [95 % ДИ]: –5 [–15; 5] СРС [95 % ДИ]: 0,29 [–0,28; 0,86]	0,391
Примечание: символом «*» обозначены статистически значимо различающиеся показатели, т. е. значения $p < 0,05$.				

Распределение пациентов по степеням ASES (таблица 4) статистически значимо отличалось в группах сравнения и исследования ($p = 0,002$): в неудовлетворительной степени ASES было 7 пациентов (26,9 %) против 0 (0 %) пациентов ($p = 0,042$) соответственно, в хорошей степени ASES было 3 (11,5 %) пациента против 10 (43,5 %) пациентов соответственно ($p = 0,043$). Значимых различий по остальным степеням ASES не выявлено.

Медианные и интерквартильные значения PS в группах сравнения и исследования составили 45 [27,5; 45] и 45 [45; 50] соответственно и статистически значимо различались ($p = 0,003^*$). Средняя абсолютная разница PS в группах составила 5, стандартизированная разница средних – 0,97, что говорит о большой величине различия (таблица 4).

Распределение степеней АНГП в группах сравнения и исследования (таблица 4) статистически значимо различалось ($p = 0,023$). АНГП 4 степени было значимо больше в группе сравнения, чем в группе исследования, по 9 (39 %) и 2 (9 %) пациента соответственно.

Медианные и интерквартильные значения МБД в группах сравнения и исследования составили 10 [4; 20] и 5 [0; 7] соответственно и статистически значимо различались ($p = 0,003^*$). Средняя абсолютная разница МБД в группах

составила 6, стандартизированная разница средних – 0,92, что говорит о большой величине различия (таблица 5).

Таблица 6 – Корреляции Спирмена между ДКТ и показателями в группе сравнения

Показатели	Коэффициент корреляции Спирмена, r	Уровень значимости, P
ASES, общ	-0,60	0,002*
ШДУ	-0,13	0,573
МС	0,63	< 0,001*
МНІ	-0,3	0,146
МБД	0,41	0,043*
Смещ ББ	0,52	0,010*
АНГП, 4 степ	0,47	0,028*

В группе сравнения ДКТ значимо отрицательно коррелирует с ASES общ. ($r = -0,60$, $p = 0,002$, таблица 6), теснота связи заметная (средняя) по шкале Чеддока; значимо положительно коррелирует с МС ($r = 0,63$, $p < 0,001$), теснота связи заметная (средняя) по шкале Чеддока; значимо положительно коррелирует с МБД ($r = 0,41$, $p = 0,043$), теснота связи умеренная (слабая) по шкале Чеддока; значимо положительно коррелирует со Смещ. ББ ($r = 0,52$, $p = 0,010$), теснота связи на границе между умеренной (слабой) и заметной (средней) по шкале Чеддока; значимо положительно коррелирует с АНГП 4 степ ($r = 0,47$, $p = 0,028$), теснота связи на границе между умеренной (слабой) и заметной (средней) по шкале Чеддока. Между остальными показателями значимой корреляции не выявлено (Таблица 6).

Таблица 7 – Корреляции Спирмена между ДКТ и показателями в группе исследования

Показатели	Коэффициент корреляции Спирмена, r	Уровень значимости, p
ASES, общ	-0,41	0,054
ШДУ	0,29	0,187
МС	0,28	0,191
МНІ	-0,13	0,552
МБД	0,42	0,045*
Смещ. ББ	0,29	0,179
АНГП, 4 степ	0,34	0,115

В группе исследования ДКТ (таблица 7) значимо положительно коррелирует с МБД ($r = 0,42$, $p = 0,045$), теснота связи умеренная (слабая) по шкале Чеддока. Между остальными показателями значимой корреляции не выявлено.

Предикторы АНГП 3 или 4 степени

АНГП 3 или 4 степени было у 14 (30 %) пациентов из 48 в общей группе сравнения и исследования, по 3 пациентам данные о степени АНГП отсутствовали. Для выявления численной связи между отдельным показателем и АНГП 3 или 4 степени строились однофакторные модели логистической регрессии. У непрерывных показателей методами ROC анализа определялось пороговое значение с максимальными по сумме значениями чувствительности и специфичности при прогнозировании АНГП 3 или 4 степени. Результаты расчетов приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Однофакторные модели логистической регрессии для АНГП 3 или 4 степени в общей группе

Ковариаты	Однофакторные модели логистической регрессии	
	ОШ [95 % ДИ]	p
ASES общ менее 75	13,5 [3,26; 68,5]	0,001*
МБД более 5,5	14,67 [3,2; 107,57]	0,002*
PS менее 42,5	9,33 [2,23; 46,02]	0,003*
ADL менее 26	9,33 [2,23; 46,02]	0,003*
ДКТ более 29	8,96 [2,21; 47,19]	0,004*
Группа сравнения	6,11 [1,55; 31,26]	0,015*
Группа исследования	0,16 [0,03; 0,65]	0,015*
Смещ, ББ более 11	5,28 [1,31; 27,29]	0,027*
ШДУ более 174	5,42 [1,13; 28,63]	0,037*
Возраст	0,96 [0,9; 1,03]	0,246
МС	1,02 [0,96; 1,09]	0,492
МНІ	1,9 [0,46; 7,64]	0,360
МС	1,02 [0,96; 1,09]	0,492
Валь. вар – ротация	3,95 [0,58; 33,26]	0,160
Валь. вар – вальгус	0,7 [0,19; 2,5]	0,587
Валь. вар – варус	0,77 [0,2; 2,79]	0,694

Примечание: символом «*» обозначены статистически значимые предикторы, т. е. со значениями $p < 0,05$.

Выявлены следующие значимые предикторы АНГП 3 или 4 степени. У пациентов с общ АSES менее 75 шансы АНГП 3 или 4 степени увеличиваются в 13,5 [3,26; 68,5] раза ($p = 0,001$). Для МБД более 5,5 шансы АНГП 3 или 4 степени

увеличиваются в 14,67 [3,2; 107,57] раза ($p = 0,002$). У PS менее 42,5 или ADL менее 26 шансы АНГП 3 или 4 степени увеличиваются в 9,33 [2,23; 46,02] раз ($p = 0,003$). Для ДКТ более 29 шансы АНГП 3 или 4 степени увеличиваются в 8,96 [2,21; 47,19] раза ($p = 0,004$). В группе сравнения шансы АНГП 3 или 4 степени увеличиваются в 6,11 [1,55; 31,26] раза ($p = 0,015$), а в группе исследования соответственно уменьшаются в 0,16 [0,03; 0,65] раза ($p = 0,015$). При смещении ББ более 11 шансы АНГП 3 или 4 степени увеличиваются в 5,28 [1,31; 27,29] раза ($p = 0,027$). У ШДУ более 174 шансы АНГП 3 или 4 степени увеличиваются в 5,42 [1,13; 28,63] раза ($p = 0,037$). У остальных рассмотренных значений статистически значимой связи с АНГП 3 или 4 степени не выявлено (рисунок 21).

Прогностические характеристики пороговых значений у значимых предикторов АНГП 3 или 4 степени представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Прогностические характеристики пороговых значений у значимых предикторов АНГП 3 или 4 степени в общей группе

Предиктор	Чувствительность (sensitivity)	Специфичность (specificity)	Точность (accuracy)	Положительная прогностическая ценность (ppv)	Отрицательная прогностическая ценность (npv)
PS менее 42,5	57 %	88 %	78 %	67 %	82 %
ADL менее 26	57 %	88 %	78 %	67 %	82 %
ASES.общ менее 75	71 %	84 %	80 %	67 %	87 %
ШДУ более 174	45 %	87 %	76 %	56 %	81 %
МБД более 5,5	86 %	71 %	76 %	57 %	92 %
Смещ. ББ более 11	77 %	61 %	66 %	45 %	86 %
ДКТ более 29	79 %	71 %	73 %	55 %	88 %

Содержательные значимые многофакторные модели логистической регрессии для прогноза АНГП 3 или 4 степени не удалось построить ввиду малого размера выборки и наличие корреляционных связей между значимыми предикторами.

Таблица 10 – Коэффициенты корреляции Спирмена в общей группе

r (p)	ASES общ	ШДУ	МБД	Смещ. ББ	ДКТ
ASES общ	—	0,11 (0,479)	-0,38 (0,007*)	-0,29 (0,052)	-0,57 (< 0,001*)
ШДУ	0,11 (0,479)	—	0,09 (0,557)	0,18 (0,234)	0,02 (0,879)
МБД	-0,38 (0,007*)	0,09 (0,557)	—	0,55 (< 0,001*)	0,37 (0,011*)
Смещ. ББ	-0,29 (0,052)	0,18 (0,234)	0,55 (< 0,001*)	—	0,41 (0,004*)
r (p)	ASES общ	ШДУ	МБД	Смещ. ББ	ДКТ
ДКТ	-0,57 (< 0,001*)	0,02 (0,879)	0,37 (0,011*)	0,41 (0,004*)	—

Примечание: символом «*» обозначены статистически значимые корреляции, т. е. со значениями $p < 0,05$.

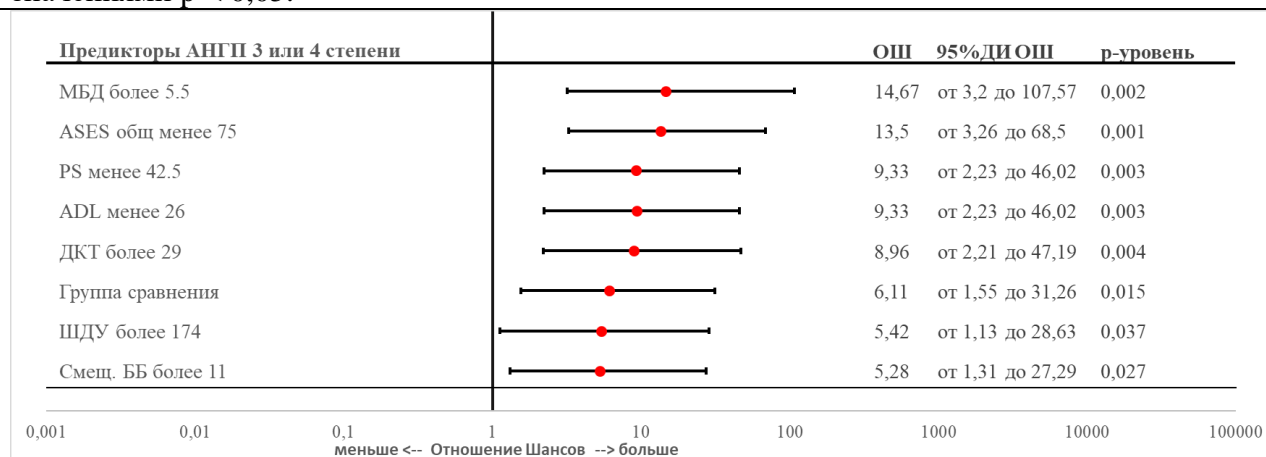


Рисунок 21 – Однофакторные модели логистической регрессии для риска АНГП выше 3 степени

Таблица 11 – Сравнение показателей среди всех пациентов с отсутствием и наличием АНГП 3 или 4 степени

Показатели	Группа АНГП 0 степени N = 32	Группа АНГП 3 или 4 степени N = 14	Оценка различия	p-уровень
Возраст	68,5 [63,5; 76] 67,53 ± 9,91 (38–81)	65 [54,75; 70,75] 63,79 ± 10,14 (49–80)	ПМЕД [95 % ДИ]: -5 [-11; 3] СРС [95 % ДИ]: 0,38 [-0,26; 1,01]	0,236
ASES	неуд – 1 (3,1 %) отл – 19 (59,4 %) удовл – 4 (12,5 %) хор – 8 (25 %)	неуд – 5 (35,7 %) отл – 3 (21,4 %) удовл – 1 (7,1 %) хор – 5 (35,7 %)	—	Общее сравнение: 0,011* категория: p, коррекция p неуд: 0,007*, 0,029* отл: 0,026*, 0,051 удовл: > 0,999, > 0,999 хор: 0,493, 0,658
ASES...80	19, 59 % [42 %;	3, 21 % [8 %;	RD: 38 % [11 %;	0,026*

	74 %]	48 %]	65 %] OR: 0,2 [0; 0,9]	
PS	45 [45; 50] 45,31 ± 5,67 (25–50)	40 [25; 45] 37,14 ± 11,04 (20–50)	ПМЕД [95 % ДИ]: –5 [–15; 0] СРС [95 % ДИ]: 1,07 [0,4; 1,73]	0,014*
ADL	37 [30,75; 42] 35,56 ± 9,6 (13–50)	24 [14,5; 33] 25,71 ± 11,26 (12–42)	ПМЕД [95%ДИ]: –10 [–19; –2] СРС [95 % ДИ]: 0,97 [0,31; 1,63]	0,006*
ASES.общ	82 [77; 90,5] 80,88 ± 12,71 (38–100)	72 [39,5; 76,75] 63 ± 19,6 (37–87)	ПМЕД [95 % ДИ]: –15 [–30; –5] СРС [95 % ДИ]: 1,19 [0,51; 1,86]	0,002*
срок осмотра..мес	15 [11,5; 24] 19,09 ± 13,23 (4–60)	33,5 [19,5; 48] 33,93 ± 18,9 (6–60)	ПМЕД [95 % ДИ]: 12,23 [3; 26] СРС [95 % ДИ]: – 0,98 [–1,64; –0,32]	0,011*
ШДУ	151,5 [115,75; 164,5] 142,47 ± 32,24 (80–195)	165 [100; 177,5] 147,73 ± 46,01 (100–215)	ПМЕД [95 % ДИ]: 5 [–25; 40] СРС [95 % ДИ]: – 0,15 [–0,84; 0,55]	0,712
МС	12 [5; 15,5] 11,77 ± 9,4 (0–35)	12,5 [5; 26] 14 ± 11,78 (0–30)	ПМЕД [95 % ДИ]: 0 [–5; 10] СРС [95 % ДИ]: – 0,22 [–0,85; 0,41]	0,675
МНИ	7, 23 % [11 %; 40 %]	5, 36 % [16 %; 61 %]	РР [95 % ДИ]: – 13 % [–42 %; 16 %] ОШ [95 % ДИ]: 1,9 [0,4; 9,2]	0,470
МБД	4 [0; 8] 6,1 ± 7,8 (0–30)	10 [8; 18,75] 11,64 ± 6,43 (0–20)	ПМЕД [95 % ДИ]: 6 [2; 10] СРС [95 % ДИ]: – 0,75 [–1,4; –0,1]	0,003*
Смещ.ББ	10 [8; 17] 12 ± 7,72 (0–30)	15 [12; 20] 15,69 ± 5,88 (7–25)	ПМЕД [95 % ДИ]: 5 [–1; 9] СРС [95 % ДИ]: – 0,51 [–1,17; 0,15]	0,088
Валь. Вар	вальгус – 16 (51,6 %) варус – 13 (41,9 %) ротация – 2 (6,5 %)	вальгус – 6 (42,9 %) варус – 5 (35,7 %) ротация – 3 (21,4 %)	—	Общее сравнение: 0,424 категория: р, коррекция р вальгус: 0,749, 0,753 варус: 0,753, 0,753 ротация: 0,166, 0,497
ДКТ	18 [9,5; 30,5] 20,52 ± 13,52 (0–48)	37 [31; 40] 32,93 ± 14,37 (0–50)	ПМЕД [95%ДИ]: 15 [4; 25] СРС [95%ДИ]: – 0,9 [–1,56; –0,24]	0,012*

ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты лечения больных с внутрисуставными переломами проксимального отдела плечевой кости оценивали на двух этапах – ближайшем и отдаленном. Ближайшими считали результаты лечения на момент выписки из стационара и до 24 недель с момента операции. Отдаленными считали функциональные и рентгенологические изменения через 12–24 месяца после операции. Из 67 пациентов, принявших участие в исследовании, ближайшие результаты оценены у всех больных, отдаленные результаты оценены у 71,9 % группы исследования (23 пациента) и у 71,4 % контрольной группы (группа сравнения) (25 пациентов).

В оценке результатов учитывались в порядке значимости следующие признаки: наличие или отсутствие боли в покое и при нагрузке; объем движений; функциональная способность конечности; субъективная оценка пациента результата лечения. Степень восстановления трудоспособности значимой роли не играла в связи с преимущественно пенсионным возрастом пациентов.

4.1 Функциональный результат

Согласно данным, полученным в ходе исследования, функциональные результаты группы пациентов, оперированных с использованием метода репаративной стимуляции несвободным костно-мышечным трансплантатом из клювовидного отростка лопатки, статистически выше результатов контрольной группы (Таблица 12). При этом можно отдельно отметить увеличение количества положительных результатов с течением времени (отдаленный период более 1 года после операции).

Таблица 12 – Сравнение функциональных результатов лечения переломов ПОПК (оценочная шкала ASES), %

Результат	Группа исследования осмотр до 1 года	Группа исследования осмотр 1–3 года	Контрольная группа осмотр 1–5 лет
Отличный	46,9	71,5	35,28
Хороший	20,1	14,3	17,64
Удовлетворительный	26,8	—	29,4
Неудовлетворительный	6,7	—	17,64

Проведенная оценка болевого синдрома в реабилитационном периоде (6–12 месяцев после оперативного лечения) и в отдаленном периоде (более 1 года) показывает уменьшение интенсивности послеоперационных болей (Таблица 13), преимущественно за счет хорошей консолидации перелома и уменьшения посттравматических расстройств костной ткани, отображающихся в степени выраженности посттравматического омартроза (MED $39,2 \pm 11,96$ в группе исследования и $46,59 \pm 3,9$ в группе контроля).

После окончания реабилитационного периода и восстановления объема движений в плечевом суставе, кроме уменьшения болевого синдрома, пациенты группы исследования отметили также значительное уменьшение или исчезновение болей ночью (см. Таблицу 13), а также восстановление возможности спать на пораженной стороне.

Таблица 13 – Интенсивность болевого синдрома (оценочная шкала ASES), %

Выраженность (баллы)	Группа исследования осмотр до 1 года	Группа исследования осмотр 1–3 года	Контрольная группа
45–50 (минимальные боли)	71,3	50	58,8
35–44 (боли средней интенсивности)	21,3	50	23,52
Менее 35 (сильные боли)	7,4	—	17,64

Консолидация перелома в контрольной группе отмечена в 92 % случаев, консолидация (p-уровень 0,491), у остальных 8 % отмечен исход в виде ложного сустава области анатомической или хирургической шейки плечевой кости в течение 6 месяцев после операции. В группе исследования развитие ложного

сустава отмечено у 4,3 %, в остальных случаях переломы консолидировались ($p > 0.999$, ОШ = 0.53, 95% ДИ от 0.01 до 10.86).

Причинами развития несращений можно отметить следующие:

- неточная репозиция отломков с позиционированием метадиафиза непосредственно под головкой (невосстановленный «калькар»);
- выраженный дефицит губчатой костной ткани после репозиции (ДКТ более 30 % объема головки плечевой кости);
- позднее оперативное лечение (более 10 дней);
- несоблюдение пациентом предписанного ортопедического режима в раннем послеоперационном периоде.

Однократное применение методики остеосинтеза с использованием несвободного костномышечного трансплантата из клювовидного отростка лопатки в случае застарелого неконсолидированного внутрисуставного перелома головки плеча давностью более 6 недель не привело к положительному результату, консолидации не получено. Результаты лечения данной пациентки включены в группу исследования.

4.2 Сравнительная характеристика рентгенологических посттравматических ишемических расстройств в головке плечевой кости

Прослежена динамика рентгенологических изменений – частота развития посттравматического асептического некроза головки плечевой кости. Распределение степеней АНГП в группах 1 и 2 статистически значимо различалось ($p = 0,020$), а именно, по 0 стадии у 12 (48 %) и 19 (86,4 %) пациентов соответственно ($p = 0,021$), по 4 стадии (стадия асептического некроза в виде коллапса головки плечевой кости с развитием выраженного посттравматического омартроза) у 10 (40 %) и 2 (9,1 %) пациентов соответственно ($p = 0,031$). Различий по 3 стадии АНГП (легкого коллапса головки, наличия очагов уплотнения и кистозной перестройки) не обнаружено ($p = 0,611$).

Как правило, общий срок полного формирования окончательной рентгенологической картины асептического некроза занимал не более 2 лет после операции. Зависимости развития АНГП от возраста не отмечено ни в одной из групп. Таким образом, проявления посттравматических ишемических изменений снижены в 4 раза ($p < 0.023$).

После проведения статистического анализа можно отметить отсутствие достоверной зависимости изменений большинства рентгенологических признаков и развития степеней АНГП, за исключением умеренной корреляции от степени межбугоркового диастаза и смещения большого бугорка, что подтверждает предположение о высоком риске развития АНГП при повреждении дугообразной артерии, расположенной по латеральному краю межбугорковой борозды.

В связи с неинформативностью перечисленных ранее предикторов костной ишемии нами выдвинуто предположение о наличии корреляции развития АНГП и величины дефекта костной ткани (ДКТ), развивающегося в момент травмы и представленного в виде полной или частичной компрессии кости в интервале между метафизарным расширением диафиза (что соответствует хирургической шейке плечевой кости) и анатомической шейкой. Обращает на себя внимание факт сохранности костной ткани головки проксимальнее анатомической шейки в подавляющем большинстве случаев внутрисуставных переломов. Это позволяет схематично изобразить оставшуюся часть головки в виде полусферы с сохраненным радиусом – высотой головки. Продолжение данного радиуса в противоположную сторону на такую же высоту с последующей дорисовкой зеркально расположенного полукруга обозначит вышеуказанный интервал между метафизом и анатомической шейкой плечевой кости, максимально подверженный компрессии в момент травмы. Учитывая невовлечение большого и малого бугорков в процесс компрессии (их смещение в момент травмы), можно считать очерченную зеркальной полуокружностью область зоной компрессии, или формирования дефекта костной ткани (ДКТ). Приняв площадь всей окружности вместе с сохранной частью головки за 100 %, и разбив полуокружности на сектора по 5 %, можно достаточно точно посчитать площадь компрессии костной

ткани. Однако более точно объем ДКТ можно было бы получить с помощью внедрения математической модели измерений компьютерных томограмм.

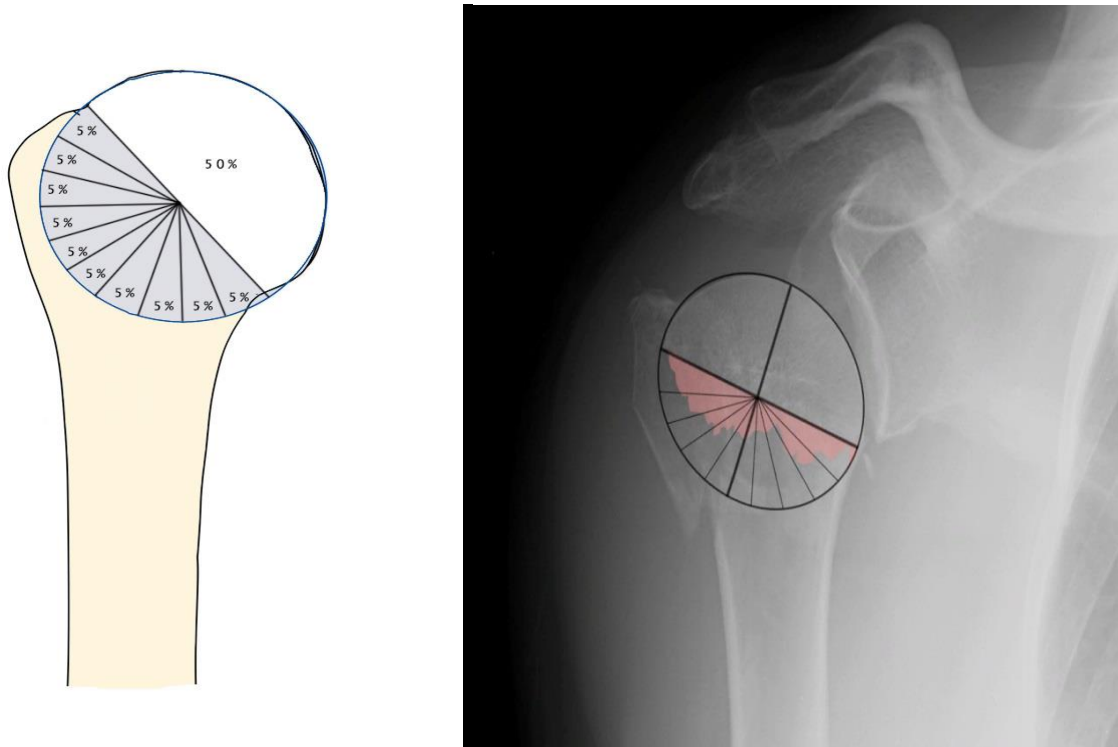


Рисунок 22 – Схема расчета величины дефекта костной ткани (ДКТ)

Соответствие площади зоны компрессии и сохранной части головки плечевой кости медиальнее анатомической шейки (т.е. возможность представления проксимального эпифиза плечевой кости в виде сферы) было проверено нами на 25 рентгенограммах здорового плечевого сустава пациентов, не входящих в исследование. Проведя измерения площади зоны ДКТ, мы пришли к выводу о существовании прямой зависимости развития признаков АНГП от степени компрессии костной ткани проксимального эпифиза плечевой кости, что было подтверждено статистическими расчетами. Выявлены следующие значимые предикторы АНГП 3 или 4 степени: для межбугоркового диастаза (МБД) более 5,5 мм шансы АНГП 3 или 4 степени увеличиваются в 14,67 раза ($p = 0,002$). Для сформированного в момент травмы дефекта костной ткани (ДКТ) более 29 % от объема головки плечевой кости шансы АНГП 3 или 4 степени

увеличиваются в 8,96 раза ($p = 0,004$); в группе сравнения шансы АНГП 3 или 4 степени увеличиваются в 6,11 раза ($p = 0,015$), а в группе исследования соответственно уменьшаются в 0,16 раза ($p = 0,015$). При смещении отломка большого бугорка более 11мм шансы АНГП 3 или 4 степени увеличиваются в 5,28 раза ($p = 0,027$).

На основании полученных данных, для определения показаний к методу остеосинтеза, предлагается следующий алгоритм.



Рисунок 23 – алгоритм определения показаний к методу остеосинтеза

4.3 Сравнительные данные изучения исходов применения методики остеосинтеза с использованием компьютерной томографии из клювовидного отростка (клинические примеры)

Примером лечения пациентов группы исследования с отличным результатом могут служить следующий.

Пациент С., 76 лет, пенсионер. Получила бытовую травму в результате падения на правую руку в ноябре 2020 г. При поступлении проведена блокада

места перелома, наложена гипсовая шина. По результатам КТ и рентгенографии установлено наличие перелома ПОПК тип С2 (Рисунки 24 и 25).

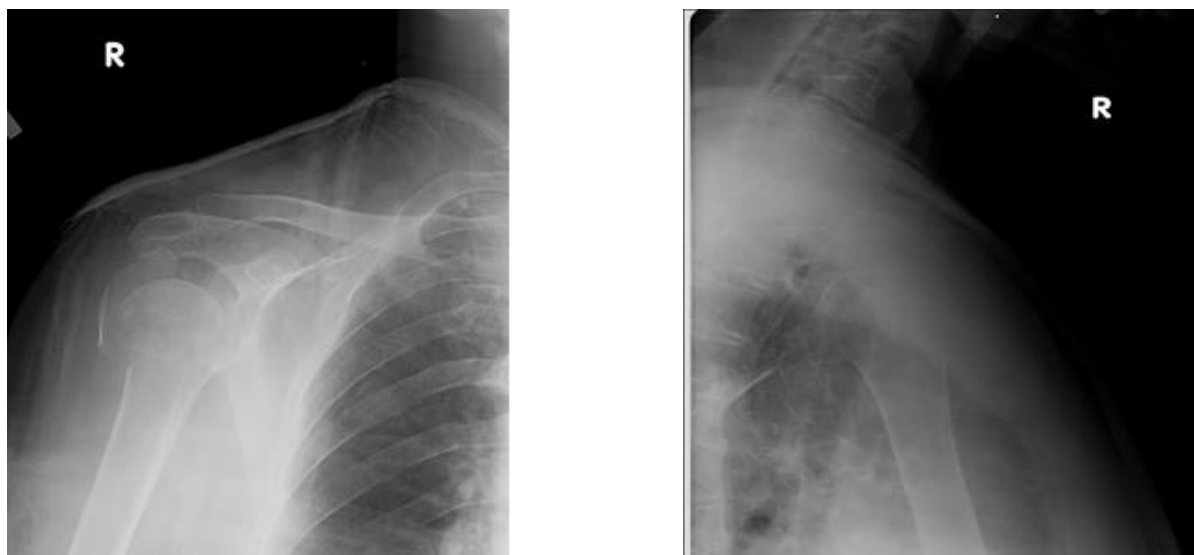


Рисунок 24 – Рентгенограммы пациента С. в прямой и трансторакальной проекциях при поступлении

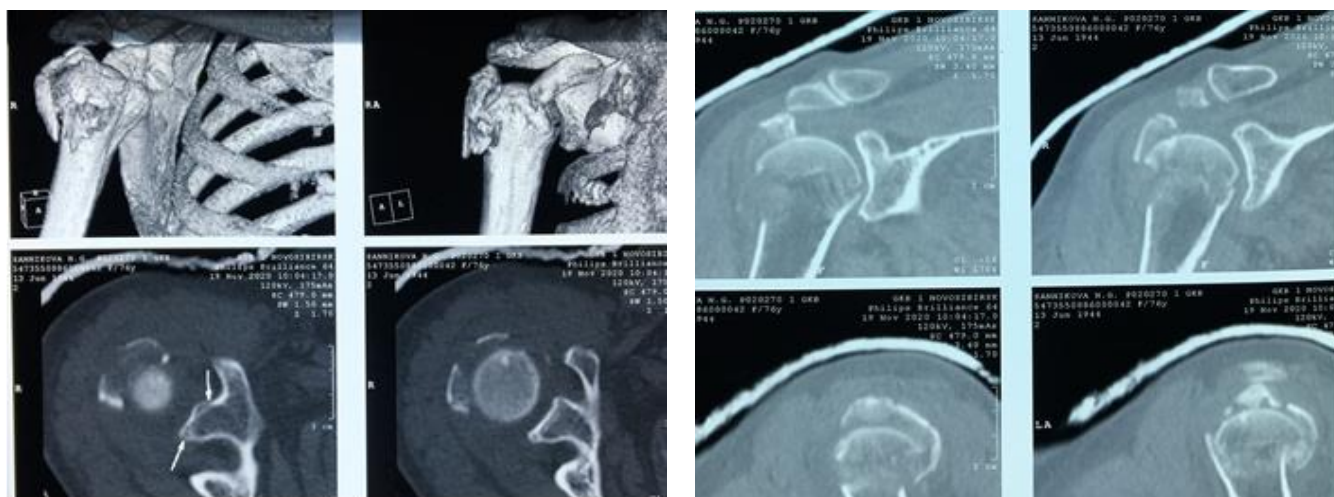


Рисунок 25 – Срезы КТ и 3D-реконструкция перелома ПОПК пациента С. при поступлении

После окончания обследования проведено оперативное лечение в объеме открытой репозиции, накостного остеосинтеза проксимального эпифиза плечевой кости с аутопластикой дефекта несвободным КМ трансплантатом из клювовидного отростка лопатки (Рисунок 26 А и Б).



А



Б

Рисунок 26 – Интраоперационная рентгенография пациента С после остеосинтеза в аксиальной проекции (А) и прямой проекции (Б)

Послеоперационный период без осложнений, заживление первичное. Реабилитационный период по приложенной ранее схеме, контроль № 1 через 6 месяцев после операции. При контрольной рентгенографии выявлен лизис фрагмента большого бугорка, умеренная кистозная перестройка области хирургической шейки и метадиафизарой зоны плечевой кости. Головка плечевой кости без признаков асептического некроза.



А



Б

Рисунок 27 – Контрольная рентгенография пациента С. через 6 месяцев после остеосинтеза в косой проекции (А) и прямой проекции (Б)

Удаление металлоконструкций проведено через 6 месяцев после остеосинтеза для профилактики вторичного субакромиального конфликта. По результатам компьютерной томографии после удаления признаков асептического некроза головки плечевой кости не выявлено (Рисунки 28 и 29).

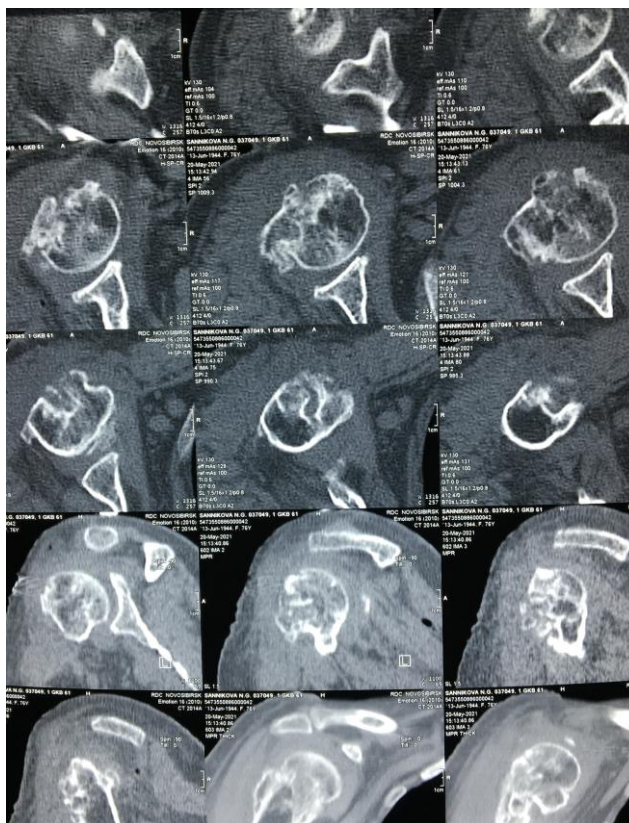


Рисунок 28 – Контрольная КТ пациента С. после удаления металлоконструкций

Пол: Ж	Дата рождения: 13.06.44	Медицинская карта № 61-02366
Кем направлен	ГКБ №1-61	
Причина обращения или диагноз в соответствии с МКБ-10	Уточнение диагноза	
Первичное/вторичное исследование	Первичное	
Краткий анамнез	В анамнезе оперативное лечение по поводу перелома правой плечевой кости	
Вид рентгеновского исследования	МСКТ	
Анатомическая область	Правый плечевой сустав	
Наименование медоборудования	МСКТ «SOMATOM Emotion 16»	
Протокол исследования	№ 037049	
Эффективная доза	3.67мЗв	
Ограничения визуализации	Нет	
Пероральное контрастирование:	Внутривенное контрастирование:	Аллергические реакции:
Не проводилось	Не проводилось	Нет
Исследование выполнено в аксиальной плоскости в аксиальной плоскости с последующей сагиттальной, фронтальной и 3D реконструкцией.		
На томограммах определяется неоднородная структура проксимального эпифиза плечевой кости за счет чередования участков разрежения и уплотнения после консолидации отломков и спицевых каналов после удаления металлоконструкций. Отмечается выраженная деформация поверхности малого и большого бугорков плечевой кости, неправильной формы краевые костные разрастания, в том числе на уровне хирургической шейки. Суставная поверхность головки без признаков деформации.		
Отмечается вентральное смещение головки плечевой кости с нарушением конгруэнтности суставных поверхностей. Выявляются мелкие оссификаты в проекции верхнего отдела суставной капсулы.		
Выводы	Выявлены признаки консолидированного оскольчатого перелома проксимального эпифиза правой плечевой кости, состояния после остеометаллосинтеза, подвывиха головки плечевой кости. Впечатления о формировании участка асептического некроза на момент исследования не складывается.	
Рекомендации	Нет	

Рисунок 29 – Заключение контрольной КТ пациента С.

Повторные осмотры проведены через 12 и 18 месяцев после операции остеосинтеза. По данным опросника ASES был получен результат 87 и 82 балла, что соответствует градации «отличный результат». Рентгенологически сохранились кистозные изменения хирургической шейки и верхней трети плечевой кости, без выраженных изменений головки (Рисунок 30).

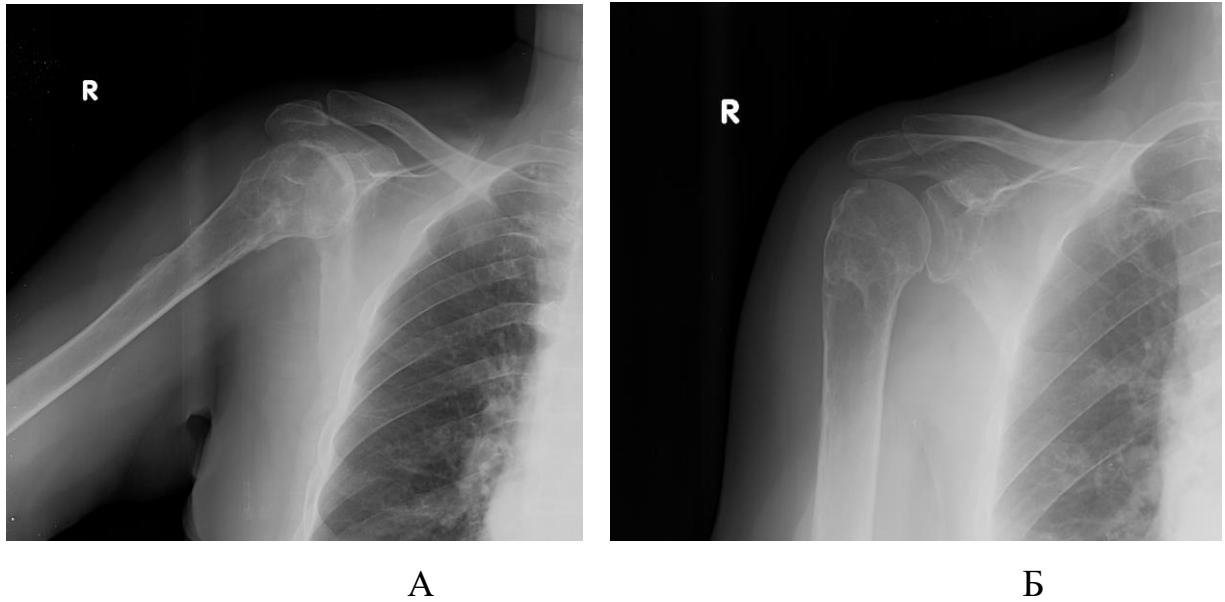


Рисунок 30 – Контрольная рентгенография пациента С. через 18 месяцев после остеосинтеза в аксиальной проекции (А) и прямой проекции (Б)

При обследовании объема активных движений (Рисунок 31) выявлена умеренная сгибательно-отводящая контрактура, которую пациентка компенсировала отведением лопатки, что считала достаточным для самообслуживания и выполнения легкого труда дома и в саду. Перенос тяжестей не затруднял.

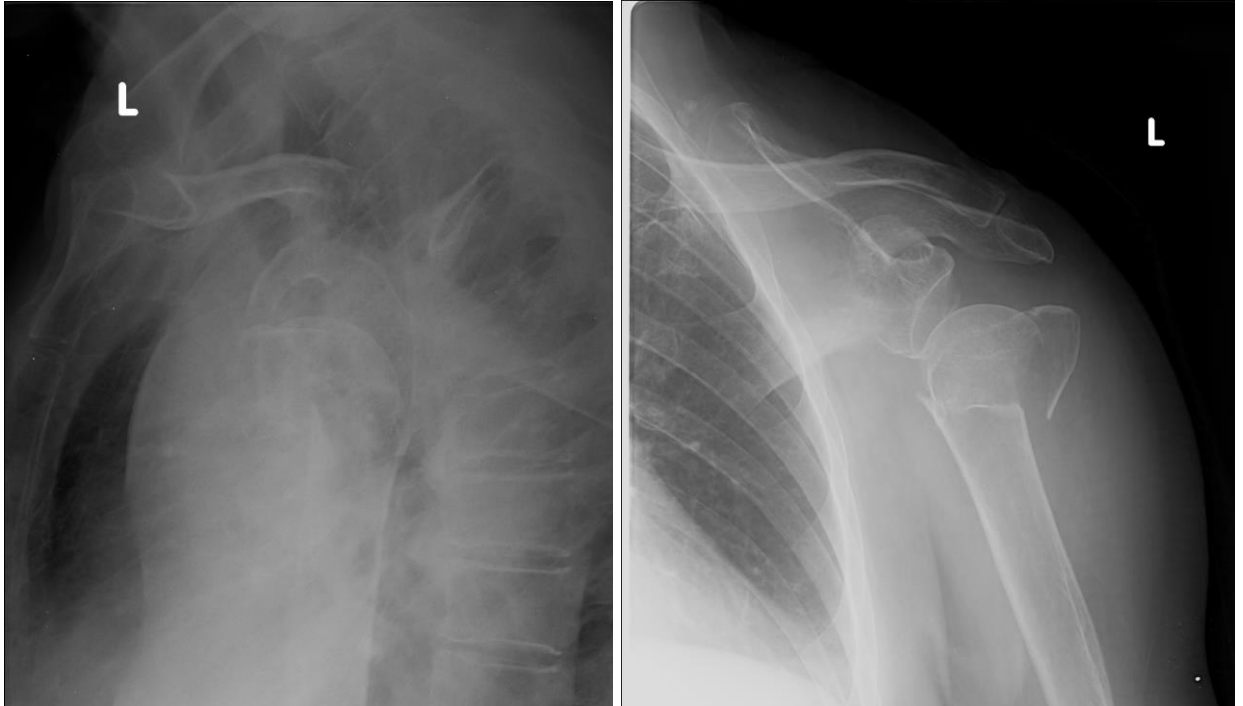


Рисунок 31 – Объем активных движений в плечевом суставе пациента С.
(осмотр через 18 месяцев после остеосинтеза)

Достоин отдельного рассмотрения клинический случай пациентки У., 78 лет, пенсионерки. Травму получила 12.11.2019 в результате падения, была госпитализирована в наше отделение для планового оперативного лечения. По результатам первичной рентгенографии диагностирован внутрисуставной перелом проксимального эпифиза плечевой кости слева (Рисунок 32).

20.11.2019 проведено оперативное лечение в объеме открытой репозиции, накостного остеосинтеза ПОПК пластиной LCP с использованием методики трансплантации НКМТ из клювовидного отростка лопатки. Интра- и послеоперационный рентгенконтроль выявил фиксацию головки плеча с

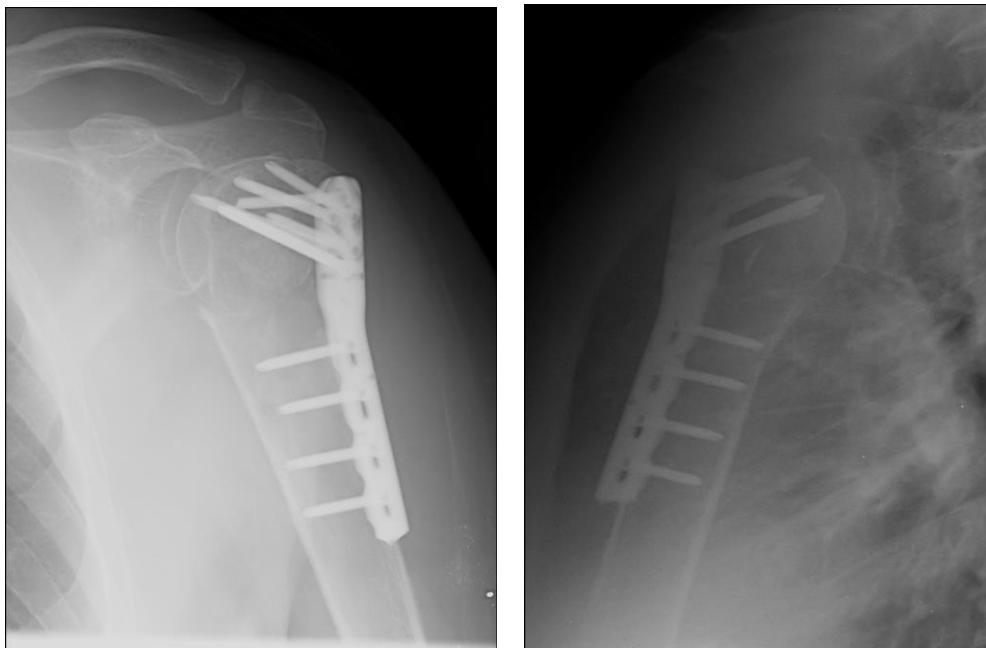
умеренным смещением по отношению к метадиафизарной зоне, за счет фрагментации и продавливания бугорковой зоны (Рисунок 33).



А

Б

Рисунок 32 – Рентгенограмма плечевого сустава в прямой (Б) и трансторакальной проекциях (А) пациента У. при поступлении



А

Б

Рисунок 33 – Интраоперационная рентгенография пациента У. после остеосинтеза в трансторакальной проекции (Б) и прямой проекции (А)

Дальнейшее наблюдение за пациенткой выявило отрицательную динамику в течение полугода, в виде сохранения и прогрессирования контрактуры (индекс ADL 17) и хронического болевого синдрома (Pain Score ASES 25). Рентгенологически признаки сращения отсутствовали, превалировали резорбционные процессы бугорковой зоны и частично головки плеча, отмечена перфорация головки винтами (Рисунок 34).

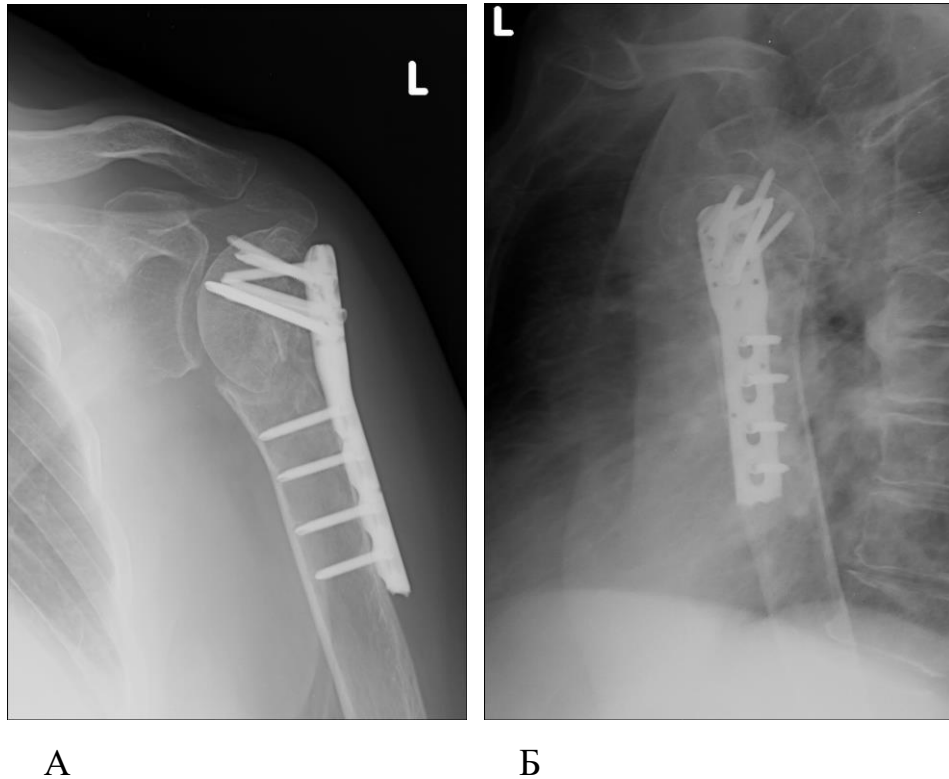


Рисунок 34 – Контрольная рентгенография пациента А. через 6 месяцев после остеосинтеза в трансторакальной проекции (А) и прямой проекции (Б)

Дальнейшее наблюдение результатов не дало, через 12 месяцев проведено удаление конструкций и ревизия зоны перелома. Диагностировано развитие тугого ложного сустава в области хирургической шейки и межбугорковой борозды ПОПК с наличием патологической подвижности отломков и признаками асептического некроза головки плечевой кости. Ввиду выраженных ишемических изменений ПОПК и бесперспективности попыток реостеосинтеза со свободной костной пластикой, операция была прекращена. После заживления раны больная была выписана с рекомендациями протезирования плечевого сустава, результат лечения признан неудовлетворительным. Однако, при повторном контрольном

осмотре в сроки 2 года 10 месяцев после первичного остеосинтеза на контрольных рентгенограммах, помимо признаков частичного лизиса головки плеча (что является признаком АНГП), отмечена субтотальная консолидация перелома (Рисунок 35).



А

Б

Рисунок 35 – Контрольная рентгенография пациента У. через 34 месяца после остеосинтеза в прямой проекции (А) и боковой проекции (Б)

Результат анкетирования также показал положительную динамику в виде уменьшения болевого синдрома (PS 45 баллов) и улучшения функции сустава (ADL 27 баллов, ограничения только выше горизонтального уровня).



Рисунок 36 – Объем активных движений в плечевом суставе пациента У. (осмотр через 34 месяца после остеосинтеза)

В связи с признаками вторичного субакромиального импиджмент-синдрома больной была предложена декомпрессия, от которой пациентка воздержалась. На момент повторного осмотра результат лечения можно расценить как «хороший».

Структура оперативных вмешательств, выполненных повторно, приведена в таблице 14. Реостеосинтез большого бугорка выполнялся в случаях его вторичного смещения в послеоперационном периоде. Для профилактики вторичного смещения бугорка, при слабой фиксации его пластиной, остеосинтез стали дополнять фиксацией трансоссальным швом по Леановцу или фиксацией спонгиозным винтом вне пластины. Резекция большого бугорка плечевой кости выполнялась по показаниям вторичного импиджмент-синдрома вследствие выстояния большого бугорка после развившегося асептического коллапса головки. Дистрофические разрывы сухожилия надостной мышцы также отмечены в случаях развития асептического некроза головки плечевой кости.

Таблица 14 – Структура оперативных вмешательств, выполненных повторно

Название операции	Контрольная группа	Группа исследования
Удаление металлоконструкций	61,05 %	52,92 %
Резекция большого бугорка с реинсерцией сухожилий ВМП	11,76 %	0,0 %
Шов сухожилий ВМП	17,60 %	0,0 %
Реостеосинтез большого бугорка	11,76 %	0,0 %

4.4 Осложнения при остеосинтезе проксимального отдела плечевой кости

В структуре осложнений оперативного лечения, помимо вышеуказанных (развитие АНГП и несращения перелома), отмечено 3 случая развития посттравматического пареза плечевого сплетения с рентгенологическими признаками нижнего подвывиха плеча. Два из них купированы повторными курсами нейротропной терапии, 1 пациентка на контрольный осмотр не явилась.

Пациентам с признаками развития ложного сустава и/или выраженным коллапсом головки плечевой кости вследствие асептического некроза,

сопровождающегося хроническим болевым синдромом, рекомендовано повторное оперативное лечение в объеме эндопротезирования плечевого сустава. При повторных осмотрах и опросах никем из больных протезирование плечевого сустава выполнено не было. Основная причина отказа пациентов – компенсация объема движений лопаткой, не ведущая рука, уменьшение болевого синдрома вследствие прогрессирования контрактуры.

За период проведения работы у указанных и других пациентов, в том числе контрольной группы, принявших участие в исследовании, не отмечено прочих неврологических расстройств; не выявлено инфекционных, сосудистых или общесоматических осложнений, связанных с проведенным оперативным вмешательством.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее тяжелой категорией переломов проксимального эпифиза плечевой кости являются внутрисуставные повреждения. Одним из основных осложнений является формирование аваскулярного некроза, причиной которого служат особенности кровоснабжения головки плечевой кости и нарушение ее васкуляризации вследствие травмы. Существующие в настоящее время способы остеосинтеза внутрисуставных переломов проксимального отдела плечевой кости не снижают риска развития асептического некроза головки плечевой кости и не уменьшают риск несращений.

Наличие современных фиксаторов, применяемых для лечения переломов проксимального отдела плечевой кости, и совершенствование техники их постановки, а также широкое развитие эндопротезирования плечевого сустава у пациентов пожилого и старческого возраста, позволили значительно улучшить результаты лечения. При выборе метода остеосинтеза внутрисуставного перелома проксимального эпифиза плечевой кости практикующий хирург сталкивается с проблемой уменьшения травматичности операции и сохранения кровоснабжения отломков с одной стороны и обеспечения точной репозиции и стабильной жесткой фиксации с другой. Интрамедуллярный остеосинтез широко используется при лечении переломов типа С в основном благодаря усовершенствованной системе блокирования винтов и считается методом выбора у пациентов старших возрастных групп, так как обеспечивает достаточную стабильность отломков [44]. Блокируемые системы фиксации с угловой стабильностью обладают более высокими показателями внутренней стабильности, поэтому они лучше удерживают репозицию на этапе послеоперационного функционального лечения [28]; с другой стороны, вероятность развития аваскулярного некроза головки плечевой кости после накостного остеосинтеза возрастает вследствие большей травматизации. В последнее время появляются все больше сообщений о неудовлетворительных результатах эндопротезирования плечевого сустава при переломах ПОПК. В частности, появляются отзывы исследователей, в которых выявляется худший

функциональный результат по сравнению с неоперированными больными с разницей в 10,9 балла по 100-балльной шкале Constant [83]. На этом фоне более обещающими выглядят результаты развивающегося в настоящее время первичного обратного эндопротезирования плечевого сустава в случаях «сложных» внутрисуставных переломов ПОПК.

В то же время, изучение последствий лечения внутрисуставных переломов ПОПК, в том числе эндопротезирования, заставляет искать новые варианты хирургических пособий, где значительное внимание должно быть уделено сохранению и улучшению кровоснабжения в зоне свежего перелома. При выборе метода значительное влияние на исход оказывают не только тяжесть перелома и степень фрагментации, но и наличие сопутствующей патологии, значительно уменьшающей возможности микроциркуляторного русла (например, сахарный диабет), равно как и возраст пациента (частота жирового перерождения красного костного мозга губчатой кости значительно выше после 80 лет). Для профилактики ишемических изменений головки плечевой кости осложнений возникает необходимость использования метода остеосинтеза с элементом стимуляции репаративного остеогенеза. Существующие методики профилактики развития аваскулярного некроза свободными аутооттрансплантатами из гребня крыла подвздошной кости, головки малоберцовой кости, либо аллографтами с добавлением стволовых клеток, имеют ряд недостатков, в том числе отсутствие кровоснабжения, что значительно увеличивает вероятность их лизиса или инфицирования. Использование для стимуляции кровоснабжения отделенного эпифиза плечевой кости несвободных аутооттрансплантатов в мировой литературе не рассматривается.

Предлагаемый нами метод не требует значительных изменений в ходе обычного рутинного остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости или дополнительных затрат, и легко выполним в условиях любого травматологического отделения. В то же время, клинические и рентгенологические результаты нашего исследования демонстрируют улучшение отдаленных исходов лечения внутрисуставных переломов ПОПК. Наш опыт

применения методики стимуляции остеогенеза использованием несвободного костномышечного трансплантата из клювовидного отростка лопатки при стабильном остеосинтезе показал преимущественно хорошие и отличные результаты лечения. Все это позволяет рекомендовать предлагаемый нами метод лечения в клиническую практику.

ВЫВОДЫ

1. При лечении внутрисуставных переломов проксимального отдела плечевой кости С2 несращение перелома выявлено в 8 % случаев контрольной группы и 4,3 % случаев группы исследования (контрольная группа 25 пациентов, проведен накостный остеосинтез пластиной LCP; группа исследования 23 пациента, выполнен накостный остеосинтез пластиной LCP с аутопластикой НКМТ из клювовидного отростка лопатки), $p > 0.999$.
2. На основании морфологического исследования костномышечных препаратов клювовидный отросток лопатки – короткая головка двуглавой мышцы – брюшко двуглавой мышцы плеча установлено наличие кровоснабжения остеотомированного фрагмента коракоида из брюшка мышцы, в результате чего данный несвободный костно-мышечный трансплантат может служить дополнительным источником кровоснабжения при транспозиции в зону внутрисуставного перелома проксимального отдела плечевой кости.
3. Показанием для остеосинтеза с использованием предложенной методики являются внутрисуставные переломы проксимального отдела плечевой кости со смещением отломков по межбугорковой борозде более 5 мм. Показанием для остеосинтеза без использования методики трансплантации несвободного костно-мышечного трансплантата следует считать переломы без нарушения или с минимальным нарушением (1-4 мм) целостности межбугорковой борозды.
4. Предложенная методика использования метода аутопластики несвободным костно-мышечным трансплантатом из клювовидного отростка лопатки снижает риск развития асептического некроза головки плечевой кости ($p = 0.023$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выборе методики остеосинтеза в случае внутрисуставных переломов ПОПК предпочтителен накостный остеосинтез пластиной с угловой стабильностью.
2. В случае выявления диастаза отломков по межбугорковой борозде более 5 мм и дефекте костной ткани головки плеча более 29 % предпочтительнее использование методик остеосинтеза с костной аутопластикой.
3. Расчёт дефекта костной ткани головки плеча и степени межбугоркового диастаза возможен как на КТ-сканах, так и на стандартных рентгенограммах.
4. Забор аутотрансплантата из клювовидного отростка лопатки и проведение накостного остеосинтеза возможны из стандартного дельтоидеопекторального доступа.
5. Послеоперационное ведение больных при использовании предложенной методики доступно без внешней иммобилизации.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АВФ	– аппарат внешней фиксации
АНГП	– асептический некроз головки плечевой кости
ВМП	– вращательная манжета плеча
ДКТ	– дефект костной ткани
КТ	– компьютерная томография
КО	– клювовидный отросток лопатки
ЛФК	– лечебная физкультура
МБД	– диастаз отломков по межбугорковой борозде
МРТ	– магнитно-резонансная томография
МС	– метафизарное смещение
НКМТ	– несвободный костно-мышечный трансплантат
ПОПК	– проксимальный отдел плечевой кости
СББ	– смещение отломков большого бугорка
ШДУ	– шейно-диафизарный угол
ЭМГ	– Электромиография
ADL	– шкала функциональности плечевого сустава ASES
ASES	– опросник американской системы оценки хирургии плечевого и локтевого суставов
PS	– шкала боли ASES
МНИ	– medial hinge integrity

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, В. В. Костно-мышечная аутопластика в лечении асептических некрозов головки бедренной кости / В. В. Агаджанян, А. Д. Замулин, Г. Ф. Красников // Ортопедия, травматология. – 1988. – № 10. – С. 24–25.
2. Архипов, С. В. Хирургическое лечение переломов проксимального отдела плечевой кости / С. В. Архипов, Г. М. Кавалерский // Хирургия плечевого сустава. – М. : ГРАНАТ, 2015
3. Ахтямов, И.Ф. Новый способ лечения ранних форм асептического некроза головки бедренной кости (предварительное сообщение) / Ахтямов И.Ф., Анисимов О.Г., Будяк Ю.В., Коваленко А.Н., Короткова А.С. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2011. – Том 18, № 1. С. 33-37. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto201118133-37>
4. Ахтямов, И.Ф. Лечение асептического некроза головки бедренной кости / Ахтямов И.Ф, Коваленко А.Н., Анисимов О.Г. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2011. – Том 18, № 1. С. 84-89. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto201118184-89>
5. Влияние расположения и ремоделирования костного блока трансплантата на результаты операции Bristow – Latarjet / Д. А. Маланин, А. С. Трегубов, С. В. Грунин, Л. Л. Черезов // Травматология и ортопедия России. – 2016. – Том 22, № 3. – С. 31–43. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-3-31-43.
6. Выбор оптимального метода хирургического лечения сложных переломов и переломовывихов проксимального отдела плечевой кости / Н. В. Загородний, С. Е. Федоров, М. Д. Абакиров [et al.] // Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2018. – Vol. 22, № 2. – С. 159–164.
7. Гладков, Р. В. Результаты модифицированной артроскопически-ассистированной костнопластической стабилизации плечевого сустава по Bristow – Latarjet – Bankart / Р. В. Гладков, В. В. Хоминец // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т. 27, № 1. – С. 106–120. DOI: 2311-2905-2021-27-1-106-120

8. Гюльназарова, С. В. Осложнения при эндопротезировании плечевого сустава у пациентов с застарелыми переломами и переломо-вывихами проксимального отдела плечевой кости / С. В. Гюльназарова, В. И. Мамаев, Т. В. Зубарева // Гений ортопедии. – 2016. – № 1. – С. 48–51.
9. Доступные способы повышения регенераторного потенциала пластического материала в неотложной травматологии. Часть 1. Использование аутологичной богатой тромбоцитами плазмы крови / А. М. Файн, А. Ю. Ваза, С. Ф. Гнетецкий [и др.] // Трансплантология. – 2022. – № 1, Т. 14. – С. 79. DOI: 10.23873/2074-0506-2022-14-1-79-97
10. Зоря, В. И. Результаты оперативного лечения больных с переломами проксимального отдела плечевой кости / В. И. Зоря, А. А. Чистяков, Р. Э. Мамедов // II Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов : тезисы докладов конгресса, Москва, 21–22 сентября 2018 года. – Воронеж : Научная книга, 2018. – С. 60–62.
11. Коган, П. Г. Совершенствование тактики лечения пациентов с закрытыми многофрагментарными переломами проксимального отдела плечевой кости : специальность 14.01.15 «Травматология и ортопедия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Коган Павел Геннадьевич ; Российский ордена Трудового Красного Знамени НИИ травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена. – Санкт-Петербург – 2017. – 26 с. : ил. – Библиогр.: с. 24. – Место защиты: Российский ордена Трудового Красного Знамени НИИ травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена. – Текст: непосредственный.
12. Лазарев, А. Ф. Остеосинтез при переломах шейки плечевой кости у больных пожилого возраста / А. Ф. Лазарев, Э. И. Солод. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2003. – № 3. – С. 57–61.
13. Ласунский, С. А. Лечение переломо-вывихов проксимального конца плечевой кости у людей пожилого и старческого возраста : специальность 14.00.22 «Травматология и ортопедия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Ласунский Сергей Анатольевич ;

Ленингр. НИИ травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена. – Ленинград, 1988. – 16 с. : ил. – Библиогр.: с. – Место защиты: Ленингр. НИИ травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена. – Текст : непосредственный.

14. Лечение последствий переломов диафиза плечевой кости с использованием различных методов стимуляции костеобразования в условиях стабильной фиксации отломков / А. П. Барабаш, К. А. Гражданов, Ю. А. Барабаш, В. Д. Балаян // Гений ортопедии. – № 2. – 2012. – С. 77–80.

15. Линник, С.А. Пластина для хирургического лечения четырехфрагментарных переломов проксимального отдела плечевой кости / С.А. Линник, М.М. Ранков, С.Г. Парфеев, О.В. Щеглов, А.В. Бойченко // Травматология и ортопедия России. – 2011. – №2. С. 137-140. УДК 616.717.4-001.5-089.84

16. Линник, С.А. Биомеханика остеосинтеза накостными пластинами четырехфрагментарного перелома плечевой кости / С.А. Линник, М.М. Ранков, Ю.А. Шукейло, О.В. Щеглов // Российский журнал биомеханики. – 2011. – Т. 15, № 1 (51). С. 52–64. УДК 531/534: [57+61]

17. Ломтатидзе, Е. Ш. Анализ функциональных результатов внутреннего остеосинтеза при переломах проксимального отдела плечевой кости / Е. Ш. Ломтатидзе // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2003. – № 3. – С. 62–67.

18. Маркин, В. А. Оперативное лечение переломов проксимального метаэпифиза плечевой кости : специальность 14.00.22 «Травматология и ортопедия» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Маркин Вячеслав Анатольевич ; Российский университет дружбы народов. – Москва, 2008. – 138 с. – Библиогр.: с. – Текст : непосредственный.

19. Морфологические изменения в головке плечевой кости при острой травме проксимального отдела плечевой кости у пожилых пациентов / А. Б. Слободской, И. С. Бадак, И. В. Воронин [и др.] // Илизаровские чтения : мат. науч.-практ. конф. с междунар. уч. – Курган, 2011. – С. 260–261.

20. Набиев, Е. Н. Современные тенденции оперативного лечения переломов проксимального отдела плечевой кости / Е. Н. Набиев // Астраханский медицинский журнал. – 2014. – Т. 9, № 2. – С. 23–29.
21. Первый опыт использования разработанных модифицированных аллогенных костных трансплантатов при хирургическом лечении пациентов с тяжелыми переломами хирургической шейки плечевой кости / А. Ю. Ваза, А. М. Файн, Н. В. Боровкова [и др.] // Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 83–90. DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-1-83-90
22. Похвощев, Д. П. Лечение больных с переломами проксимального отдела плечевой кости : специальность 14.01.15 «Травматология и ортопедия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Похвощев Дмитрий Павлович ; НИИ скорой помощи имени Н. В. Склифосовского. – Москва, 2010. – 27с. : ил. – Библиогр.: с. 26. – Место защиты: НИИ скорой помощи имени Н. В. Склифосовского. – Текст : непосредственный.
23. Прохоренко, В. М. Хирургическое лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела плечевой кости / В. М. Прохоренко, Ю. А. Афанасьев // Acta Biomedica Scientifica – 2023. – Т. 8, № 5. – С. 38–45. DOI: 10.17513/spno.32690
24. Результаты остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости интрамедуллярным штифтом с дополнительной мягкотканной стабилизацией бугорков / К. А. Егиазарян, А. П. Ратьев, В. О. Тамазян [и др.] // Политравма. – 2019. – № 2 [июнь]. – С. 32–39. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-81-88
25. Солдатов, Ю.П. Комплексная коррекция патофизиологических нарушений у ортопедотравматологических больных с применением электромагнитных волн терагерцового диапазона на частотах излучения оксида азота / С.Ю.Лукин, Ю.П. Солдатов, М.В. Стогов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2018. – №95(6). С. 58-66 DOI: 10.17116/kurort20189506158

26. Солдатов, Ю.П. Гидравлическая мобилизация локтевого сустава и субхондральная туннелизация метадиафизов его костей как альтернативный малоинвазивный метод лечения остеоартритов / Столбиков С.А., Солдатов Ю.П. // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. УДК 616.727.3:617.3:617-089.844
27. Сравнительная характеристика результатов лечения ранних стадий остеонекроза головки бедренной кости различными методами декомпрессии / Р. М. Тихилов, И. И. Шубняков, А. А. Мясоедов, А. А. Иржанский // Травматология и ортопедия России. – 2016. – № 22 (3). – С. 7–21.
28. Среднесрочные результаты лечения переломов проксимального отдела плечевой кости методом внутрикостного остеосинтеза / К. А. Егиазарян, А. П. Ратьев, Д. И. Гордиенко [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2018. – № 24 (4). – С. 81–88. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-81-88.
29. Тихилов, Р. М. Использование латерального края лопатки для пластики дефектов верхней трети плечевой кости / Р. М. Тихилов, С. П. Лушников, А. Ю. Кочиш // Травматология и ортопедия России. – 2009. – Т. 2, № 59. – С. 7–14 DOI: <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1840>.
30. Хирургическое лечение больных с асептическим некрозом головки бедренной кости на ранних стадиях / В. В. Агаджанян, А. А. Пронских, Д. А. Давыдов, С. В. Проценко // Новые Мед Технологии. – 2016. – С. 23–30.
31. Хирургическое лечение внесуставных переломов проксимального отдела плеча / В. Мурылев, А. Имамкулиев, П. Елизаров [и др.] // Врач. – 2014. – № 11. – С. 10–13.
32. Хирургическое лечение переломов проксимального отдела плечевой кости / Г. Д. Лазишвили, А. В. Григорьев, В. В. Кузин [и др.] // Московский хирургический журнал. – 2016. – Том 1, № 47. – С. 23.
33. Швед С.И. Наш многолетний опыт применения чрескостного остеосинтеза в лечении больных с внутри- и околосуставными переломами / С.И.Швед // Гений Ортопедии. – 2013. – № 2. – С. 112-116. УДК 616.71-001.513-089.227.84

34. Эволюция лечения переломов проксимального отдела плечевой кости (обзор литературы) / П. Г. Коган, Т. Н. Воронцова, И. И. Шубняков [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2013. – № 3. – С. 154–161. DOI: 10.21823/2311-2905-2013-3.
35. Эффективность кровоснабжаемой и обычной костной пластики в достижении сращения при ложных суставах плечевой кости / И. О. Голубев, А. Р. Саруханян, М. В. Меркулов [и др.] // Гений ортопедии. – 2021. – Т. 27, № 2. – С. 182–186. DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-2-182-186.
36. The arterial supply of the coracoid process / A. Hamel, O. Hamel, S. Ploteau [et al.] // J. Surg Radiol Anat. – 2012. – Vol. 34, № 7. – P. 599–607. DOI: 10.1007/s00276-012-0952.
37. A pilot study of blood supply of the coracoid process and the coracoid bone graft after Latarjet osteotomy / Z. Deng, D. Liang, W. Zhu [et al.] // Biosci Report. – 2019. – Vol. 39, № 11. – P. BSR20190929. DOI: 10.1042/BSR20190929.
38. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures / R. C. Sproul, J. J. Ivengar, Z. Devcic, B. T. Feeley // J Injury. – 2011. – Vol. 42, № 4. – P. 408. DOI: 10.1016/j.injury.2010.11.058.
39. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures / R. C. Sproul, J. J. Iyengar, Z. Devcic, B. T. Feeley // Injury. – 2011. – Vol. 42. – P. 408–413.
40. An anatomical investigation into the blood supply of the proximal humerus: surgical considerations for rotator cuff repair / N. Keough, T. de Beer, A. Uys, E. Hohmann // JSES Open Access. – 2019. – Vol. 3, № 4. – P. 320–327. DOI: 10.1016/j.jses.2019.09.002.
41. Aspects of in vitro fatigue in human cortical bone : time and cycle dependent crack growth / R. K. Nalla, J. J. Kruzic, J. H. Kinney, R. O. Ritchie // Biomaterials. – 2005. – Vol. 26, № 14. – P. 2183–2195. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2004.05.024.
42. Beirer Reconstruction or replacement? A challenging question in surgical treatment of complex humeral head fractures in the elderly / M. Müller, F. Greve, M. Crönlein [et al.] // Arch Orthop Trauma Surg. – 2022. – Vol. 142 (11). –

P. 3247–3254. DOI: 10.1007/s00402-021-04124-3.

43. Bigliani, L. U. Fractures of the proximal humerus / L. U. Bigliani, E. L. Flatow, R. G. Pollock ; In: The Shoulder. 2th ed. C. A. Rockwood, F. A. Matsen III, eds. – Philadelphia, PA : WB Saunders, 1998. – P. 337–389.

44. Biomechanical evaluation of two intramedullary nailing techniques with different locking options in a three-part fracture proximal humerus model / S. Rothstock, M. Plecko, M. Kloub [et al.] // J Clin Biomech (Bristol, Avon). – 2012. – Vol. 27, № 7. – P. 686–691. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2012.03.003.

45. Brooks, C. H. Vascularity of the humeral head after proximal humeral fractures / C. H. Brooks, W. J. Revell, F. W. Heatley // J Bone Joint Surg Br. – 1993. – Vol. 75, № 1. – P. 132–136. DOI: 10.1302/0301-620X.75B1.8421010.

46. Capriccioso, C. E. Initial varus displacement of proximal humerus fractures results in similar function but higher complication rates / C. E. Capriccioso, J. D. Zuckerman, K. A. Egol // Injury. – 2016. – Vol. 47 (4). – P. 909–913. DOI: 10.1016/j.injury.2016.01.021

47. Chow, S. Sample Size Calculations in Clinical Research / S. Chow, J. Shao, H. Wang. – 2nd ed. – Chapman & Hall/CRC Biostatistics Series, 2008. – P. 90.

48. Classification and imaging of proximal humerus fractures / B. C. Robinson, G. S. Athwal, J. Sanchez-Sotelo, D. M. Rispoli // Orthop. Clin. North Am. – 2008. – Vol. 39. – № 4. – P. 393–403.

49. Classification of proximal humerus fractures: The contribution of the scapular lateral and axillary radiographs / M. L. Sidor, J. D. Zuckerman, T. Lyon [et al.] // J. Shoulder Elbow Surg. – 1994. – Vol. 3 (1). – P. 24–27.

50. Complex proximal humerus fractures: Hertel's criteria reliability to predict head necrosis / G. Campochiaro, M. Rebuzzi, P. Baudi, F. Catani // Musculoskelet Surg. – 2015. – Vol. 99, Suppl. 1. – P. S9–15. DOI: 10.1007/s12306-015-0358-z

51. Complications after non-surgical management of proximal humeral fractures: a systematic review of terms and definitions / S. Brorson, N. Alispahic, C. Bahrs [et al.] // BMC Musculoskelet Disord. – 2019. – Vol. 20 (1). – P. 91. DOI: 10.1186/s12891-019-2459-6

52. Complications after surgical treatment of proximal humerus fractures in the elderly-an analysis of complication patterns and risk factors for reverse shoulder arthroplasty and angular-stable plating / A. Klug, D. Wincheringer, J. Harth [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2019. – Vol. 28 (9). – P. 1674–1684. DOI: 10.1016/j.jse.2019.02.017
53. Complications and long-term outcomes of open reduction and plate fixation of proximal humeral fractures / C. M. Robinson, P. H. C. Stirling, E. B. Goudie [et al.] // *J Bone Jt Surg Am.* – 2019. – Vol. 101 (23). – P. 2129–2139.
54. Conservative treatment of 3-part and 4-part proximal humeral fractures: a systematic review / M. Soler-Peiro, L. García-Martínez, L. Aguilera, M. Perez-Bermejo // *J Orthop Surg Res.* – 2020. – Vol. 15 (1). – P. 347. DOI: 10.1186/s13018-020-01880-7.
55. CourtBrown, C. M. Epidemiology of adult fractures: a review / C. M. CourtBrown, B. Caesar // *Acta Orthop. Scand.* – 2001. – Vol. 72. – P. 365–371.
56. Court-Brown, Charles M. Nonunions of the proximal humerus: their prevalence and functional outcome / Charles M. Court-Brown, Margaret M. McQueen // *J Trauma.* – 2008. – Vol. 64 (6). – P. 1517–1521. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181469840
57. Doursounian, L. A prognostic classification of proximal humerus fractures: the cephalic extension staging / L. Doursounian, T. Gregory, A. Miquel // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* – 2023. – Vol. 34 (1). – P. 143–153. DOI: 10.1007/s00590-023-03626-7
58. Efficacy comparison of intramedullary nails, locking plates and conservative treatment for displaced proximal humeral fractures in the elderly / Wei Ge, Qi Sun, Gen Li [et al.] // *J. Clin. Interv. Aging.* – 2017. – Vol. 29, № 12. – P. 2047–2054. DOI: 10.2147/CIA.S144084.
59. Epidemiology of proximal humeral fractures: a detailed survey of 711 patients in a metropolitan area / D. Passaretti, V. Candela, P. Sessa, S. Gumina // *J. Shoulder Elb. Surg.* – 2017. – Vol. 26, № 12. – P. 2117–2124. DOI: 10.1016/j.jse.2017.05.029.

60. Fan, Y. Effectiveness comparison of operative and non-operative treatment for complex proximal humeral fractures in elderly patients / Y. Fan, S. Wang, Y. Luo // *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. – 2012. – Vol. 26 (9). – P. 1029–1032.
61. Fixation of proximal humeral fractures with the Polarus nail / W. F. Mittlmeier, C. Rajasekhar, P. S. Ray [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg*. – 2001. – Vol. 10, № 1. – P. 7–10. DOI: 10.1067/mse.2001.109556.
62. Functional outcomes after nonoperative management of fractures of the proximal humerus / B. Hanson, P. Neidenbach, P. de Boer, D. Stengel // *J Shoulder Elb Surg*. – 2009. – Vol. 18 (4). – P. 612–621.
63. Gerber, C. Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus / C. Gerber, C. M. Werner, P. Vienne // *The Journal of bone and joint surgery*. – 2004. – Vol. 86-B, № 6. – P. 848–855. DOI:10.1302/0301-620X.86B6.14577.
64. Goudie, Ewan B. Prediction of Nonunion After Nonoperative Treatment of a Proximal Humeral Fracture / Ewan B. Goudie, C. Michael Robinson // *J Bone Joint Surg Am*. – 2021. – Vol. 103 (8). – P. 668–680. DOI: 10.2106/JBJS.20.01139.
65. Handoll, H. H. G. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults / H. H. G. Handoll, S. Brorson // *Cochrane Database Syst. Rev*. – 2015. – Vol. 2015. – P. CD000434.
66. Helen, H. G. Handoll Interventions for treating proximal humeral fractures in adults / Helen H. G. Handoll, Stig Brorson // *Cochrane Database Syst Rev*. – 2015. – Nov 11: (11). – P. CD000434. DOI: 10.1002/14651858.CD000434
67. Hemiarthroplasty of the shoulder after four-part fracture of the humeral head: a long-term analysis of 34 cases / L. Besch, M. Daniels-Wredenhagen, M. Mueller [et al.] // *J. Trauma*. – 2009. – Vol. 66. – № 1. – P: 211–214. DOI: 10.1097/ TA.0b013e31815d9649.
68. High bone consolidation rates after humeral head-preserving revision surgery in non-unions of the proximal humerus / S. D. Aytac, M. Schnetzke, I. Hudel [et al.] // *Z Orthop Unfall*. – 2014. – Vol. 152 (6). – P. 596–602. DOI: 10.1055/s-0034-1383208.
69. In-hospital Complications Are More Likely to Occur After Reverse Shoulder Arthroplasty Than After Locked Plating for Proximal Humeral Fractures / J. Köppe, J.

Stolberg-Stolberg, R. Rischen [et al.] // *Clin Orthop Relat Res.* – 2021. – Vol. 479 (10). – P. 2284–2292. DOI: 10.1097/CORR.0000000000001776.

70. Khundkar, R. The coracoid process is supplied by a direct branch of the 2nd part of the axillary artery permitting use of the coracoid as a vascularised bone flap, and improving it's viability in Latarjet or Bristow procedures / R. Khundkar, H. Giele // *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* – 2019. – Vol. 72, № 4. – P. 609–615. DOI: 10.1016/j.bjps.2019.01.014.

71. Lee, C. K. Post-traumatic avascular necrosis of the humeral head in displaced proximal humeral fractures / C. K. Lee, H. R. Hansen // *J. Trauma.* – 1981. – Vol. 21, № 9. – P. 788–791. PMID: 7277543

72. Locked plating of 3- and 4-part proximal humerus fractures in older patients: the effect of initial fracture pattern on outcome / Brian D. Solberg, Charles N. Moon, Dennis P. Franco, Guy D. Paiement // *J Orthop Trauma.* – 2009. – Vol. 23 (2). – P. 113–119. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31819344bf

73. Management of Posttraumatic Avascular Necrosis of the Proximal Humerus / Ali M. Ayyash, Tuan M. Bui, Michael J. O'Brien, Mary K. Mulcahey // *Orthopedics.* – 2021. – Vol. 44 (6). – P. 367–375. DOI: 10.3928/01477447-20211001-02.

74. Neer, C. S. 2nd Displaced proximal humeral fractures.I. Classification and evaluation / C. S. Neer // *J Bone Joint Surg Am.*– 1970. – Vol. 52 (6). – P. 1090–1103. DOI: 10.1097/01.blo.0000198718.91223.

75. Neer, C. S. 2nd. Displaced proximal humeral fractures. Part II. Treatment of three-part and fourpart displacement / C. S. Neer // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1970. – Vol. 52 (6). – P. 1090–1103.

76. Neer, C. S. Fractures and dislocations of the shoulder. Part 1. Fractures about the shoulder / C. S. Neer, C. A. Rockwood ; in : C. A. Rockwood, D. P. Green Fractures. – Philadelphia : JB Lippincott, 1984. – P. 675–688.

77. Open reduction internal fixation vs non-operative management in proximal humerus fractures: a prospective, randomized controlled trial protocol / L. Howard, R. Berdusco, F. Momoli [et al.] // *BMC Musculoskelet Disord.* – 2018. – Vol. 18. № 19 (1). – P. 299. DOI: 10.1186/s12891-018-2223-3.

78. Outcomes after percutaneous reduction and fixation of proximal humeral fractures / J. D. Keener, B. O. Parsons, E. L. Flatow [et al.] // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2007. – Vol. 16, № 3. – P. 330–338.
79. Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus / H. Resch, P. Povacz, R. Fröhlich, M. Wambacher // *J Bone Joint Surg Br.* – 1997. – Vol. 79 (2). – P. 295–300. DOI: 10.1302/0301-620X.79B2.0790295.
80. Post-traumatic osteonecrosis of the proximal humerus / S. Patel, H. B. Colaco, M. E. Elvey, M. H. Lee // *J. Injury.* – 2015. – Vol. 46, № 10 – P. 1878–1884. DOI: 10.1016/j.injury.2015.06.026.
81. Prakash, U. Hemiarthroplasty for severe fractures of proximal humerus / U. Prakash, D. W. McGurty // *J. Shoulder Elbow Surg.* – 2002. – Vol. 11. P. 428–430.
82. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus / R. Hertel, A. Hempfing, M. Stiehler, M. Leunig // *J Shoulder Elbow Surg.* – 2004. – Vol. 13. – P. 427–433.
83. Primary shoulder arthroplasty versus conservative treatment for comminuted proximal humeral fractures: a systematic literature review / D. Den Hartog, J. de Haan, N. W. Schep, W. E. Tuinebreijer // *Open Orthop. J.* – 2010. – Vol. 10. – P. 87–92.
84. Proximal humeral fractures: current concepts in classification, treatment and outcomes / I. R. Murray, A. K. Amin. T. O. White, C. M. Robinson // *J Bone Joint Surg Br.* – 2011. – Vol. 93, № 1. – P 1–11. DO I: 0.1302/0301-620X.93B1.25702.
85. Proximal humeral fractures: how stiff should an implant be? A comparative mechanical study with new implants in human specimens / H. Lill, P. Hepp, J. Korner [et al.] // *Arch Orthop. Trauma Surg.* – 2003. – Vol. 123 (2-3). – P. 74–81.
86. Proximal Humerus Fractures in the Elderly U.S. Population: A Cross-Sectional Study of Treatment Trends and Comparison of Complication Rates after Joint Replacement, Open Reduction and Internal Fixation, and Non-Surgical Management / N. Walter, D. Szymiski, M. Riedl [et al.] // *J Clin Med.* – 2023. – Vol. 12 (10). – P. 3506. DOI: 10.3390/jcm12103506.
87. Proximal humerus fractures: clinical assessment and functional outcome in patients with osteonecrosis of the humeral head / J. G. Gómez-Mont Landerreche, F.

Gil-Orbezo, H. Morales-Domínguez [et al.] // J. Acta Ortop. Mex. – 2015. – Vol. 29, № 2. – P. 88–96. PMID: 27012082.

88. Rajasekhar, C. Fixation of proximal humeral fracture with the Polarus nail / C. Rajasekhar, P. S. Ray, S. Bhamra // J Shoulder Elbow Surg. – 2001. – Vol. 10, № 1. – P. 7–10. DOI: 10.1067/mse.2001.109556

89. Reverse total shoulder arthroplasty for acute proximal humeral fracture: Comparison to open reduction-internal fixation and hemiarthroplasty / P. N. Chalmers, W. Slikker, N. A. Mall [et al.] // J. Shoulder Elb. Surg. – 2014. – Vol. 23. – P. 197–204.

90. Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study / T. V. Nguyen, J. R. Center, P. N. Sambrook, J. A. Eisman // Am. J. Epidemiol. – 2001. – Vol. 153. – P. 587–595.

91. Rowles, D. J. Percutaneous pinning of the proximal part of the humerus. An anatomic study / D. J. Rowles, J. E. McGrory // J. Bone Joint Surg. Am. – 2001. – Vol. 83-A, № 11. – P. 1695–1699. DOI: 10.2106/00004623-200111000-00012

92. Russo, R. The classification of complex 4-part humeral fractures revisited: the missing fifth fragment and indications for surgery / R. Russo, F. Cautiero, G. Della Rotonda // J Musculoskelet Surg. – 2012. – Vol. 96, Suppl. 1. – P. S13–S19. DOI: 10.1007/s12306-012-0195-2.

93. Stone, M. A. Surgical Considerations in the Treatment of Osteoporotic Proximal Humerus Fractures / M. A. Stone, S. Namdari // Orthop Clin North Am. – 2019. – Vol. 50 (2). – P. 223–231. DOI: 10.1016/j.ocl.2018.10.005.

94. Surgical Treatment of Neer Group VI Proximal Humeral Fractures: Retrospective Comparison of PHILOS® and Hemiarthroplasty / C. Spross, A. Platz, M. Erschbamer [at al.] // J Clinical Orthopaedics and Related Research. – 2012. – Vol. 470 (7). – P. 2035–2042. DOI: 10.1007/s11999-011-2207-1.

95. Surgical vs Nonsurgical Treatment of Adults With Displaced Fractures of the Proximal Humerus. The PROFHER Randomized Clinical Trial / A. Rangan, H. Handoll, S. Brealey [et al.] // JAMA. – 2015. – Vol. 313, № 10. – P. 1037–1047.

96. Surgical vs Nonsurgical Treatment of Adults With Displaced Fractures of the Proximal Humerus. The PROFHER Randomized Clinical Trial / A. Rangan, H.

- Handoll, S. Brealey [et al.] // JAMA. – 2015. – Vol. 313 (10). – P. 1037–1047. DOI: 10.1001/jama.2015.1629
97. The comprehensive classification of fractures of long bones / M. E. Muller, S. Nazarian, P. Koch, J. Schatzker. – London : Springer-Verlag, 1990. – 202 p.
98. The effect of integrity of lesser tuberosity-medial calcar on postoperative outcome in the proximal humeral fracture / H. Ren, L. Wu, X. Zhang [et al.] // J Orthop Surg Res. – 2023. – Vol. 18 (1). – P. 363. DOI: 10.1186/s13018-023-03851-0
99. The Hertel classification can't predict the risk of humeral head osteonecrosis after osteosynthesis using an anterolateral approach / M. A. Cruz, G. G. Mouraria, F. K. Kikuta [et al.] // Clinics. – 2023. – Vol. 78 (5). – P. 100173. DOI: 10.1016/j.clinsp.2023.100173
100. The impact of preoperative coronal plane deformity on proximal humerus fixation with endosteal augmentation / Milton T. M. Little, Marschall B. Berkes, Patrick C. Schottel [et al.] // J Orthop Trauma. – 2014. – Vol. 28 (6). – P. 338–347. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000012
101. The medial periosteal hinge, a key structure in fractures of the proximal humerus: a biomechanical cadaver study of its mechanical properties / F. Kralinger, S. Unger, M. Wambacher [et al.] // J Bone Joint Surg Br. – 2009. – Vol. 91 (7). – P. 973–976. DOI: 10.1302/0301-620X.91B7.21857
102. The ProFHER (PROximal Fracture of the Humerus: Evaluation by Randomisation) trial – A pragmatic multicentre randomised controlled trial evaluating the clinical effectiveness and cost-effectiveness of surgical compared with non-surgical treatment for proximal fracture of the humerus in adults / H. Handoll, S. Brealey, A. Rangan [et al.] // Health Technol. Assess. – 2015. – Vol. 19. – P. 1–280.
103. The results of nonoperative treatment for three- and four-part fractures of the proximal humerus in low-demand patients / H. Y. Yuksel, S. Yilmaz, E. Aksahin [et al.] // J Orthop Trauma. – 2011. – Vol. 25 (10). – P. 588–595.
104. The treatment of proximal humerus nonunions in older patients with reverse shoulder arthroplasty / Angel. A. Martinez, C. Bejarano, I. Carbonel [et al.] // Injury. – 2012. – Vol. 43, Suppl 2. – P. S3–6. DOI: 10.1016/S0020-1383(13)70172-4.

105. Treatment of proximal humerus fractures with the Stryker T2 proximal humeral nail: a study of 61 cases / C. Witney-Lagen, S. Datir, V. Kumar [et al.] // J Shoulder and Elbow. – 2013. – Vol. 5. – P. 48–55. DOI: 10.1111/j.1758-5740.2012.00216.x
106. Zyto, K. Outcome after hemiarthroplasty for three- and fourpart fractures of the proximal humerus / K. Zyto // J. Shoulder Elbow Surg. – 1998. – Vol. 7. – P. 85–89.