

Получена: 04 ноября 2021 / Принята: 20 мая 2022 / Опубликовано online: 30 июня 2022

DOI 10.34689/SH.2022.24.3.019

УДК 616.717.42-001.5

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

Арман С. Мусабеков¹, <https://orcid.org/0000-0001-8618-0345>

Ерсин Т. Жунусов¹, <https://orcid.org/0000-0002-1182-5257>

Айдос С. Тлемисов¹, <https://orcid.org/0000-0002-4239-6627>

Ернар Н. Токтаров¹, <https://orcid.org/0000-0002-5166-243X>

Талгат Г. Джунусов¹, <https://orcid.org/0000-0001-8169-147X>

Адлет М. Каламов¹, <https://orcid.org/0000-0002-4576-0658>

¹ НАО «Медицинский университет Семей», г. Семей, Республика Казахстан.

Резюме

Актуальность: Переломы проксимального отдела плечевой кости в большинстве случаев являются сложными повреждениями, при которых часто наблюдается раздробление на множество костных фрагментов, смещение отломков в различных направлениях из-за тяги мышц ротаторов, перелома-вывихи головки плеча. Так же нередко повреждение сосудов, питающих головку плеча и подмышечного нерва. Классификация данных травм и методы лечения продолжают совершенствоваться. В данном обзоре представлены такие вопросы, как: эпидемиология, классификации, диагностика, различные методы хирургического лечения переломов проксимального отдела плечевой кости.

Цель: Провести анализ литературных данных о диагностике и современных хирургических методах лечения переломов проксимального отдела плечевой кости.

Стратегия поиска: Проведен поиск и анализ научных публикаций в базах данных и web-ресурсах PubMed, EMBASE, Web of Science, Cochrane Library, MEDLINE, Google Scholar, Cyberleninka и электронной библиотеке eLIBRARY. Временной период был обозначен 2014 - 2020 годами. Преимущество отдавалось публикациям рецензируемых изданий. В результате первичной выборки определены 391 литературных источника, из которых 95 публикаций были выбраны в качестве материала для данной статьи. Критерии включения: отчеты о рандомизированных и когортных исследованиях, систематические обзоры и метаанализы, протоколы диагностики и лечения, статьи на английском и русском языках. Критерии исключения: личные сообщения, газетные публикации, тезисы, статьи с нечеткими выводами.

Результаты и выводы: Результаты литературного обзора публикаций зарубежных и отечественных авторов свидетельствуют об отсутствии «золотого стандарта» хирургического лечения переломов проксимального отдела плечевой кости. На сегодняшний день существуют различные импланты и способы оперативного лечения, разрабатываются новые способы фиксации. Но нет единого метода, способного обеспечить стабильную фиксацию различных видов переломов проксимального отдела плеча. До сих пор в мире продолжаются дискуссии между сторонниками остеосинтеза и первичного эндопротезирования перелома. Не существует универсального алгоритма лечения, учитывающего индивидуальные качества каждого пострадавшего. Вышеуказанные данные подтверждают актуальность дальнейшего поиска и разработки новых методов хирургического лечения сложных переломов проксимальной части плечевой кости.

Ключевые слова: переломы проксимального отдела плечевой кости, блокируемая пластина, классификация Neer, эндопротезирование плечевого сустава.

Abstract

MODERN METHODS OF SURGICAL TREATMENT AND DIAGNOSIS OF THE PROXIMAL HUMERUS FRACTURES. LITERATURE REVIEW.

Arman C. Mussabekov¹, <https://orcid.org/0000-0001-8618-0345>

Yersin T. Zhunussov¹, <https://orcid.org/0000-0002-1182-5257>

Aidos S. Tlemisov¹, <https://orcid.org/0000-0002-4239-6627>

Ernar N. Toktarov¹, <https://orcid.org/0000-0002-5166-243X>

Talgat G. Dzhunusov¹, <https://orcid.org/0000-0001-8169-147X>

Adilet M. Kalamov¹, <https://orcid.org/0000-0002-4576-0658>

¹ NJSC «Semey Medical University», Semey, Republic of Kazakhstan

Introduction: Proximal humerus fractures in most cases are complex injuries, in which there are often fragmentation into many bone fragments, displacement of fragments in different directions due to traction of the rotator muscles, fracture-dislocation of the shoulder head. Damage to the vessels supplying the head of the shoulder and axillary nerve is also common. The classification of these injuries and the methods of treatment continue to improve. This review presents such issues as: epidemiology, classifications, diagnostics, various methods of surgical treatment of the proximal humerus fractures.

Objective: To analyze the literature data on the diagnosis and modern surgical methods of treating proximal humerus fractures.

Search strategy: The search and analysis of scientific publications in the databases and web-resources PubMed, EMBASE, Web of Science, Cochrane Library, MEDLINE, Google Scholar, Cyberleninka and the electronic library eLIBRARY was carried out. The time period was designated 2014 - 2020. The priority was given to peer-reviewed publications. As a result of the primary sampling, 391 literary sources were identified, of which 95 publications were selected as material for this article. Inclusion criteria: reports of randomized and cohort studies, systematic reviews and meta-analyses, diagnostic and treatment protocols, articles in English and Russian. Exclusion criteria: personal messages, newspaper publications, abstracts, articles with fuzzy conclusions.

Results and conclusions: The results of a literature review of the publications by foreign and domestic authors indicate the absence of a "gold standard" for surgical treatment of proximal humerus fractures. Today, there are various implants and methods of surgical treatment, new methods of fixation are being developed. But there is no single method that can provide stable fixation of various types of the proximal humerus fractures. Until now, discussions between the supporters of osteosynthesis and primary endoprosthetics of a fracture continue in the world. There is no universal treatment algorithm that takes into account the individual qualities of each victim. The above data confirm the relevance of further search and development of new methods of surgical treatment of complex proximal humerus fractures.

Key words: proximal humerus fractures, locking plate, Neer classification, shoulder arthroplasty.

Түйіндеме

ТОҚПАН ЖІЛІКТІҢ ПРОКСИМАЛЬДЫ БӨЛІГІ СЫНЫҚТАРЫНЫҢ ХИРУРГИЯЛЫҚ ЕМІНІҢ ЖӘНЕ ДИАГНОСТИКАСЫНЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ. ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ.

Арман С. Мусабеков¹, <https://orcid.org/0000-0001-8618-0345>

Ерсин Т. Жунусов¹, <https://orcid.org/0000-0002-1182-5257>

Айдос С. Тлемисов¹, <https://orcid.org/0000-0002-4239-6627>

Ернар Н. Токтаров¹, <https://orcid.org/0000-0002-5166-243X>

Талгат Г. Джунусов¹, <https://orcid.org/0000-0001-8169-147X>

Адлет М. Каламов¹, <https://orcid.org/0000-0002-4576-0658>

¹ КеАҚ «Семей медицина университеті», Семей қ, Қазақстан Республикасы.

Өзектілігі: тоқпан жіліктің проксимальды бөлігінің сынықтары көп жағдайда күрделі жарақат болып табылады, көптеген сүйек фрагменттеріне бөліну, айналмалы бұлшықеттердің тартылуына байланысты әртүрлі бағыттағы ығысу, тоқпан жілік басының сыну-шығуы жиі байқалады. Сондай-ақ, тоқпан жілік басының қанмен қамтамасыз ететін тамырлар мен қолтықасты нервсінің зақымдануы жиі кездеседі. Бұл жарақаттардың жіктелуі және емдеу әдістері әлі жетілдірілуде. Бұл шолуда эпидемиология, жіктеу, диагностика, тоқпан жіліктің проксимальды бөлігі сынықтарын хирургиялық емдеудің әртүрлі әдістері сияқты сұрақтар ұсынылған.

Мақсаты: Тоқпан жіліктің проксимальды бөлігі сынықтарының диагностикасы мен заманауи хирургиялық ем әдістері туралы әдеби мәліметтерге талдау жасау.

Іздеу стратегиясы: PubMed, EMBASE, Web of Science, Cochrane Library, MEDLINE, Google Scholar, Cyberleninka және eLIBRARY электрондық кітапханасының деректер базалары мен web-ресурстарында ғылыми жарияланымдарды іздеу және талдау жүргізілді. Уақыт кезеңі 2014-2020 жылдар арасында белгіленді. Рецензияланған басылымдардың жарияланымдарына басымдық берілді. Бастапқы іріктеу нәтижесінде 391 әдеби дереккөз анықталды, олардың 95-і осы мақала үшін аналитикалық материалдың негізі болды. Зерттеуге енгізу критерийлері: рандомизацияланған және когорттық зерттеулер туралы есептер, жүйелі шолулар мен мета-анализдер, диагностика және емдеу хаттамалары, ағылшын және орыс тілдеріндегі мақалалар. Зерттеуге енгізу критерийлері: жеке хабарламалар, газет басылымдары, тезистер, анық емес қорытындылары бар мақалалар.

Нәтижелер мен қорытындылар: шетелдік және отандық авторлардың жарияланымдарын әдеби шолудың нәтижелері тоқпан жіліктің проксимальды бөлігі сынықтарын хирургиялық емдеудің "алтын стандартының" жоқтығын көрсетеді. Бүгінгі таңда хирургиялық емдеудің әртүрлі импланттары мен әдістері бар, бекітудің жаңа әдістері жасалуда. Бірақ тоқпан жіліктің проксимальды бөлігінің түрлі сынықтарының барлығын тұрақты бекітетін бірыңғай әдіс жоқ. Остеосинтез және сынықтың бастапқы эндопротезін жақтаушылар арасында пікірталастар осы уақытқа дейін жалғасуда. Әрбір жарақат алғанның жеке қасиеттерін ескеретін әмбебап емдеу алгоритмі әлі жоқ.

Жоғарыда келтірілген мәліметтер тоқпан жіліктің проксимальды бөлігінің күрделі сынықтарын хирургиялық емдеудің жаңа әдістерін одан әрі іздеудің және әзірлеудің өзектілігін растайды.

Түйінді сөздер: тоқпан жіліктің проксимальды бөлігінің сынықтары, бекітуші пластина, Neer жіктемесі, ық буынының эндопротезделуі.

Библиографическая ссылка:

Мусабеков А.С., Жунусов Е.Т., Тлемисов А.С., Токтаров Е.Н., Джунусов Т.Г., Каламов А.М. Современные методы хирургического лечения и диагностики переломов проксимального отдела плечевой кости. Обзор литературы // Наука и здравоохранение. 2022. 3(Т.24). С. 159-170. doi 10.34689/SH.2022.24.3.019

Mussabekov A.S., Zhunussov Ye.T., Tlemisov A.S., Toktarov E.N., Dzhunusov T.G., Kalamov A.M. Modern methods of surgical treatment and diagnosis of the proximal humerus fractures. Literature review // Nauka i Zdravookhranenie [Science & Healthcare]. 2022, (Vol.24) 3, pp. 159-170. doi 10.34689/SH.2022.24.3.019

Мусабеков А.С., Жунусов Е.Т., Тлемисов А.С., Токтаров Е.Н., Джунусов Т.Г., Каламов А.М. Тоқпан жіліктің проксимальды бөлігі сынықтарының хирургиялық емін және диагностикасының заманауи әдістері. Әдебиетке шолу // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2022. 3 (Т.24). Б. 159-170. doi 10.34689/SH.2022.24.3.019

Введение.

Переломы проксимального отдела плечевой кости, по данным зарубежной литературы, составляют около 5% от всех переломов опорно-двигательной системы и 26% от всех переломов плечевой кости [24]. Большинство данных травм представляют собой низкоэнергетические повреждения на фоне остеопороза, наиболее часто встречающиеся у лиц пожилого и старческого возраста. Более 70% пациентов, получивших перелом проксимального отдела плеча, являются людьми старше 60 лет и примерно 75% из них составляют женщины [31]. У людей пожилого возраста вышеуказанные травмы по частоте встречаемости стоят на третьем месте после переломов проксимального метаэпифиза лучевой кости и шейки бедренной кости, и приводят к более сложному типу перелома [19].

Переломы проксимального отдела плечевой кости представляют особую категорию сложных в плане диагностики и лечения травматических повреждений. Снижение прочности костной структуры проксимального отдела плечевой кости вследствие возрастного остеопороза, которую сравнивают с «яичной скорлупой», часто затрудняет выполнение стабильной фиксации отломков. Тактические подходы в лечении данных переломов все еще вызывают разногласия среди травматологов-ортопедов в мире. Консервативное лечение позволяет добиться хорошего функционального результата только при стабильных переломах, с минимальным смещением костных отломков. Сложные, мультифрагментарные переломы с расколом головки плеча, перелома-вывихи, переломы с повреждением сосудисто-нервного пучка являются показанием к оперативному лечению [89].

На данный момент не существует общепринятого единого метода хирургического лечения сложных переломов проксимального отдела плечевой кости. Описанные в литературе известные оперативные методы лечения не всегда приводят к хорошему функциональному результату, имеют большой процент осложнений и неудовлетворительных исходов. В связи с чем, дальнейшее изучение и поиск оптимальных хирургических методов лечения переломов

проксимального отдела плечевой кости является все еще актуальным.

Цель. Провести анализ литературных данных о диагностике и современных хирургических методах лечения переломов проксимального отдела плечевой кости.

Стратегия поиска. Проведен поиск и анализ научных публикаций в базах данных и web-ресурсах PubMed, EMBASE, Web of Science, Cochrane Library, MEDLINE, Google Scholar, Cyberleninka и электронной библиотеке eLIBRARY. Временной период был обозначен 2014 - 2020 годами. Преимущество отдавалось публикациям рецензируемых изданий. В результате первичной выборки определены 391 литературных источника, из которых 95 публикаций были выбраны в качестве материала для данной статьи. *Критерии включения:* отчеты о рандомизированных и когортных исследованиях, систематические обзоры и метаанализы, протоколы диагностики и лечения, статьи на английском и русском языках. *Критерии исключения:* личные сообщения, газетные публикации, тезисы, статьи с нечеткими выводами.

Результаты поиска и их обсуждение.

Переломы проксимального отдела плечевой кости. Эпидемиология и актуальность проблемы.

По данным нескольких крупных исследований, проведенных в разных странах и популяциях, распространенность переломов проксимального отдела плечевой кости составляет от 5% до 10% от всех переломов опорно-двигательной системы [73]. Частота встречаемости составляет примерно 82 случая на 100000 человек [60]. От 50% до 65% всех переломов проксимального отдела плечевой кости представляют собой переломы большого бугра или хирургической шейки с незначительным смещением костных отломков, которые хорошо поддаются консервативному лечению. Примерно от 20% до 30% переломов проксимального отдела плечевой кости представляют собой двухфрагментные переломы хирургической шейки [10].

Больше всего данные травмы распространены у женщин и лиц пожилого возраста, частота травм увеличивается в зимние месяцы. Механизм травмы у

мужчин отличается от такового у женщин, взаимосвязь между механизмом травмы и характером перелома прослеживается только у молодых пациентов. У лиц молодого возраста данные травмы в основном являются результатом высокоэнергетических травм, тогда как у пациентов пожилого возраста эти переломы чаще всего возникают вследствие остеопоротического изменения костной структуры [46]. Например, только в США различные переломы на фоне остеопороза встречаются примерно у 2 млн. человек в год, из них 10% составляют переломы проксимального отдела плечевой кости [35].

Около 80% всех переломов проксимального отдела плечевой кости характеризуются минимальным смещением костных отломков, и могут быть успешно пролечены консервативно. Остальные 20% это переломы со смещением и оскольчатые переломы, которые нуждаются в оперативном лечении [8]. Лечение сложных и нестабильных переломов со смещением костных отломков все еще остается сложной задачей. В настоящее время не существует «золотого стандарта» оперативного лечения переломов проксимального отдела плечевой кости [5]. В мировой литературе сообщается о различных методах хирургического лечения, таких как внутрикостный и накостный остеосинтез, частичное эндопротезирование, тотальное эндопротезирование анатомическим и реверсивным эндопротезами [14]. Показания к хирургическому лечению продолжает меняться. Не смотря на большое количество методов остеосинтеза, ни один из них не может быть применен для всех типов переломов. Так же имеются разногласия относительно используемых классификации, до сих пор в мире существует множество споров и путаниц, ни один протокол или алгоритм лечения не доказали свою универсальную эффективность. Следующие области все еще остаются спорными: рентгенологическая диагностика, выбор между консервативным либо хирургическим методом лечения, учет возраста и социального статуса пациента при выборе метода лечения, выбор хирургического доступа, остеосинтез либо первичное эндопротезирование, разработка протокола реабилитации [57].

Анатомо-функциональные особенности плечевого сустава и проксимальной части плечевой кости.

Плечевой сустав является многоосным шаровидным синовиальным суставом, предельно обеспечивающим функционирование верхней конечности как органа труда и самообслуживания. Плечевой сустав образует «комплекс», который включает четыре образования: плечелопаточное, ключично-акромиальное, грудно-ключичное и лопаточно-торакальное сочленения. Уникальность этого комплекса состоит в том, что он соединяет осевой скелет с остальной частью верхней конечности. Согласованное действие всех четырех суставов можно сравнить с кинематической цепью, которая позволяет человеку пользоваться рукой с высокой эффективностью и точностью [20].

Суставная впадина лопатки плоская, мелкая, несмотря на то, что расширена хрящевой губой. Капсула плечевого сустава тонкая, растяжимая, имеет в нижней части глубокую складку. Стабильность плечевого сустава обеспечивается, главным образом,

сухожилиями мышц и связок вращательной манжеты плеча: надостной, подостной, малой круглой, подлопаточной мышцы [6]. Сустав не имеет ни одной истинной связки. Однако имеет пассивно стабилизирующий аппарат в виде дубликатур синовиальной оболочки: средней глено-хумеральной, передне-нижней и задне-нижней глено-хумеральных связок, между которыми расположен промежуточный карман. В полости сустава расположено фиброзное кольцо – суставная губа, которая в комплексе с нижней связкой увеличивает примерно на 50% относительную вогнутость плоской суставной впадины лопатки. Комплекс «суставная губа – связки плечевого сустава» выполняет функцию пассивной стабилизации при переднем скользящем поступательном движении головки плеча. Плечевой сустав обладает самой большой амплитудой движения. Плечо движется в 3-х взаимно перпендикулярных плоскостях и имеет 6 степеней свободы: сгибание – разгибание, отведение – приведение, наружная – внутренняя ротации [1].

Головка плечевой кости обращена вверх, кнутри и кзади к суставной ямке лопатки. Суставная поверхность головки соответствует приблизительно одной трети шара, средний диаметр которого составляет 43 мм. Головка плечевой кости находится в ретроверсии на 30° относительно чрезнадмыщелковой оси дистального отдела плечевой кости. Шеечно-диафизарный угол составляет в среднем 130° [20]. Ниже головки находится анатомическая шейка плечевой кости. Под шейкой по передней поверхности малый бугорок, по наружной поверхности большой. Они отделены межбугорковой бороздой в которой проходит сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча. Еще ниже лежат хирургическая шейка плеча и дельтовидная бугристость [1].

Диагностика и современные классификации переломов проксимального отдела плечевой кости.

При обследовании пациентов с травмами проксимального отдела плеча, возникает необходимость использования дополнительных методов диагностики. Полноценное рентгенологическое обследование плечевой кости и плечевого сустава включает в себя истинную переднезаднюю проекцию, Y- и аксиальную проекции [30]. В дополнение к рентген исследованию применяют такие методы, как компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, ультразвуковая диагностика. Для определения минеральной плотности локальной костной ткани, иногда нельзя обойтись без ультразвуковой или рентген денситометрии.

Переломы проксимального отдела плечевой кости могут быть изолированными, либо сочетаться с вывихом в плечевом суставе. Также могут произойти дополнительные повреждения плечевого пояса, такие как перелом ключицы или лопатки, которые могут привести к «флотирующемуся плечевому суставу». Таким образом, учитывая широкий спектр различных морфологических характеристик переломов, разработка точной и практичной классификации является трудной задачей [89]. Классификация сложных переломов проксимального отдела плечевой кости обычно основывается на 4-х сегментной теории или на

плоскости излома разделяющие данные сегменты. Codman A.E. был первым исследователем, который описал переломы проксимального отдела плечевой кости на основании 4-х фрагментов: головка, большой бугор, малый бугор и диафиз плеча. Charles S. Neer продолжил развитие 4-х фрагментной концепции и разработал свою классификацию переломов проксимального отдела плечевой кости [36]. Neer впервые предположил, что вышеуказанные сегменты связаны с повреждениями мягких тканей, и что основные сегменты смещаются прикрепляющимися к ним мышцами вращающей манжеты. Согласно классификации Neer, отдельным фрагментом считается костный отломок, смещенный на расстояние больше 1 см или повернутый более 45 градусов [78].

С внедрением в клинику современных диагностических методов, таких как компьютерная томография и магнитно-резонансная томография, появились другие классификации и были выявлены дополнительные виды фрагментов. Несмотря на это, классификация Neer до сих пор широко используется травматологами-ортопедами во всем мире, так как она представляет собой не просто описательную схему перелома, но также объясняет смещение каждого фрагмента на основе тянущих сил, оказываемых мышцами вращательной манжеты [36]. Resch и его коллеги предложили описательную патомеханическую модель, согласно которой переломы проксимального отдела плечевой кости подразделяют на «импакционные», либо «дистракционные» в зависимости от направления воздействующих сил [43]. Универсальная классификация переломов АО/ОТА, разработанная группой авторов под руководством Мориса Мюллера, использует комбинацию букв и цифр для описания различных уровней и характера переломов проксимального отдела плечевой кости. Проксимальные переломы плечевой кости описаны цифрой - 11, с последующим подразделением на одноочаговые внесуставные (11-A), бифокальные внесуставные (11-B) и суставные переломы (11-C) [89].

Швейцарским профессором Ralph Hertel была разработана новая классификация переломов проксимального отдела плечевой кости на основе «бинарной системы». Авторами был сделан акцент на расположение плоскостей изломов, а не на характер сломанных фрагментов. Система наглядно представляет 4 части проксимального отдела плечевой кости (головка, большой и малый бугор, диафиз) в виде блоков «детского конструктора LEGO». В отличие от классификации Neer, где костный фрагмент считается сломанным только если между отломками имеется диастаз больше 1 см или присутствует ротация отломка более 45°, в данной классификации плоскость перелома регистрируется при определении кортикального нарушения в любой проекции, независимо от наличия или отсутствия смещения [87].

Совсем недавно в зарубежной литературе были опубликованы результаты исследования травматолога-ортопеда из Италии, профессора Raffaele Russo и его коллег. Авторами была представлена теория "контрольного объема" (control volume), которая продемонстрировала существование математического

обоснования смещения фрагмента головки по отношению к диафизу плечевой кости, особенно при вколоченном переломе. Смещение является результатом потери костной массы в анатомо-топографической области, расположенной между головкой и диафизом плечевой кости, которой авторы дали определение "контрольного объема" [75]. На основании данной теории авторы представили новую систему классификации переломов проксимального отдела плечевой кости. По мнению авторов, данная классификация, которую назвали «классификацией вколоченных переломов проксимального отдела плечевой кости», может предоставить хирургу полезную информацию для анализа характера перелома и может обеспечить основу для создания автоматизированной системы [76].

Консервативные методы лечения переломов проксимального отдела плечевой кости.

Консервативное лечение обычно включает в себя обезболивание места перелома и иммобилизация верхней конечности на определенный период, с использованием различных режимов реабилитации и физиотерапии [9]. Подключение ранней физиотерапии в течение первых двух недель после травмы может улучшить ожидаемые функциональные результаты. Использование мягкого ортопедического биндажа или ортеза (повязка типа Дезо) для иммобилизации переломов проксимальной части плечевой кости имеет преимущество перед громоздкими гипсовыми повязками. Так как последние, не улучшают репозицию и фактически могут привести к дистракции отломков и несращению перелома [89,40].

При правильном выборе показаний, таких как переломы без смещения или с минимальным смещением костных отломков, консервативное лечение позволяет добиться хороших функциональных результатов [13]. Литературные данные свидетельствуют о том, что консервативные методы лечения применяют больше всего у пациентов пожилого и старческого возраста, с учетом их индивидуальных характеристик [74]. Если пациенты по прежнему активны и обходились без посторонней помощи до получения травмы, нет нарушения минеральной плотности локальной костной ткани, необходимо применить хирургическое лечение, с целью максимального сохранения функции плечевого сустава. Тем же пациентам, которые не могут сами себя обслуживать, нуждаются постоянно в посторонней помощи, показано безоперационное лечение. [84]. Но если к выбору консервативного лечения травматолога-ортопеда подталкивает имеющиеся у больного сопутствующие заболевания, которые являются противопоказанием к хирургическому лечению, результаты часто получаются неудовлетворительными [13].

Перед планированием лечения перелома проксимальной части плечевой кости, всегда нужно учитывать функцию верхней конечности до травмы, требования пациента к верхней конечности и прогнозируемую продолжительность его жизни [23]. Консервативное лечение позволяет избежать рисков, связанных с анестезией и хирургическим вмешательством, особенно у пациентов с

сопутствующими заболеваниями, но требует длительной иммобилизации конечности, которая может привести к плохим функциональным результатам. Консервативные методы применяются для лечения переломов с минимальным смещением костных отломков, у пациентов с высоким риском интраоперационных осложнений или с низкими требованиями к функции верхней конечности [12].

Обзор способов хирургического лечения переломов проксимального отдела плечевой кости.

Примерно 20% от всех переломов проксимального отдела плечевой кости являются многофрагментными, со смещением костных отломков, и требуют хирургического лечения в соответствии с критериями классификации Neer. В мировой литературе описаны множество методов хирургического лечения вышеуказанных повреждений, но до сих пор не существует общепринятого стандарта [38]. После принятия решения о хирургическом лечении перелома проксимального отдела плечевой кости, лечащий врач должен определить, какой метод использовать. Что порой, бывает сложным даже для опытных травматологов-ортопедов [59]. Оптимальное хирургическое лечение должно обеспечить такую фиксацию перелома, которая выдерживает механические нагрузки, вызванные ранней пассивной разработкой движений в плечевом суставе. Это является идеальным принципом лечения, который на сегодняшний день не всегда может быть достигнут [86]. Исторически сложилось так, что при хирургическом лечении вышеуказанных травм у больных молодого возраста, используют в основном реконструктивные методы, у пациентов пожилого возраста предпочтение отдается эндопротезированию плечевого сустава [94].

Минимально-инвазивный остеосинтез переломов проксимального отдела плеча.

Закрытый или минимально-инвазивный метод в основном применяют для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости, хорошо репозируемых закрытым способом [81]. Основные преимущества метода заключаются в малой травматизации кожи и мягких тканей, меньшем объеме кровопотери, косметическом эффекте и уменьшении интенсивности послеоперационного болевого синдрома [89]. К недостаткам способа можно отнести высокий риск повреждения подмышечного нерва при чрезкожном введении спиц, несостоятельность остеосинтеза при раннем начале реабилитации, частые миграции спиц или стержней в полость сустава, выступание концов спиц или расположение полуколец аппарата чрескостного остеосинтеза над кожей, что вызывает дискомфорт у пациентов [68].

Интрамедуллярный блокирующий остеосинтез. Закрытая репозиция перелома и фиксация при помощи блокируемого интрамедуллярного стержня – один из вариантов реконструктивной органосохраняющей хирургии переломов проксимального отдела плечевой кости [89]. Стержень вводится в костномозговой канал плечевой кости антеградно, через небольшой доступ в проекции проксимальной части плеча и блокируется винтами выше и ниже места перелома. Таким образом, данный метод позволяет

сохранить кровоснабжение надкостницы и окружающие кость мягких тканей, в то же время внутрикостное расположение стержня обеспечивает лучшую стабильность, чем при фиксации другими минимально инвазивными методами [81].

Разработка хирургической техники и имплантов внутрикостного остеосинтеза плечевой кости претерпела значительные инновации за последние 40 лет. Были разработаны импланты I, II и III поколения [25]. Интрамедуллярный стержень наиболее часто используется при переломе хирургической шейки плечевой кости и преимущественно у молодых пациентов. При сложных 3-х и 4-х фрагментных переломах, особенно у пациентов пожилого возраста наличие остеопороза часто затрудняет выполнение внутрикостного остеосинтеза, может привести к потере репозиции и к другим послеоперационным осложнениям [54]. По данным зарубежной литературы, выбор подходящего характера перелома и правильная операционная техника с использованием стержня третьего поколения позволяет добиться хороших функциональных результатов, способствует уменьшению количества осложнений. Для профилактики послеоперационных осложнений важное значение имеют хорошие знания травматологом классификации переломов проксимального отдела плечевой кости, помогающее достичь адекватную закрытую репозицию, и опыт владения хирургической техникой [64,65].

Открытая репозиция и накостный остеосинтез блокируемой пластиной.

С появлением накостного остеосинтеза блокируемой пластиной и винтами, в мире возросла роль открытых операции переломов проксимального отдела плечевой кости [7]. Применение блокирующей технологии (винты с резьбовой головкой блокируясь в отверстиях пластины, образуют жесткую механическую конструкцию) обеспечивает более лучшую фиксацию винтов в костной ткани, что позволяет начать реабилитацию в раннем послеоперационном периоде и уменьшить количество посттравматических контрактур [2,79,51]. Сама анатомия проксимального отдела плечевой кости, кажется требует применения данной технологии, учитывая смещающие силы вращательной манжеты, большую склонность к варусному смещению костных отломков, частое снижение минеральной плотности головки на фоне остеопороза, ограниченный хирургический доступ для фиксации ниже-медиального кортикального слоя (калькара) [40].

Стандартным доступом при накостном остеосинтезе переломов проксимальной части плечевой кости является дельтовидно-пекторальный, который в зарубежной литературе обычно описывается как "открытый метод" [47]. В последние годы возрос интерес к малоинвазивному остеосинтезу с использованием чрездельтовидного доступа. К преимуществам чрездельтовидного доступа относятся: меньшее повреждение мягких тканей во время операции, укорочение времени выполнения операции и низкий риск повреждения восходящей ветви передней огибающей артерии плеча, что позволяет уменьшить частоту асептического некроза головки плечевой кости в

послеоперационном периоде [89]. Недостатки малоинвазивного доступа, описанные в литературе это - риск повреждения подмышечного нерва и необходимость использования другого хирургического доступа при последующем эндопротезировании плечевого сустава [34].

Блокируемые пластины внесли существенный вклад в развитие хирургических методов лечения сложных переломов проксимального отдела плечевой кости [32]. Однако остеосинтез данными конструкциями не всегда позволяет добиться хороших функциональных результатов. По данным мировой научной литературы частота осложнений после применения блокируемых пластин с винтами колеблется от 18% до 37% [70]. Наиболее часто встречающиеся осложнения расположены в следующем порядке: перфорация винтов в плечевой сустав – 9,5%, вторичное варусное смещение костных отломков – 6,8%, субакромиальный импинджмент – 5,0%, асептический некроз головки – 4,6%, адгезивный капсулит – 4,4%, несращение перелома – 1,5%, глубокая инфекция сустава – 1,4%. Частота ревизионных хирургических вмешательств составляет – 13,8% [92]. Причины осложнения обычно варьируются от биологических до биомеханических, и взаимосвязаны, переходя от одного к другому. Например, плохая консолидация перелома из-за нарушения кровоснабжения фрагмента головки плечевой кости может привести к нестабильности конструкции, и к необходимости повторной операции еще до развития асептического некроза головки [2]. С другой стороны, установка длинных винтов приводит к вторичной перфорации кортикального слоя головки плечевой кости, что вызывает болевой синдром и повреждение плечевого сустава в послеоперационном периоде [42].

Учитывая вышеуказанные недостатки технологии, во всем мире продолжают развиваться разработки по усовершенствованию данного метода хирургического лечения. Одной из таких разработок является блокируемая пластина из углеродного волокна, предложенная относительно недавно зарубежными авторами. Материал изделия - полиэфир-эфиркетон армированный углеродным волокном (CFR-PEEK), который является композитным биоматериалом, состоящим из листов углеродных волокон, встроенных в полиэфир-эфиркетонную матрицу [95,39]. По сравнению с пластинами из титана, пластины из углеродного волокна имеют несколько преимуществ: модуль упругости материала близок к модулю упругости кортикального слоя кости, а его повышенная гибкость обеспечивает лучшую консолидацию переломов. Так же данная конструкция является рентген негативным, что позволяет хорошо контролировать репозицию и процесс консолидации, не дает "бликов" при обследовании КТ и МРТ [71,27]. Другие же авторы предлагают улучшить хирургическую технику и жесткость фиксации за счет изменения длины блокирующих винтов и расположения пластины на кости, использования костного аутоотрансплантата [46,18]. Как показали результаты проведенного биомеханического исследования, риск неудачной фиксации увеличивается с удлинением расстояния от субхондральной кости головки плеча до

кончика блокирующего винта. Хотя во многих практических руководствах к хирургической технике рекомендуют оставлять минимальное расстояние от кончика винтов до субхондральной кости в 5-8 мм, расстояние в 4 мм дает более лучшую фиксацию отломков [11,50,58]. Особенно это важно для винтов, которые фиксируют ниже-медиальную опору плечевой кости, именуемую в зарубежной литературе «калькар» [33]. «Калькарный винт» играет ключевую роль в обеспечении столь необходимой поддержки ниже-медиальной колонны. Отсутствие стабильности данной колонны часто приводит к послеоперационным осложнениям, таким как поломка металлоконструкции, вторичное варусное смещение костных отломков или протрузия винтов в плечевой сустав [52]. Для уменьшения вышеуказанных осложнений и усиления ниже-медиальной колонны плечевой кости, в большинстве блокируемых пластин используется блокирующий винт со специально заданной траекторией [67].

Кроме того, особое внимание уделяется разработке новых хирургических техник шва вращательной манжеты, более вальгусной репозиции головки плечевой кости и использованию винтов большего диаметра [47,83,82,88]. С началом использования вышеуказанных методик улучшились результаты хирургического лечения, стала уменьшаться частота послеоперационных осложнений [52]. Таким образом, несмотря на успехи технологии «накостного блокируемого остеосинтеза» в лечении сложных переломов проксимального отдела плечевой кости, данный метод все еще нуждается в дальнейшем усовершенствовании и новых инновационных разработках.

Особенности остеосинтеза у пациентов с выраженным остеопорозом. Способность кости противостоять переломам и выдерживать механические нагрузки зависит от количества костной массы, и ее распределения в пространстве и внутренних свойствах костной ткани [50]. При остеопорозе идет уменьшение костной массы и разрушение микроархитектуры костной ткани, что приводит к повышенной хрупкости и увеличению риска переломов. Уменьшение костной массы в основном происходит из-за повышенной резорбции костной ткани и недостаточного ее образования, что приводит к отрицательному балансу ремоделирования [93]. Переломы проксимального отдела плечевой кости на фоне остеопороза могут привести к выраженной импакции головки и потере репозиции в течение первых 3-х месяцев после операции, несмотря на фиксацию прочными имплантами, либо использованию множества блокирующих винтов в проксимальном сегменте [15]. Остеопороз способствует образованию многофрагментных переломов и миграции металлоконструкции после операции [66]. В зарубежной литературе появляется все больше публикации, доказывающие влияние низкого качества локальной костной ткани на частоту послеоперационных осложнений после хирургического лечения сложных переломов проксимального отдела плечевой кости [28,85,72].

Основная трудность фиксации остеопоротических переломов заключается в том, что стабильность конструкции ограничена из-за ухудшения механической прочности костной ткани. В этих условиях первичная стабильность импланта определяется больше разрушением костной структуры, чем поломкой металлоконструкции [91]. Одним из способов решения данной задачи является использование костного цемента из полиметилметакрилата (ПММА) [45]. Костный цемент вводится через отверстия канюлированных проксимальных винтов и обеспечивает дополнительное крепление отломков с конструкцией в остеопоротической кости [56,44]. Многие зарубежные авторы не рекомендуют использовать жесткие металлоконструкции на фоне остеопороза, так как последние имеют меньшую эластичность, и могут привести к разрушению или смещению проксимального фрагмента за счет микроподвижности [38,49]. Напротив, импланты с низкой жесткостью и хорошими эластичными характеристиками минимизируют пиковые напряжения на границе соприкосновения металла с костью и обеспечивают лучшую фиксацию [61].

Инновационные разработки для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости. За последние десятилетия во всем мире увеличилась тенденция разработки имплантов других форм и нового дизайна [3]. Одна из таких изобретений - специальный титановый блок треугольной формы (система Да Винчи). Данная конструкция представляет собой устойчивую к деформациям треугольник, который вставляется между отломками и выдерживает вертикальные и горизонтальные нагрузки, тем самым предотвращает варусную деформацию и ретроверсию головки плечевой кости [77]. Еще одной разработкой, опубликованной недавно в зарубежной литературе, является «интрамедуллярный проксимальный плечевой кейдж» (Proximal Humerus Cage; Conventus Orthopaedics, Maple Grove, MN, USA). Это изобретение представляет собой расширяемый кейдж из нитиноловой проволоки, предназначенное для заполнения костной пустоты в центральной части проксимального отдела плечевой кости и обеспечения стабильной платформы для поддержки суставного блока и бугорков [48]. Малоизвестная конструкция среди отечественных ортопедов - Vilboquet implant, предложенная зарубежными авторами еще в начале 2000 годов, обеспечивает фиксацию проксимальной части плечевой кости за счет интрафокальной дистракции без использования винтов. Данный имплант обеспечивает стабильную фиксацию сложных переломов у пациентов пожилого возраста. Недостатком метода является высокий риск развития асептического некроза головки плечевой кости [28].

Эндопротезирование плечевого сустава. При сложных переломах проксимального отдела плечевой кости, таких как 3-х или 4-х фрагментные переломы, перелома-вывихи, переломы с расколом головки, не всегда удается достичь правильной репозиции и стабильной фиксации [63]. Если нет возможности восстановления анатомии проксимальной части плечевой кости, единственно верным хирургическим методом является эндопротезирование плечевого

сустава [22]. Существует несколько вариантов эндопротезирования плечевого сустава: однополюсное, тотальное и тотальное реверсивное эндопротезирование [53]. За последние годы среди ортопедов в мире возникают разногласия относительно того, какой метод эндопротезирования лучше при переломах проксимального отдела плечевой кости [29]. По данным зарубежной литературы у пациентов пожилого возраста с «варусными» переломами, с расколом большого бугра, со смещением фрагмента головки больше 4 мм или выраженным локальным остеопорозом, первичное эндопротезирование лучше всего выполнить реверсивным протезом [25,33,69,55]. Однополюсное или тотальное эндопротезирование плечевого сустава анатомическим протезом при данных травмах часто приводят к неудовлетворительным функциональным результатам [41]. Вышеуказанные методы имеют высокую частоту осложнений и ревизионных вмешательств, в связи с частым повреждением вращательной манжеты, неправильным сращением или несращением бугорков [80]. Реверсивное эндопротезирование может устранить деструкцию суставной впадины лопатки, и по крайней мере, частично компенсировать мышечный дисбаланс при повреждении мышц вращательной манжеты [37].

Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава так же является хорошим вариантом для хирургии последствий сложных переломов проксимального отдела плечевой кости. Вне зависимости от первоначального метода лечения (консервативный, остеосинтез, однополюсное эндопротезирование) позволяет получить хорошие функциональные результаты у прооперированных пациентов [90]. Среди травматологов ортопедов мира повышается тенденция использования данного вида эндопротезирования, как первичное хирургическое лечение при сложных переломах проксимальной части плечевой кости [17]. Зарубежными авторами было проведено когортное исследование с использованием данных из самой крупной интегрированной системы здравоохранения США – «Регистра Эндопротезирования Плечевого Сустава». В исследование были включены данные пациентов, которым было произведено эндопротезирование плечевого сустава по поводу переломов проксимального отдела плечевой кости с 2009 по 2016 годы. Результаты показали увеличение количества реверсивного тотального эндопротезирования с 4,5% в 2009 г. до 67,4% в 2016 г. среди всех первично выполненных эндопротезировании плечевого сустава [26].

Среди осложнений после тотального эндопротезирования плечевого сустава выявляются асептическая нестабильность компонентов, разрыв вращательной манжеты, перипротезные переломы диафиза плечевой кости, повреждение лучевого, подмышечного нервов и перипротезная инфекция [11]. По данным литературы общее количество осложнений составляет от 2 до 12% [62]. Наиболее серьезным осложнением является асептическая нестабильность гленоидного компонента, которое по данным литературы встречается в 27% от общего количества

осложнений [12]. Нестабильность плечевого компонента происходит реже, примерно в 0,2% случаев. Частота встречаемости других осложнений имеет следующие значения: разрывы вращательной манжеты - 17%, повреждение сосудисто-нервного пучка - 2%, инфекционные осложнения до 1,5%, перипротезные переломы - 2%, гематома послеоперационной раны - 0,2%, повреждение дельтовидной мышцы - 0,04% [11,12,16,21].

Заключение. Обзор зарубежной и отечественной научной литературы доказывает актуальность существующей проблемы лечения сложных переломов проксимального отдела плечевой кости. Несмотря на большое количество различных способов хирургического лечения, все еще нет общепризнанного алгоритма, показания к тому или другому методу ставятся на основании опыта и знаний оперирующего травматолога. Отсутствие единой классификации, говорит о сложности характера излома и неизученности до конца механизмов перелома проксимального отдела плечевой кости. Затрудняет выполнение стабильной фиксации отломков наличие сопутствующего остеопороза, особенно у больных пожилого и старческого возраста. Многочисленные зарубежные публикации свидетельствуют о разработках новых способов и конструкций, способных внести вклад в улучшение результатов хирургического лечения. Несмотря на это, частота послеоперационных осложнений остается все еще высоким. До сих пор продолжаются дискуссии по эндопротезированию плечевого сустава, если одни авторы при сложных переломах предлагают первично выполнить замену сустава, другие рекомендуют начинать с суставосохраняющих операций, и при неудаче последних прибегнуть к эндопротезированию. Таким образом, учитывая сложность переломов проксимального отдела плечевой кости, необходимость точного восстановления внутрисуставной анатомии, отсутствие единого подхода в лечении и высокую частоту осложнений, дальнейшее улучшение методов хирургической реабилитации вышеуказанных травм все еще остается актуальным.

Конфликт интересов. Не заявлен.

Вклад авторов: Мусабекоев А.С. – концепция, написание и редактирование. Тлемисов А.С., Токтаров Е.Н., Джунусов Т.Г., Каламов А.М. – сбор литературы, систематизация источников, написание статьи

Финансирование. Данное исследование выполнено в рамках проекта грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан: ИРН АР13067824 «Разработка и оптимизация методов диагностики и хирургической реабилитации травм с применением искусственного интеллекта и робототехники».

Авторы заявляют, что ни один из блоков данной статьи не был опубликован в открытой печати и не находится на рассмотрении в других издательствах.

Литература:

1. Аскерко Э.А. Практическая хирургия ротаторной манжеты плеча. Витебск 2005, 202 с.
2. Григорьев А.В. Хирургическое лечение переломов проксимального отдела плечевой кости //

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. 14.01.15. 2019. – 240с.

3. Кавалерский Г.М., Мурьев В.Ю., Имамкулиев А.Ч., Рукин Я.А. Тактика хирургического лечения внесуставных переломов проксимального отдела плечевой кости // Клинические исследования. 2016. 3(19):5–12.

4. Aguado H.J., Mingo J., Torres M., Alvarez-Ramos A., Martín-Ferrero M.A. Minimally invasive polyaxial locking plate osteosynthesis for 3–4 part proximal humeral fractures: our institutional experience // Injury. 2016. 47:S22–8.

5. Arumugam S., Arumugam V., Raviraman V. Surgical management of proximal humerus fracture treated with locking compression plate // Int J Res Orthop. 2017;3(6):1165.

6. Assefa N., Yosief T. Human Anatomy and Physiology (Lectures Notes) // Epti. 2003;428.

7. Barlow J.D., Logli A.L., Steinmann S.P., Sems S.A., Cross W.W., Yuan B.J., et al. Locking plate fixation of proximal humerus fractures in patients older than 60 years continues to be associated with a high complication rate // J Shoulder Elb Surg. 2020;29(8).

8. Beeres FJP, Hallensleben ND, Rhemrev S.J., Goslings J.C., Oehme F., Meylaerts SAG, et al. Plate fixation of the proximal humerus: an international multicentre comparative study of postoperative complications // Arch Orthop Trauma Surg. 2017;137(12):1685–92.

9. Beks R.B., Ochen Y., Frima H., Smeeing DPJ, van der Meijden O., Timmers T.K., et al. Operative versus nonoperative treatment of proximal humeral fractures: a systematic review, meta-analysis, and comparison of observational studies and randomized controlled trials. // Journal of Shoulder and Elbow Surgery. Vol. 27, 2018. p. 1526–34.

10. Bergdahl C., Ekholm C., Wennergren D., Nilsson F., Möller M. Epidemiology and patho-anatomical pattern of 2,011 humeral fractures: Data from the Swedish Fracture Register // BMC Musculoskelet Disord. 2016;17(1).

11. Bohsali K.I., Bois A.J., Wirth M.A. Complications of shoulder arthroplasty // J Bone Jt Surg. 2017;99(3):256–69.

12. Boileau P. Complications and revision of reverse total shoulder arthroplasty // Orthop Traumatol Surg Res. 2016.102(1):S33–43.

13. Bouchet R., Block D., D'ollonne T., Gadea F., Gaillot J., Sirveaux F., et al. Non-operative treatment of four-part fractures of the proximal end of the humerus: results of a prospective and retrospective multicentric study // Int Orthop. 2016;40(8):1669–74.

14. Cappellari A., Trovarelli G., Andriolo M., Berizzi A., Ruggieri P. Reverse shoulder arthroplasty for treatment of proximal humerus complex fractures in elderly: A single institution experience // Injury. 2020;

15. Carbone S., Papalia M. The amount of impaction and loss of reduction in osteoporotic proximal humeral fractures after surgical fixation // Osteoporos Int. 2016;27(2):627–33.

16. Chae J., Siljander M., Michael Wiater J. Instability in reverse total shoulder arthroplasty // J Am Acad Orthop Surg. 2018;26(17):587–96.

17. Chivot M., Lami D., Bizzozero P., Galland A., Argenson J.N. Three- and four-part displaced proximal humeral fractures in patients older than 70 years: reverse shoulder arthroplasty or nonsurgical treatment? // *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2019;28(2):252–9.
18. Ciric D., Mischler D., Qawasmi F., Wenzel L., Richards R.G., Gueorguiev B., et al. Secondary Perforation Risk in Plate Osteosynthesis of Unstable Proximal Humerus Fractures: A Biomechanical Investigation of the Effect of Screw Length // *J Orthop Res*. 2019;37(12):2625–33.
19. Clinton J., Franta A., Polissar N.L., Neradilek B., Mounce D., Fink H.A., et al. Proximal humeral fracture as a risk factor for subsequent hip fractures // *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2009;91(3):503–11.
20. Cole B.J., Katolik L.I. Shoulder. <http://www.pacificorthoedics.org/downloads/sek/sa.pdf>. (Дата обращения 11.2021)
21. Cowling P.D., Holland P., Kottam L., Baker P., Rangan A. Risk factors associated with intraoperative complications in primary shoulder arthroplasty: A study using the England, Wales and Northern Ireland National Joint Registry dataset // *Acta Orthop*. 2017;88(6):587–91.
22. Critchley O., McLean A., Page R., Taylor F., Graves S., Lorimer M., et al. Reverse total shoulder arthroplasty compared to stemmed hemiarthroplasty for proximal humeral fractures: a registry analysis of 5946 patients // *J Shoulder Elb Surg*. 2020;29(12).
23. Cvetanovich G.L., Chalmers P.N., Verma N.N., Nicholson G.P., Romeo A.A. Open reduction internal fixation has fewer short-term complications than shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures // *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2016;25(4):624–631.e3.
24. Deepak C.D., Ravooof A., Baruah M.J. Functional outcome of displaced proximal humerus fractures managed by proximal humerus interlocking system plate // *Int J Res Orthop*. 2017;3(3):583.
25. Dilliso M.F., Nowinski R.J., Hatzidakis A.M., Fehring E.V. Intramedullary nailing of the proximal humerus: Evolution, technique, and results // *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2016;25(5):e130–8.
26. Dillon M.T., Prentice H.A., Burfeind W.E., Chan P.H., Navarro R.A. The increasing role of reverse total shoulder arthroplasty in the treatment of proximal humerus fractures // *Injury* [Internet]. 2019;50(3):676–80.
27. Donohue D.M., Santoni B.G., Stoops T.K., Tanner G., Diaz M.A., Mighell M. Biomechanical Comparison of 3 Inferiorly Directed Versus 3 Superiorly Directed Locking Screws on Stability in a 3-Part Proximal Humerus Fracture Model // *J Orthop Trauma*. 2018;32(6):306–12.
28. Doursounian L., Le Sant A., Mauprivez R., Miquel A., Beauthier-Landauer V. Open reduction and internal fixation of three- and four-part proximal humeral fractures by intra-focal distraction: observational study of twenty five cases // *Int Orthop*. 2016;40(11):2373–82.
29. Ernstbrunner L., Rahm S., Suter A., Imam M.A., Catanzaro S. et al. Salvage reverse total shoulder arthroplasty for failed operative treatment of proximal humeral fractures in patients younger than 60 years: long-term results // *J Shoulder Elb Surg*. 2020;29(3):561–70.
30. Fain A.M., Vaza A.Y., Slastinin V.V., Titov R.S. Diagnosis and treatment of proximal humerus fractures // *Skifosovsky J Emerg Med Care*. 2018;7(2):144–51.
31. Feissli S., Audigé L., Steinitz A., Müller A.M., Rikli D. Treatment options for proximal humeral fractures in the older adults and their implication on personal independence // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020;140(12).
32. Fletcher JWA, Windolf M., Richards R.G., Gueorguiev B., Buschbaum J., Varga P. Importance of locking plate positioning in proximal humeral fractures as predicted by computer simulations // *J Orthop Res*. 2019;37(4):957–64.
33. Fletcher JWA, Windolf M., Grünwald L., Richards R.G., Gueorguiev B., Varga P. The influence of screw length on predicted cut-out failures for proximal humeral fracture fixations predicted by finite element simulations // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019;139(8):1069–74.
34. Frima H., Michelitsch C., Beks R.B., Houwert R.M., Acklin Y.P., Sommer C. Long-term follow-up after MIPO Philos plating for proximal humerus fractures // *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2019;139(2):203–9.
35. Gracitelli MEC, Dotta TAG, Assunção J.H., Malavolta E.A., Andrade-Silva F.B., Kojima KE, et al. Intraobserver and interobserver agreement in the classification and treatment of proximal humeral fractures // *J Shoulder Elb Surg*. 2017;26(6):1097–102.
36. Gregory T.M., Vandenbussche E., Augereau B. Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures // *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2013;99(1):S197–207.
37. Grubhofer F., Wieser K., Meyer D.C., Catanzaro S., Schürholz K., Gerber C. Reverse total shoulder arthroplasty for failed open reduction and internal fixation of fractures of the proximal humerus // *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2017;26(1):92–100.
38. Haasters F., Siebenbürger G., Helfen T., Daferner M., Böcker W., Ockert B. Complications of locked plating for proximal humeral fractures—are we getting any better? *J Shoulder Elb Surg*. 2016;25(10):e295–303.
39. Hak D.J., Fader R., Baldini T., Chadayammuri VBS. Locking screw-plate interface stability in carbon-fibre reinforced polyetheretherketone proximal humerus plates // *Int Orthop*. 2017;41(9):1735–9.
40. Han R.J., Sing D.C., Feeley B.T., Ma C.B., Zhang A.L. Proximal humerus fragility fractures: Recent trends in nonoperative and operative treatment in the Medicare population // *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2016;25(2):256–61.
41. Harnöß T., Weigl M., Schreiber U., Täger G., Lenich A. OS3-18 Treatment of proximal humeral fractures in Germany: a representative survey // *Injury* [Internet]. 2016;47:S8.
42. Harshwardhan H., Verma B.P. Functional outcome of proximal humerus fracture treated with proximal humerus interlocking system plating // *Int J Res Orthop*. 2019;5(5):936.
43. Hasan A.P., Phadnis J., Jaarsma R.L., Bain G.I. Fracture line morphology of complex proximal humeral fractures // *J Shoulder Elb Surg*. 2017;26(10):e300–8.
44. Helfen T., Siebenbürger G., Mayer M., Böcker W., Ockert B., Haasters F. Operative treatment of 2-part surgical neck fractures of the proximal humerus (AO 11-A3) in the elderly: Cement augmented locking plate Philos™ vs. proximal humerus nail MultiLoc®. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17(1):1–7.

45. Hengg C., Nijs S., Klopfer T., Jaeger M., Platz A., Pohlemann T., et al. Cement augmentation of the proximal humerus internal locking system in elderly patients: a multicenter randomized controlled trial // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;139(7):927–42.
46. Hohenberger G.M., Schwarz A.M., Dauwe J., Grechenig P., Staresinic M., Feigl G., et al. Evaluation of screw placement in proximal humerus fractures regarding drilling manoeuvre and surgeon's experience // *Injury.* 2020;(xxxx):7–11.
47. Howard L., Berdusco R., Momoli F., Pollock J., Liew A., Papp S., et al. Open reduction internal fixation vs non-operative management in proximal humerus fractures: A prospective, randomized controlled trial protocol // *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1).
48. Hudgens J.L., Jang J., Aziz K., Best M.J., Srikumaran U. Three- and 4-part proximal humeral fracture fixation with an intramedullary cage: 1-year clinical and radiographic outcomes // *J Shoulder Elb Surg.* 2019;28(6):S131–7.
49. Jacob T.T., Nayak M. Functional outcome of patients treated with proximal humeral internal locking osteosynthesis plate in proximal humeral fractures // *Int J Res Orthop.* 2020;6(6).
50. Kattagen J.C., Schwarze M., Warnhoff M., Voigt C., Hurschler C., Lill H. Influence of plate material and screw design on stiffness and ultimate load of locked plating in osteoporotic proximal humeral fractures // *Injury.* 2016;47(3):617–24.
51. Kim H., Chung Y.G., Jang J.S., Kim Y., Park S. Bin, Song H.S. Why locking plates for the proximal humerus do not fit well // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020, 212 p.
52. Kim D.S., Lee D.H., Chun Y.M., Shin S.J. Which additional augmented fixation procedure decreases surgical failure after proximal humeral fracture with medial comminution: fibular allograft or inferomedial screws? // *J Shoulder Elb Surg.* 2018;27(10):1852–8.
53. Kirsch J.M., Khan M., Thornley P., Gichuru M., Freehill M.T., Neviasser A., et al. Platform shoulder arthroplasty: a systematic review // *J Shoulder Elb Surg.* 2018;27(4):756–63.
54. Kloub M., Holub K., Urban J., Látal P., Pemi M., Krivohlávek M. Intramedullary nailing of displaced four-part fractures of the proximal humerus // *Injury.* 2019;50(11):1978–85.
55. Klug A., Winchering D., Harth J., Schmidt-Horlohé K., Hoffmann R., Gramlich Y. 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 // *J Shoulder Elb Surg.* 2019;28(9):1674–84.
56. Knierzinger D., Crepez-Eger U., Hengg C., Kralinger F. Does cement augmentation of the screws in angular stable plating for proximal humerus fractures influence the radiological outcome: a retrospective assessment // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;140(10).
57. Kulkarni S., Kulkarni A., Patel A., Gupta T. Proximal humerus fractures operated with PHILOS plate: 4 year prospective study // *Int J Res Orthop.* 2017;3(2):304.
58. Kumar R., Natarajan S., Kumar S., Kalanithi R. Outcome analysis of patients with proximal humerus fractures treated with locking plates // *Int J Res Orthop.* 2017;3(3):401.
59. LaMartina J., Christmas K.N., Simon P., Streit J.J., Allert J.W., Clark J., et al. Difficulty in decision making in the treatment of displaced proximal humerus fractures: the effect of uncertainty on surgical outcomes // *J Shoulder Elb Surg [Internet].* 2018;27(3):470–7.
60. Launonen A.P., Lepola V., Saranko A., Flinkkilä T., Laitinen M., Mattila V.M. Epidemiology of proximal humerus fractures // *Arch Osteoporos.* 2015;10(1):1–5.
61. Lee S.Y., Kwon S.S., Kim T.H., Shin S.J. Is central skeleton bone quality a predictor of the severity of proximal humeral fractures? *Injury [Internet].* 2016;47(12):2777–82.
62. Lin D.J., Wong T.T., Kazam J.K. Shoulder arthroplasty, from indications to complications: What the radiologist needs to know // *Radiographics.* 2016;36(1):192–208.
63. Liu J.N., Agarwalla A., Gowd A.K., Romeo A.A., Forsythe B., Verma N.N., et al. Reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fracture: a more complex episode of care than for cuff tear arthropathy // *J Shoulder Elb Surg.* 2019;28(11):2139–46.
64. Lopiz Y., Garriguez-Pérez D., Martínez-Illán M., García-Fernández C., Marco F. Third-generation intramedullary nailing for displaced proximal humeral fractures in the elderly: quality of life, clinical results, and complications // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;
65. Maier D., Jaeger M., Izadpanah K., Strohm P.C., Suedkamp N.P. Proximal Humeral Fracture Treatment in Adults // *J Bone Jt Surg.* 2014;96(3):251–61.
66. Mazzucchelli R.A., Jenny K., Zdravkovic V., Erhardt J.B., Jost B., Spross C. The influence of local bone quality on fracture pattern in proximal humerus fractures // *Injury [Internet].* 2018;49(2):359–63.
67. Mehta S., Chin M., Sanville J., Namdari S., Hast M.W. Calcar screw position in proximal humerus fracture fixation: Don't miss high! // *Injury.* 2018;49(3):624–9.
68. Meselhy M.A., Singer M.S. Management of proximal humeral fractures by the Ilizarov external fixator // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137(9):1279–84.
69. Nowak L.L., Vicente M.R., McKee M.D., Hall J.A., Nauth A., Schemitsch E.H. Orthopaedic surgeons' opinions surrounding the management of proximal humerus fractures: an international survey // *Int Orthop.* 2017;41(9):1749–55.
70. Padezimas E.M., Zmistowski B., Lawrence C., Palmquist A., Nicholson T.A., Namdari S. Defining optimal calcar screw positioning in proximal humerus fracture fixation // *J Shoulder Elb Surg.* 2017;26(11):1931–7.
71. Padolino A., Porcellini G., Guollo B., Fabbri E., Kumar GNK, Paladini P., et al. Comparison of CFR-PEEK and conventional titanium locking plates for proximal humeral fractures: a retrospective controlled study of patient outcomes // *Musculoskelet Surg.* 2018;102(s1):49–56.
72. Panchal K., Jeong J.J., Park S.E., Kim W.Y., Min H.K., Kim J.Y., et al. Clinical and radiological outcomes of unstable proximal humeral fractures treated with a locking plate and fibular strut allograft // *Int Orthop.* 2016;40(3):569–77.
73. Passaretti D., Candela V., Sessa P., Gumina S. Epidemiology of proximal humeral fractures: a detailed

survey of 711 patients in a metropolitan area // *J Shoulder Elb Surg.* 2017;26(12):2117–24.

74. *Roberson T.A., Granade C.M., Hunt Q., Griscom J.T., Adams K.J., Momaya A.M., et al.* Nonoperative management versus reverse shoulder arthroplasty for treatment of 3- and 4-part proximal humeral fractures in older adults // *J Shoulder Elb Surg.* 2017;26(6):1017–22.

75. *Russo R., Guastafierro A., Pietrolungo L.R.* A morphovolumetric study of head malposition in proximal humeral fractures based on 3-dimensional computed tomography scans: the control volume theory // *J Shoulder Elb Surg.* 2018;27(5):940–9.

76. *Russo R., Guastafierro A., Rotonda G. della, Viglione S., Ciccarelli M., Mortellaro M., et al.* A new classification of impacted proximal humerus fractures based on the morpho-volumetric evaluation of humeral head bone loss with a 3D model // *J Shoulder Elb Surg.* 2020;29(10):e374–85.

77. *Russo R., D'Auria D., Ciccarelli M., Della Rotonda G., D'Elia G., Siciliano B.* Triangular block bridge method for surgical treatment of complex proximal humeral fractures: theoretical concept, surgical technique and clinical results // *Injury.* 2017;48:S12–9.

78. *Schumaier A., Grawe B.* Proximal Humerus Fractures: Evaluation and Management in the Elderly Patient. 2018;9:1–11.

79. *Seetharam C.T., Jayaram M., Bachhappa S.H., Ramalingaiah Y., Hadi S.A.* Study of surgical management of fracture of proximal humerus by PHILOS plate and screws // *Int J Res Orthop.* 2020;6(3):462.

80. *Seidl A.J., Sholder D., Warrender W., Livesey M.G., Williams G.R., Abboud J.A., et al.* Early vs. late reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fractures: does it matter? // *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2017;26(10):e333–4.

81. *Shi X., Liu H., Xing R., Mei W., Zhang L., Ding L., et al.* Effect of intramedullary nail and locking plate in the treatment of proximal humerus fracture: An update systematic review and meta-analysis // *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):1–11.

82. *Shukla D.R., McAnany S., Pean C., Overlay S., Lovy A., Parsons B.O.* The results of tension band rotator cuff suture fixation of locked plating of displaced proximal humerus fractures // *Injury.* 2017;48(2):474–80.

83. *Sohn H.S., Jeon Y.S., Lee J.H., Shin S.J.* Clinical comparison between open plating and minimally invasive plate osteosynthesis for displaced proximal humeral fractures: A prospective randomized controlled trial. *Injury.* 2017;48(6):1175–82.

84. *Spross C., Meester J., Mazzucchelli R.A., Puskás G.J., Zdravkovic V., Jost B.* Evidence-based algorithm to treat patients with proximal humerus fractures—a prospective study with early clinical and overall performance results // *J Shoulder Elb Surg.* 2019;28(6):1022–32.

85. *Spross C., Zeledon R., Zdravkovic V., Jost B.* How bone quality may influence intraoperative and early postoperative problems after angular stable open reduction–internal fixation of proximal humeral fractures // *J Shoulder Elb Surg.* 2017;26(9):1566–72.

86. *Subash Y., M. L. K. K., Dhamu I.M.* An evaluation of functional outcome following surgical management of fractures of the proximal humerus with Neer's scoring system // *Int J Res Orthop.* 2017;4(1):46.

87. *Sukthankar A.V., Leonello D.T., Hertel R.W., Ding G.S., Sandow M.J.* A comprehensive classification of proximal humeral fractures: HGLS system // *J Shoulder Elb Surg.* 2013;22(7):e1–6.

88. *Tadvi N.D., Deveshawar R.N., Patel Y.C.* Treatment of proximal humerus fracture using proximal humerus locking plating // *Int J Res Orthop.* 2017;3(4):670.

89. *Vachtsevanos L., Hayden L., Desai A.S., Dramis A.* Management of proximal humerus fractures in adults. 2014;5(5):685–93.

90. *Valenti P., Zampeli F., Ciais G., Kany J., Katz D.* The initial treatment of complex proximal humerus fracture affects the outcome of revision with reverse shoulder arthroplasty. *Int Orthop.* 2020;44(7).

91. *Varga P., Grünwald L., Windolf M.* The prediction of cyclic proximal humerus fracture fixation failure by various bone density measures // *J Orthop Res.* 2018;36(8):2250–8.

92. *Venkat Kavuri, Blake Bowden, Neil Kumar and DC.* Complications Associated with Locking Plate of Proximal Humerus Fractures. *Indian J Orthop.* 2018;2(5):108–116.

93. *Von Rüden C, Augat P.* Failure of fracture fixation in osteoporotic bone // *Injury* [Internet]. 2016;47:S3–10.

94. *Yahuaca B.I., Simon P., Christmas K.N., Patel S., Gorman R.A., Mighell M.A., et al.* Acute surgical management of proximal humerus fractures: ORIF vs. hemiarthroplasty vs. reverse shoulder arthroplasty // *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2020;29(7):S32–40.

95. *Zhang Y.K., Wei H.W. et al.* Biomechanical effect of the configuration of screw hole style on locking plate fixation in proximal humerus fracture with a simulated gap: A finite element analysis // *Injury.* 2016;47(6):1191–5.

References:

1. *Askerko Je.A.* *Prakticheskaya khirurgiya rotatornoi manzhety plecha* [Practical surgery of the rotator cuff of the shoulder]. Vitebsk 2005., 220p. [in Russian]
2. *Grigor'ev A. V.* *Khirurgicheskoe lechenie perelomov proksimal'nogo otdela plechevoi kosti* [Surgical treatment of fractures of the proximal humerus]. Cand. dissertation [Kand dissert]. (14.01.15.), 2019, 240p. [in Russian]
3. *Kavalerskij G.M., Murylev V.Ju., Imamkuliev A.Ch., Rukin Ja.A.* *Taktika khirurgicheskogo lecheniya vnesustavnykh perelomov proksimal'nogo otdela plechevoi kosti* [Tactics of surgical treatment of extra-articular fractures of the proximal humerus]. *Klinicheskie issledovaniya* [Clinical researches], Moskva 2016., 3(19):5–12. [in Russian]

Контактная информация:

Мусабеков Арман С. – докторант PhD по специальности «Медицина» НАО «Медицинский университет Семей», г. Семей, Республика Казахстан

Почтовый адрес: Республика Казахстан, г. Семей, ул. Панфилова 80 Б, кв. 19.

E-mail: arm_85@mail.ru

Телефон: +8-775-370-91-76.