

П.В. Локтионов, Ю.В. Гудзь, А.А. Ветошкин

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Актуальность. Переломы проксимального отдела плечевой кости составляют 5–6% от всех переломов у взрослых и являются третьими по распространенности остеопоротическими переломами. Совершенствование хирургической техники, аккумуляция знаний и практического опыта, эволюция имплантатов расширили показания к оперативному лечению. Однако, по данным специализированных исследований, ни один из вариантов хирургического лечения не демонстрирует убедительного превосходства.

Цель – для уточнения оптимального подхода к оказанию медицинской помощи изучить результаты хирургического лечения пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости в двух группах: с использованием блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза штифтом (БИОС) и накостного остеосинтеза пластиной с угловой стабильностью (LCP).

Методология. В исследование включены 534 пациента с переломами проксимального отдела плечевой кости, которым в 2015–2024 гг. была проведена хирургическая реконструкция, в том числе, 503 (94,2%) пациентам выполнено оперативное лечение БИОС, 31 (5,8%) пациенту – открытая репозиция с LCP.

Результаты и их анализ. Результаты были оценены у 173 (32,4%) пациентов. Сроки послеоперационного наблюдения не превышали 8 мес. При применении методики БИОС удалось добиться благоприятных результатов, оцениваемых отсутствием болевого синдрома, восстановлением функции сустава и объема движений, низким числом повторных вмешательств. При применении методики накостного остеосинтеза пластинами LCP указанные показатели были оценены несколько хуже.

Заключение. Применение интрамедуллярных штифтов в лечении проксимальных переломов плечевой кости является безопасным и эффективным вариантом, поскольку позволяет достичь надежной стабилизации, минимизировать хирургическую травму тканей, способствует сохранению кровоснабжения, снижает вероятность возникновения послеоперационной инфекции, уменьшает время операции, способствует проведению ранней реабилитации. Однако применение интрамедуллярных штифтов не является универсальной стратегией лечения. Стратегия лечения должна базироваться на результатах современной диагностики, учитывать тип перелома, качество костной ткани и сопутствующую патологию, принимать во внимание индивидуальные характеристики пациента и его ожидания.

Ключевые слова: травма, перелом кости, проксимальный отдел плечевой кости, блокируемый интрамедуллярный остеосинтез, медиальная стабильность.

Введение

Переломы проксимального отдела плечевой кости, характеризующиеся комплексной природой и клинической значимостью, представляют собой сложную проблему в ортопедической практике. Они составляют 5–6% от всех переломов у взрослых [22] и являются третьими по распространенности остеопоротическими переломами у пациентов старшего возраста [13]. Частота переломов прокси-

мального отдела плечевой кости оценивается на уровне 6,0 на 10 человек [17]

Данные переломы, как правило, наблюдаются у двух различных групп населения: у мужчин чаще регистрируются высокоэнергетические травмы, у женщин – низкоэнергетические травмы. Если рассматривать первую когорту пациентов, то, прежде всего, специалисты экстремальных профессий подвержены повышенному риску получения

✉ Локтионов Павел Владимирович – канд. мед. наук доц., зав. травматол. отд-нием отд. травматологии и ортопедии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: vlp77@mail.ru;

Гудзь Юрий Владимирович – д-р мед. наук доц., зав. отд. травматологии и ортопедии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: medicine@nrcsrm.ru;

Ветошкин Александр Александрович – канд. мед. наук доц., врач-травматолог-ортопед отд. травматологии и ортопедии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0003-3258-2220, e-mail: totoalex5@gmail.com

высокоэнергетической, сочетанной травмы и политравмы. Так, травмы плечевого пояса и плеча (S40–S49 по МКБ-10) у офицеров Минобороны России с 2003 по 2019 г. составляют $(1,04 \pm 0,05)\%$, с долей 5,9% и 6-м рангом в структуре всех травм, дней трудопотерь – $(21,9 \pm 1,1)\%$, 6,2% и 6–7-м рангом, травматизм военнослужащих, проходящих службу по призыву, – $(0,93 \pm 0,07)\%$, 5,7% и 6-м рангом, дней трудопотерь – $(19,5 \pm 1,2)\%$, 6,3% и 6-м рангом [4]. Учитывая, что численность Минобороны России составляет более 1 млн человек, то ежегодно такие травмы были у около 1000 военнослужащих со значительными экономическими потерями в бюджете военной медицины.

Риск поражений плечевого пояса и плеча при профессиональной деятельности пожарных с 2012 по 2021 г. оказался $(0,72 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ с долей 6% и 6-м рангом в структуре производственного травматизма [3].

В структуре госпитализаций пожарных в отделе травматологии и ортопедии Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины МЧС России травмы плечевого пояса и плеча составили 12,9%, в том числе, переломы на уровне плечевого пояса и плеча (S40) были в 4,9%, вывихи, растяжения и перенапряжения капсульно-связочного аппарата плечевого пояса (S42) – в 4,7% случаев [2].

Можно полагать, что показатели травматизма, в том числе, травм плечевого пояса и плеча, имеют явно выраженную профессионально обусловленную значимость для специалистов экстремальных профессий [1].

Если обращаться к многочисленной группе с высоким риском перелома проксимального отдела плечевой кости, то более 70% таких пациентов имеют возраст от 60 лет и старше, причем 75% этой демографической группы составляют женщины [9]. С постепенным старением населения заболеваемость за последние годы увеличилась почти в 3 раза [16]. Есть все основания ожидать дальнейшего экспоненциального роста показателей заболеваемости в старших возрастных группах. Важно подчеркнуть, что полные данные о фактической заболеваемости, включающие сведения об амбулаторном лечении, не всегда доступны.

Хотя значительная часть случаев успешно поддаются консервативному лечению, оно не всегда обеспечивает условия для консолидации перелома и восстановления функции. В то же время, совершенствование хирургической техники, аккумуляция знаний и практического опыта, рост компетенций хирургов и эволюция

имплантатов расширили показания к оперативному лечению. Главным принципом хирургического лечения является анатомическая репозиция при стабильной фиксации, т.е. создание оптимальных условий для консолидации при надлежащей надежности конструкции с минимальной травматичностью, что благоприятствует репаративным процессам и ранней функциональной нагрузке.

Можно выделить следующие варианты реконструкции: чрескостный остеосинтез аппаратами внешней фиксации, погружной остеосинтез с применением винтов, интрамедуллярных стержней, пластин, закрытая репозиция с фиксацией спицами, эндопротезирование. Каждая из представленных опций характеризуется как преимуществами, так и ограничениями, и рисками [23]. Как показывают данные специализированных исследований, ни один из вариантов не демонстрирует бесспорного превосходства и, следовательно, не может считаться «золотым стандартом», поскольку уровень осложнений и функциональные ограничения остаются переменными [8].

К неудовлетворительным результатам оперативного лечения и осложнениям относят, прежде всего, развитие асептического некроза головки плечевой кости, замедленную консолидацию, несращение и тугоподвижность. Переломы проксимального отдела плечевой кости остаются частой причиной ухудшения качества жизни пациентов старшего возраста и снижения дееспособности, представляя собой нерешенную медицинскую и социально-экономическую проблему. Очевидный тренд роста показателей распространенности среди пациентов группы риска, устойчивый уровень неудовлетворительных клинических результатов на фоне отсутствия консенсуса в диагностике и лечении, высокая прямая и косвенная экономическая нагрузка подтверждают необходимость дальнейших профильных научных и практических исследований [14]. Тем не менее, даже в условиях зачастую неоднозначных выводов исследователей можно предположить, что вектором развития является применение минимально инвазивного и дифференцированного пациент-ориентированного подхода.

Цель – для уточнения оптимального подхода к оказанию медицинской помощи изучить результаты хирургического лечения пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости в двух группах: с использованием блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза штифтом (БИОС) и накостного остеосинтеза пластиной с угловой стабильностью (LCP).

Материал и методы

В 2015–2024 гг. в отделе травматологии и ортопедии Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург) выполнили 534 операции пациентам с переломами проксимального отдела плечевой кости. Среди них женщин было 389 (72,8%), мужчин – 145 (27,2%). Возраст пациентов варьировал от 25 до 94 лет (в среднем – 63 года).

Для оценки типа перелома применяли классификацию Международной ассоциации остеосинтеза (АО), в рамках которой в зависимости от сложности выделяют 3 типа переломов – А, В, С по АО [3]. Переломы типа А (простые) встречались у 23 пациентов (4,3%), переломы типа В – у 428 (80,2%), переломы типа С – у 83 (15,5%) пациентов.

Пострадавшим при поступлении выполняли рентгенографию плечевого сустава и плеча в стандартных проекциях. С целью исключения фрагментации головки плечевой кости (переломы типа С3.2 и С3.3 по АО) провели компьютерную томографию плечевого сустава, которая является стандартом предоперационного планирования в клинике МЧС России.

Показаниями к оперативному лечению переломов проксимального отдела плечевой кости являлись [5]:

- смещение отломков больше 8 мм;
- смещение бугорков больше 5 мм;
- угловая деформация между отломками больше 45°.

503 (94,2%) пациентам было выполнено оперативное лечение БИОС, 31 (5,8%) пациенту – открытая репозиция с применением на костного остеосинтеза с LCP.

В группе с БИОС пациентов во время операции фиксировали на ортопедическом столе в положении «пляжного кресла» (рис. 1) [6].

Применяли миниинвазивный доступ длиной 4–6 см на 1 см кпереди от акромиального отростка (рис. 2), послойно рассекали кожу, подкожную клетчатку, дельтовидную мышцу вдоль волокон; прошивание вращательной манжеты ротаторов осуществляли с дальнейшим расчленением ее по интервалу ротаторов и фиксацией на «держалки» (рис. 3), что обеспечивало доступ к суставной поверхности головки плечевой кости (точке введения штифта) [7]. Данную методику выполняли при переломах типа С и застарелых переломах типа В по АО.



Рис. 1. Укладка пациента на ортопедическом столе в положении «пляжное кресло». Рентгенологический контроль с помощью С-дуги.



Рис. 2. Разметка хирургического доступа.



Рис. 3. Хирургический доступ. Кожа и подкожная жировая клетчатка рассечены. Сухожилия манжеты ротаторов прошиты и взяты на «держалки».

Средняя продолжительность операции составила 51 мин.

При переломах типа А и В по АО с 2020 г. по настоящее время использовали методику интрамедуллярного остеосинтеза из доступов по

типу проколов (до 1 см) с применением непря- мой репозиции с помощью спиц-джойстиков (рис. 4), время операции – 31 мин.

При переломах типа В по АО с выражен- ным смещением большого бугорка плечевой

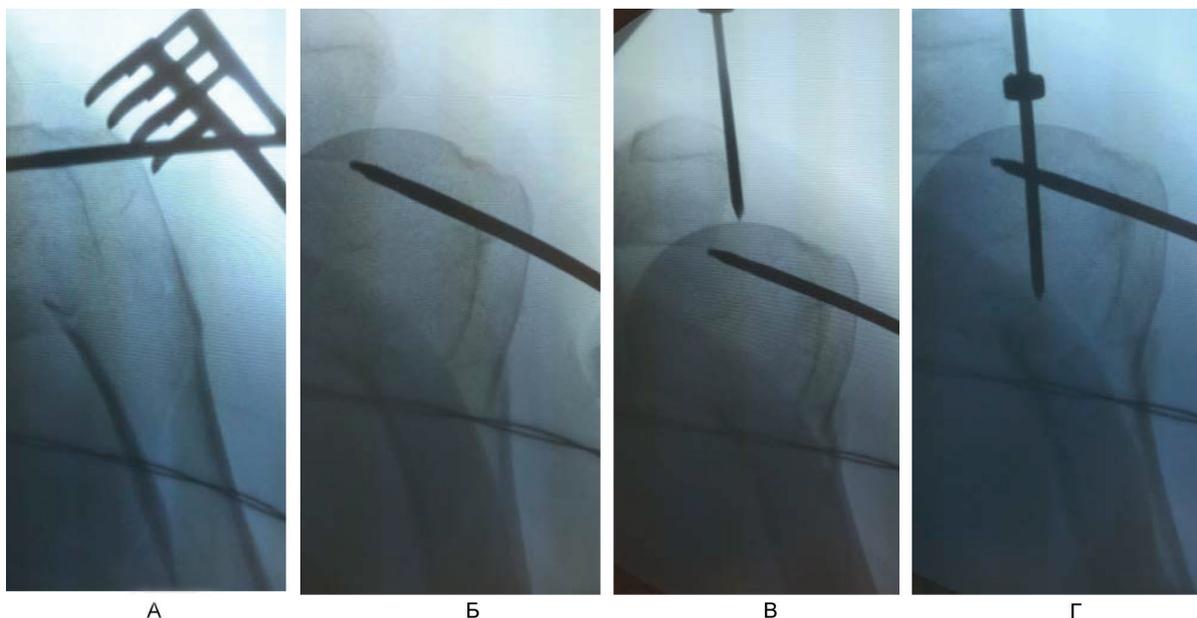


Рис. 4. Непрямая репозиция под рентгенологическим контролем (ЭОП) с помощью спиц-джойстиков при переломах типа А и В по АО. А – установка толстой спицы-джойстика в проксимальный отломок; Б – репозиция варусного отклонения проксимального отломка; В – выбор точки для вскрытия интрамедуллярного канала плечевой кости под имплантат; Г – контроль положения направителя для вскрытия интрамедуллярного канала плечевой кости.

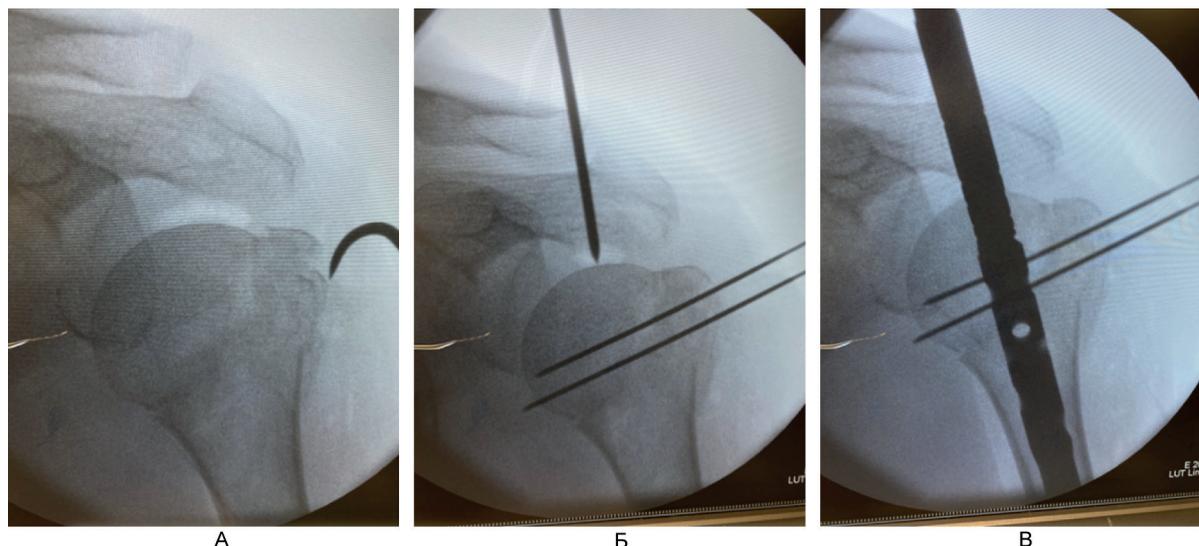


Рис. 5. Этапы репозиции отломков и установки интрамедуллярного штифта при переломах типа Б по АО.
 А – прошивание сухожильной манжеты ротаторов с костными отломками; Б – репозиция и временная фиксация отломков тонкими спицами Киршнера, установка направляющего устройства для вскрытия интрамедуллярного канала плечевой кости; В – установка интрамедуллярного штифта в плечевую кость.

кости использовали минимально инвазивную методику остеосинтеза. Выполняли доступ по наружной поверхности в области плечевого сустава длиной 3–4 см в проекции большого бугорка, с помощью однозубого крючка производили репозицию большого бугорка и временную фиксацию его 2 спицами Киршнера (рис. 5). Спицы вводили таким образом, чтобы в ходе операции предотвратить возможные конфликты в процессе вскрытия, рассверливания костномозгового канала и введения штифта. После введения штифта большой бугорок фиксировали блокирующим винтом (дополнительно по необходимости применяли методику «винт в винте» [21]), при оскольчатом переломе большого бугорка для более надежной фиксации мелкого фрагмента дополнительно подшивали его через специальное отверстие в блокирующем винте, далее спицы удаляли. Блокирующие винты вводили по направлятелям из проколов длиной 1 см. Интраоперационная кровопотеря составляла не более 50 мл.

При использовании методики накостного остеосинтеза пациент также находился на ортопедическом столе в положении «пляжного кресла». Использовали дельтовидно-пекторальный доступ и передний трансдельтовидный (доступ McKenzie) длиной 12–14 см [7]. После открытой прямой репозиции отломки фиксировали пластиной LCP. Средняя длительность операции – 86 мин. Интраоперационная кровопотеря была в среднем 150 мл.

Результаты и их анализ

Результаты оценили у 173 (32,4%) больных, среди них число пациентов, которым была проведена операция по методике БИОС, было 162 (32,2%); результаты накостного остеосинтеза пластинами LCP были оценены у 11 пациентов (35,5%). Сроки послеоперационного наблюдения не превышали 8 мес.

На этапе контроля (5–6-я неделя) после хирургического вмешательства по методике БИОС у 159 (98,1%) пациентов объем движений в плечевом суставе достиг следующих показателей: сгибание – 150–160°, разгибание – 25–30°, отведение – 100–120° (таблица). У 7 (4,3%) пациентов были отмечены болевой синдром и резкое ограничение движений в плечевом суставе в результате конфликта одного из блокирующих винтов с сухожилием длинной головки бицепса. У данных пациентов под местной анестезией были удалены винты, послужившие причиной данного нежелательного эффекта. У 3 пациентов резкое ограничение движений было связано с интраоперационным дефектом, связанным с недостаточной глубиной погружения штифта, в результате чего возник конфликт штифта с манжетой ротаторов и акромиальным отростком лопатки. Этим пациентам был выполнен реостеосинтез (1,9%).

На контрольном осмотре через 6 мес у 123 (75,9%) пациентов рассматриваемой группы было отмечено полное восстановление функции плечевого сустава, отсутствие боли. Небольшое ограничение движений отмечено у 26 больных, причинами контрактур явились

Сравнение результатов оперативного лечения в группах

Показатель	БИОС	Пластина LCP
Осложнения спустя 6 нед после операции, n (%):		
болевой синдром и ограничение движений	7 (4,3)	4 (36,4)
реостеосинтез	3 (1,9)	2 (18,2)
Функциональные результаты спустя 6 нед после операции, градусы:		
сгибание	150–160	110–120
разгибание	25–30	20–30
отведение	110–120	90–100
Результаты спустя 6 мес после операции, n (%):		
полное восстановление функции	123 (75,9)	7 (63,6)
небольшое ограничение движений	26 (16,0)	4 (36,4)

рубцовая деформация мягких тканей, наличие свободных костных фрагментов в полости сустава, повреждение подкрыльцового нерва в результате травмы; интраоперационных повреждений отмечено не было. Все переломы консолидировались. Случаев миграции металлоконструкции (винтов и штифтов) не было.

На этапе контроля (6-я неделя) после хирургического вмешательства по методике накостного остеосинтеза пластинами LCP у 11 (100%) пациентов объем движений в плечевом суставе достиг следующих показателей: сгибание – 110–120°, разгибание – 20–30°, отведение – 90–100° (см. таблицу).

На контрольном осмотре спустя 6 нед у 1 пациента была выявлена миграция металлоконструкции (винтов и пластины), еще у 1 пациента – перелом металлоконструкции.

Данным пациентам был выполнен реостеосинтез: пластина была заменена на интрамедуллярный штифт (18,2%).

На контрольном осмотре через 6 мес у 7 (63,6%) пациентов этой группы отмечено полное восстановление функции в плечевом суставе, у 4 (36,4%) больных – небольшое ограничение движений и боль при движениях.

Клинический пример 1. Больная М., 60 лет, поступила во ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова в экстренном порядке. При поступлении выполнены рентгенография плечевого сустава в стандартных проекциях (рис. 6А) и компьютерная томография (см. рис 6В). Перелом по классификации АО – В3. На 2-е сутки после поступления выполнено оперативное вмешательство – БИОС перелома хирургической шейки правой плечевой кости (см. рис. 6В).

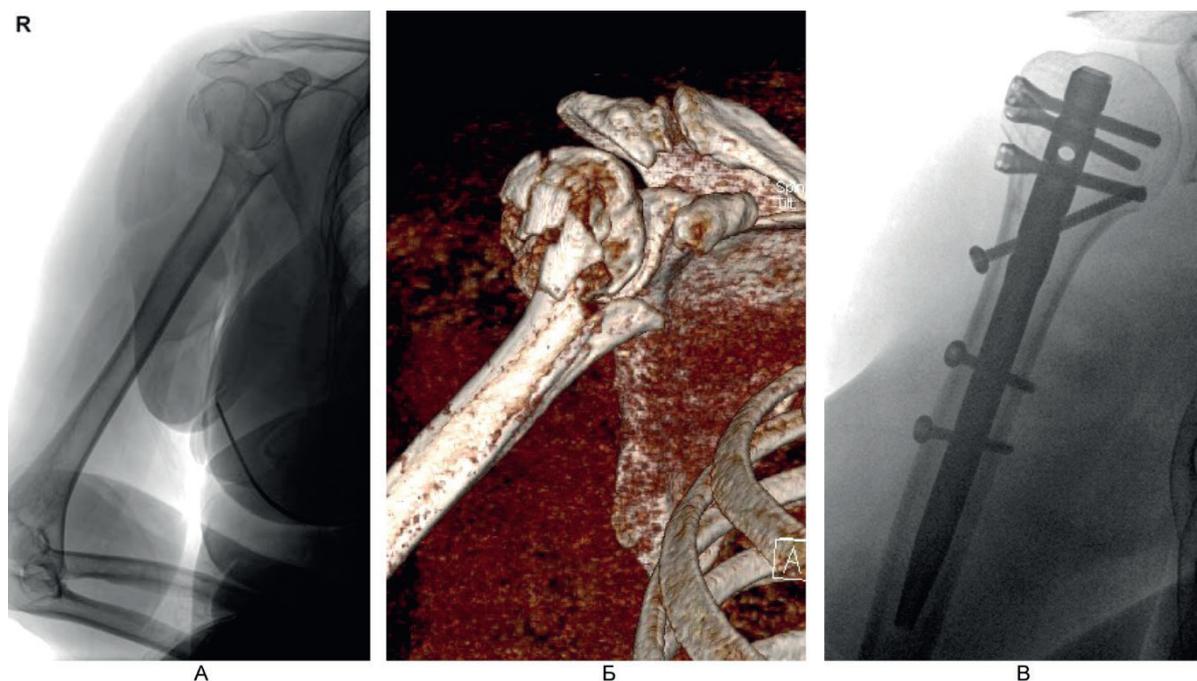


Рис. 6. Больная М., 60 лет. А – рентгенография; Б – компьютерная томография поврежденного сегмента конечности; В – контрольная рентгенография в 1-е сутки после операции (косая проекция).



Рис. 7. Больная М., 60 лет. Функциональный результат через 6 мес после операции.

Функциональный результат через 6 мес после операции показан на рис. 7.

Клинический пример 2. Больной А., 50 лет, поступил в клинику ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова в экстренном порядке. Выполнены рентгенография плечевого сустава в стандартных проекциях (рис 8А), и компьютерная томография (см. рис 8Б)

Перелом по классификации АО – С3.1. На 2-е сутки после поступления выполнено оперативное вмешательство – БИОС хирургической шейки правой плечевой кости. Рентгеногра-

фия на 1-е сутки после операции представлена на рис. 9А, Б, контрольная рентгенография плечевого сустава через 6 мес после операции – на рис. 9В. Функциональный результат после операции – на рис. 10.

Обсуждение

В связи с устойчивым ростом распространенности переломов проксимального отдела плечевой кости необходимо приложить значительные усилия для оптимизации как консервативного, так и оперативного лечения. Со-

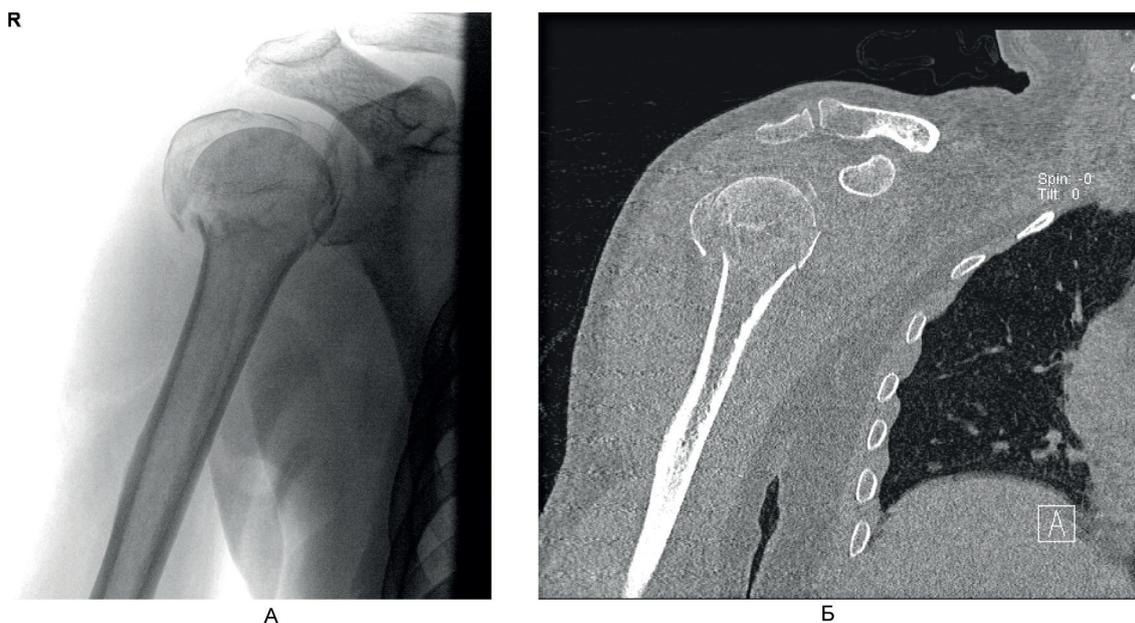


Рис. 8. Больной А., 50 лет. А – рентгенография плечевого сустава в стандартных проекциях; Б – компьютерная томография до операции.

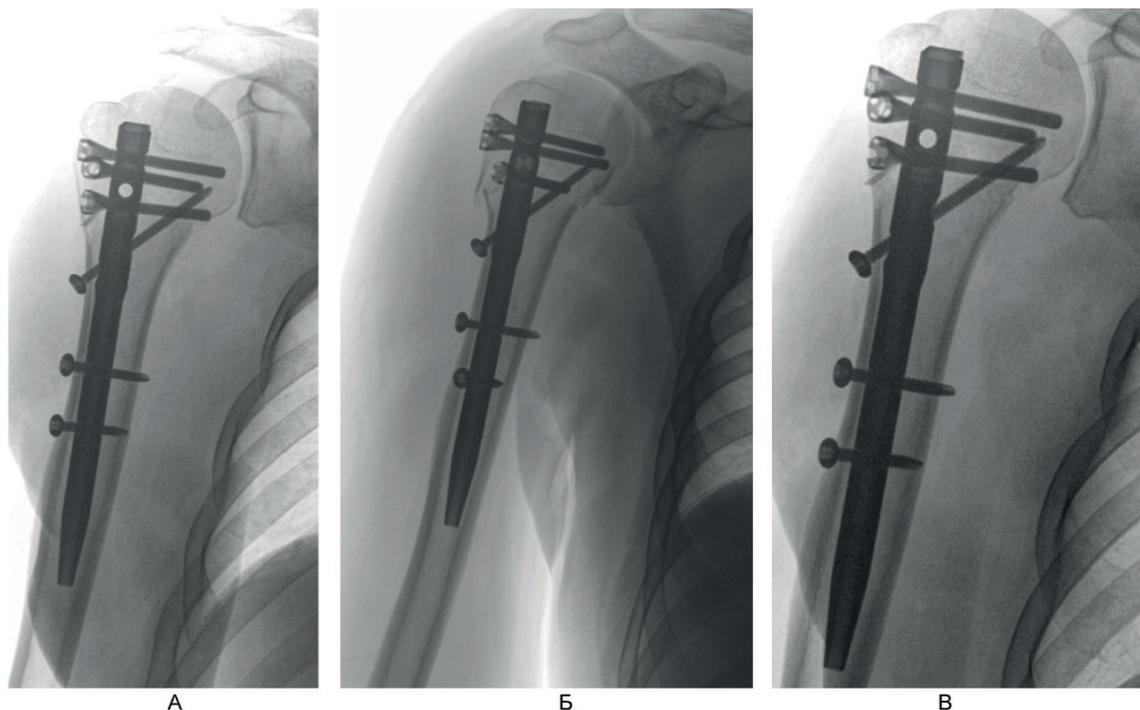


Рис. 9. Больной А., 50 лет. А, Б – рентгенография на 1-е сутки после операции; В – через 6 мес после операции.



Рис. 10. Больной А., 50 лет. Функциональный результат через 6 мес после операции.

хранение кровоснабжения, функциональная репозиция, стабильная фиксация и ранние активные движения могут считаться принципами хирургического лечения. Лечение осложняется разнообразным спектром моделей переломов на фоне остеопороза как сопутствующей патологии, что требует индивидуализированных решений. Продолжающиеся дебаты о рациональности и эффективности того или иного подхода подчеркивают отсутствие универсального решения [20]. Каждый из наиболее распространенных подходов к хирургической

реконструкции характеризуется набором преимуществ и недостатков.

Блокируемая компрессионная пластина LCP с угловой стабильностью нашла широкое применение в современной травматологии. Она сочетает характеристики традиционных пластин и внутреннего фиксатора с угловой стабильностью, обеспечивает в большинстве случаев прецизионную анатомическую репозицию костных отломков, ригидность фиксации и визуализацию перелома и, тем самым, позволяет достичь удовлетворительных клини-

ческих результатов. Биомеханические характеристики конструкции снижают травматизацию надкостницы, что существенно для остеогенеза, и сокращают микроподвижность между отломками при обычной нагрузке. Однако применение пластины LCP характеризуется риском повреждения тканей и кровеносных сосудов [18, 24]. Другим потенциальным риском является меньшая устойчивость к деформации на уровне блокирующих отверстий, что чревато разрушением конструкции [12].

Перспективным подходом к лечению рассматриваемой патологии является блокируемый интрамедуллярный остеосинтез штифтом (БИОС), в том числе, благодаря конструктивным усовершенствованиям, которые снизили частоту осложнений и повторных операций, зарегистрированных при использовании интрамедуллярных штифтов 1-го и 2-го поколения.

Современные интрамедуллярные штифты позволяют обеспечить жесткость и стабильность конструкции, минимизировать степень травматизации мягких тканей, надкостницы, кровеносных сосудов и нервных структур, а также сохранить периостальное кровообращение, что является условием для благоприятных результатов лечения [8, 11, 23].

Благодаря конструктивным характеристикам штифты последнего поколения применимы при разном состоянии костной ткани и различных типах переломов. Так, для пациентов с низкой плотностью костной ткани их приме-

нение оправдано, поскольку данные штифты имеют в канале полипропиленовый вкладыш, который обеспечивает дополнительную стабилизацию блокируемых винтов (рис. 11А). В случае перелома хирургической шейки плеча (переломы типа В и С по классификации АО), когда отмечаются дефект по медиальной поверхности и оскольчатый характер перелома в калькарной области, требуется стабилизация латеральной и медиальной колонн. Применение современных штифтов в данной ситуации позволяет без технических трудностей добиться медиальной устойчивости, так как расположение самого штифта внутри канала обеспечивает стабильность латеральной и медиальной стенок плеча, к тому же полиаксиальное расположение винтов в головке плечевой кости и введение калькарного винта создают дополнительную опору в медальном отделе (см. рис. 11Б). При переломах хирургической шейки плечевой кости с расколом на диафизарную часть длинные версии штифтов позволяют применять малоинвазивную методику (см. рис. 11В).

Однако использование блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза штифтом в научной литературе трактуется неоднозначно в связи с сохраняющимся риском развития аваскулярного некроза головки плечевой кости, ассоциированного с риском ревизионных операций [19], а также других «специфических» для данной методики ослож-

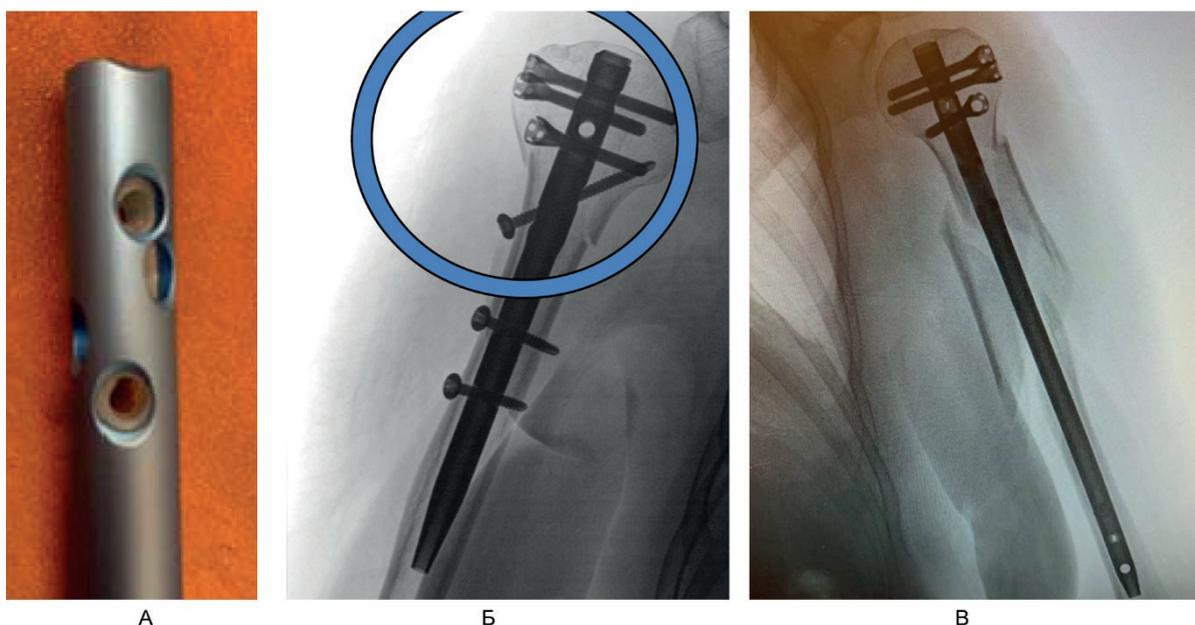


Рис. 11. Интрамедуллярный штифт. А – полипропиленовый вкладыш внутри канала штифта; Б – медиальная стабильность обеспечена введением винта через штифт в калькарную область плечевой кости; В – длинная версия штифта.

нений – импиджмент-синдром головкой гвоздя и миграция винтов при сохраняющейся микрорподвижности отломков.

Важно подчеркнуть, что, по данным последних сравнительных исследований, ни одна из методик стабилизации переломов не демонстрирует однозначного превосходства. Так, X. Shi и соавт. включили в метаанализ 38 исследований (2699 пациентов) [23]. Результаты исследования показали, что применение интрамедуллярных штифтов в сравнении с блокируемой пластиной привело к лучшим результатам, оцениваемым интраоперационной кровопотерей, временем операции, сроком консолидации перелома, уровнем послеоперационных осложнений и инфекции. Однако не было выявлено существенных различий в показателях шкалы VAS, внешней ротации, абдукции. Уровень осложнений, оцениваемых показателями остеонекроза, необходимости дополнительной операции, импиджмента, замедленного сращения, пенетрации и миграции винта, также значимо не отличался.

P.J. Voadi и соавт. констатировали, что имеющиеся данные свидетельствуют о том, что как интрамедуллярные штифты, так и блокируемые пластины могут обеспечить удовлетворительную функцию плеча, при этом нет свидетельств явного превосходства одного метода над другим, клинические результаты сопоставимы [8]. Выбор хирургического метода должен быть адаптирован к индивидуальным особенностям пациента, таким как тип перелома, возраст, качество кости и функциональные ожидания.

В другое сравнительное исследование 2024 г. S.S. D'Almeida и соавт. включили 13 работ (1253 пациента) [10]. Авторы пришли к выводу, что долгосрочные функциональные показатели и частота осложнений были сопоставимы между двумя методами. Выводы согласуются с недавним систематическим обзором и метаанализом 2023 г. [15]. Например, E. Hohmann и соавт. обнаружили, что хирургическое лечение с помощью интрамедуллярного штифта не различается от блокируемой пластины в отношении долгосрочных клинических результатов и показателей объема движений.

В исследовании мы пришли к заключению, что применение интрамедуллярного блокируемого остеосинтеза современными штифтами в оперативном лечении пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости обладает рядом существенных преимуществ в сравнении с накостным остеосинтезом пластиной с угловой стабильностью, а именно:

- надежная стабилизация металлоконструкции в кости благодаря конструктивным особенностям имплантата – полипропиленовому вкладышу внутри штифта и полиаксиальному расположению винтов;
- высокая медиальная стабильность за счет интрамедуллярного расположения штифта, полиаксиального введения винтов в головку и калькарную область плечевой кости;
- минимизация риска повреждения сосудисто-нервных образований;
- снижение риска рефрактуры и миграции конструкции в случае низкой плотности костной ткани;
- исключение контакта интрамедуллярной металлоконструкции с артикулирующими поверхностями сустава;
- сокращение интраоперационной кровопотери в результате проведения не прямой репозиции с помощью спиц-джойстиком;
- уменьшение времени операции и анестезиологической нагрузки (что особенно важно для пациентов старшего возраста) благодаря применению спиц-джойстиком и не прямой репозиции отломков. Средняя продолжительность операции при применении такой методики составила 51 мин, время операции с использованием блокируемой компрессионной пластины LCP было 86 мин;
- проведение максимально ранней реабилитации (сразу после уменьшения болевого синдрома).

Применение интрамедуллярных штифтов в лечении проксимальных переломов плечевой кости является ценным, безопасным и эффективным вариантом, поскольку позволяет достичь надежной стабилизации, минимизировать хирургическую травму тканей, способствует сохранению кровоснабжения, снижает вероятность возникновения послеоперационной инфекции. Однако нельзя рекомендовать применение интрамедуллярных штифтов как универсальную стратегию лечения. Необходимы дополнительные высококачественные сравнительные клинические исследования для подкрепления выводов и рекомендаций. Стратегия и тактика лечения должны базироваться на результатах современной диагностики, учитывать тип перелома, качество костной ткани и сопутствующую патологию, принимать во внимание индивидуальные характеристики пациента и его ожидания [25]. Клинический результат зависит от строгого соблюдения хирургической техники, компетенции хирурга, реабилитационного режима, что может играть значимую роль наряду с избранной методикой стабилизации.

Заключение

Таким образом, в нашем исследовании благодаря применению методики БИОС удалось добиться благоприятных результатов, оцениваемых отсутствием болевого синдрома, восстановлением функции сустава и объема движений, низким числом повторных вмешательств, зафиксированных на контрольных

точках 6 нед и 6 мес. Результаты применения методики накостного остеосинтеза пластинами LCP представляются менее положительными: так, показатели отсутствия болевого синдрома, восстановления функции и объема движений оказались несколько хуже, что может негативно влиять на качество жизни пациентов.

Литература

1. Алексанин С.С., Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю. Значения показателей костно-мышечной системы и соединительной ткани для состояния здоровья личного состава Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2022. № 4. С. 5–30. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-05-30.
2. Гудзь Ю.В., Ветошкин А.А., Евдокимов В.И. [и др.]. Анализ оказания специализированной и высокотехнологической помощи сотрудникам Федеральной противопожарной службы МЧС России в отделе травматологии и ортопедии Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова // Многопрофильная клиника XXI века. Инновации и передовой опыт : материалы XI междунар. науч. конф. СПб., 2022. С. 36–38.
3. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Ветошкин А.А., Кондашов А.А. Структура нозологий и риски развития производственного травматизма у личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2012–2021 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2023. № 1. С. 13–41. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-13–41.
4. Евдокимов В.И., Сивашенко П.П., Хомянец В.В. [и др.]. Медико-статистические показатели травматизма военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации (2003–2019 гг.) : монография / Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины м. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2021. 210 с. (Сер. Заболеваемость военнослужащих ; вып. 15).
5. Коган П.Г., Воронцова Т.Н., Шубняков И.И. [и др.]. Эволюция лечения переломов проксимального отдела плечевой кости (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2012. № 3. С. 154–161.
6. Ли Д.Х., Невиасер Р.Дж. Хирургия плеча и локтя. Оперативная техника: пер. 2-го изд. М. : Изд-во Панфилова, 2021. 796 с.
7. Норкин И.А., Барабаш Ю.А., Киреев С.И. [и др.]. Перелом на уровне плечевого пояса и плеча : клинич. рекомендации : одобрено Науч.-практ. советом Минздрава России / Ассоциация травматологов-ортопедов России. М., 2021. 20 с.
8. Boadi P.J., Da Silva A., Mizels J. [et al.]. Intramedullary versus locking plate fixation for proximal humerus fractures: indications and technical considerations // JSES. Rev. Rep. Tech. 2024. Vol. 4, N 3. P. 615–624. DOI: 10.1016/j.xrrt.2024.01.001.
9. Court-Brown C.M., Garg A., McQueen M.M. The epidemiology of proximal humeral fractures // Acta Orthop. Scand. 2001. Vol. 72, N 4. P. 365–371. DOI: 10.1080/000164701753542023.
10. D'Almeida S.S., Cannon R., Vu N.T. [et al.]. Comparing Intramedullary Nails and Locking Plates in Displaced Proximal Humerus Fracture Management: A Systematic Review and Meta-Analysis // Cureus. 2024. Vol. 16, N 2. P. e54235. DOI: 10.7759/cureus.54235.
11. Dilisio M.F., Nowinski R.J., Hatzidakis A.M., Fehringer E.V. Intramedullary nailing of the proximal humerus: evolution, technique, and results // J. Shoulder. Elbow. Surg. 2016. Vol. 25, N 5. P. e130–e138.
12. Frigg R. Locking Compression Plate (LCP). An osteosynthesis plate based on the Dynamic Compression Plate and the Point Contact Fixator (PC-Fix) // Injury. 2001. Vol. 32, Suppl 2. P. 63–66. DOI: 10.1016/s0020-1383(01)00127-9.
13. Goyal S., Ambade R., Singh R. [et al.]. A Comprehensive Review of Proximal Humerus Fractures: From Epidemiology to Treatment Strategies // Cureus. 2024. Vol. 16, N 4. P. e57691. DOI: 10.7759/cureus.57691.
14. Handoll H.H., Elliott J., Thillemann T.M. [et al.]. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults // Cochrane Database Syst Rev. 2022. Vol. 6, N 6. Art. CD000434. DOI: 10.1002/14651858.CD000434.pub5.
15. Hohmann E., Keough N., Glatt V., Tetsworth K. Surgical treatment of proximal humerus fractures: a systematic review and meta-analysis // Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol. 2023. Vol. 33, N 6. P. 2215–2242. DOI: 10.1007/s00590-022-03436-3.
16. Kannus P., Palvanen M., Niemi S. [et al.]. Rate of proximal humeral fractures in older Finnish women between 1970 and 2007 // Bone. 2009. Vol. 44, N 4. P. 656–659. DOI: 10.1016/j.bone.2008.12.007.
17. Karl J.W., Olson P.R., Rosenwasser M.P. The Epidemiology of Upper Extremity Fractures in the United States. 2009 // J. Orthop. Trauma. 2015. Vol. 29, N 8. P. e242–e244. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000312.

18. Konrad G., Bayer J., Hepp P. [et al.]. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. *Surgical technique // J. Bone Joint Surg. Am.* 2010. Vol. 92, Suppl 1, Pt 1. P. 85–95.

19. Martinez-Catalan N., Boileau P. The Role of Intramedullary Nailing for Proximal Humerus Fractures: What Works and What Does Not // *Curr. Rev. Musculoskelet Med.* 2023. Vol. 16, N 2. P. 85–94. DOI: 10.1007/s12178-022-09816-w.

20. Patel A.H., Wilder J.H., Ofa S.A. [et al.]. Trending a decade of proximal humerus fracture management in older adults // *JSES Int.* 2022. N 6. P. 137–143. DOI: 10.1016/j.jseint.2021.08.006.

21. Rothstock S., Plecko M., Kloub M. [et al.]. Biomechanical evaluation of two intramedullary nailing techniques with different locking options in a three-part fracture proximal humerus model // *Clin. Biomech. (Bristol, Avon).* 2012. N 7. P. 686–691. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2012.03.003.

22. Roux A., Decroocq L., El Batti S. [et al.]. Epidemiology of proximal humerus fractures managed in a trauma center // *Orthop. Traumatol. Surg Res.* 2012. Vol. 98, N 6. P. 715–719. DOI: 10.1016/j.otsr.2012.05.013.

23. Shi X., Liu H., Xing R. [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. Vol. 14, N 1. P. 285. DOI: 10.1186/s13018-019-1345-0.

24. Sproul R.C., Iyengar J.J., Devic Z., Feeley B.T. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures // *Injury.* 2011. Vol. 42, N 4. P. 408–413.

25. Zheng Y., Tang N., Zhang W.J. [et al.]. Comparative efficacy and safety of medical treatments for proximal humerus fractures: a systematic review and network meta-analysis // *BMC Musculoskelet Disord.* 2024. Vol. 25, N 1. P. 17. DOI: 10.1186/s12891-023-07053-x.

Поступила 08.07.2024 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Участие авторов: П.В. Локтионов – анализ результатов оперативного лечения, написание первого варианта статьи; Ю.В. Гудзь – концепция исследования, участие в проведении оперативного лечения; А.А. Ветошкин – редактирование окончательного варианта статьи, подготовка списка литературы, реферата.

Для цитирования: Локтионов П.В., Гудзь Ю.В., Ветошкин А.А. Преимущества интрамедуллярного остеосинтеза при лечении переломов проксимального отдела плечевой кости // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях.* 2024. № 4. С. 50–63. DOI: 10.25016/2541-7487-2024-0-4-50-63

The benefits of intramedullary osteosynthesis in proximal humerus fractures

Loktionov P.V., Gudz' Ju.V., Vetoshkin A.A.

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia
(4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

✉ Pavel Vladimirovich Loktionov – PhD Med. Sci. Associate Prof., head of the department of orthopedics, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: vlp77@mail.ru;

Yurii Vladimirovich Gudz' – Dr. Med. Sci. Associate Prof., head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: medicine@nrterm.ru;

Aleksandr Aleksandrovich Vetoshkin – PhD Med. Sci. Associate Prof., orthopedic trauma surgeon, traumatology and orthopedics department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0003-3258-2220, e-mail: totoalex5@gmail.com

Abstract

Relevance. Proximal humerus fractures constitute 5 to 6% of all fractures in adults and are the third most common osteoporotic fracture. Advanced surgical techniques, accumulated knowledge and practical experience, as well as new evolving implants have expanded the indications for surgical treatment. Dedicated studies, however, fail to outline any superior and convincingly outperforming surgical treatment option.

The objective is to find out most optimal treatment options by comparing the results in patients with proximal humerus fractures who underwent either blocked intramedullary osteosynthesis (BIOS) or osteosynthesis with precontoured angular-stable LCP humerus plates (LCP).

Methods. The study included 534 patients with proximal humerus fractures who underwent surgical reconstruction between 2015 and 2024, including 503 (94.2%) patients undergoing BIOS and 31 (5.8%) patients undergoing open LCP repositioning.

Results and discussion. The treatment results were assessed in 173 (32.4 %) patients. The postoperative follow-up did not exceed 8 months. BIOS technique allowed to achieve favorable results in terms of absence of pain, restored joint function and scope of movement, as well as low re-operation rate. LCP osteosynthesis showed a slightly poorer performance for all the studies parameters.

Conclusion. Blocked intramedullary osteosynthesis is a safe and efficient treatment option in proximal humerus fractures, associated with reliable stabilization, minimized tissue trauma, intact blood supply, low risk of postoperative wound infection, decreased operation time, and early rehabilitation without complications. However, the use of intramedullary pins is not a 'one-size-fit-all' treatment strategy. The treatment decision should be supported by advanced diagnostics, taking into account the type of fracture, bone tissue quality and concomitant pathologies, as well as patient's individual characteristics and expectations.

Keywords: trauma, bone fracture, proximal humerus, locked intramedullary osteosynthesis, medial stability.

References

- Aleksanin S.S., Evdokimov V.I., Rybnikov V.Ju. Znachenija pokazatelej kostno-myshechnoj sistemy i soedinitel'noj tkani dlja sostojanija zdorov'ja lichnogo sostava Federal'noj protivopozharnoj sluzhby Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii [Significance of musculoskeletal and connective tissue parameters as health indicators in Federal Fire-Fighting Service officers of the State Fire-Fighting Service of the EMERCOM of Russia]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnyh situacijah* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2022; 4:(5–30). DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-05-30. (In Russ.)
- Gudz' Yu.V., Vetoshkin A.A., Evdokimov V.I. [et al.]. Analiz okazaniya spetsializirovannoi i vysokotekhnologicheskoi pomoshchi sotrudnikam Federal'noi protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii v otdel travmatologii i ortopedii Vserossiiskogo tsentra ekstrennoi i radiatsionnoi meditsiny im. A.M. Nikiforova [Specialized and high-tech assistance to the Federal Fire-Fighting Service staff of the EMERCOM of Russia provided at the Department of Traumatology and Orthopedics at the Nikiforov Center of Emergency and Radiation Medicine]. *Mnogoprofil'naya klinika XXI veka. Innovatsii i peredovoi opyt* [Multidisciplinary clinical care of 21st century. Innovations and advanced experience]: Research Conference Proceedings. St. Petersburg. 2022: 36–38. (In Russ.)
- Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Vetoshkin A.A., Kondashov A.A. Struktura nozologij i riski razvitiya proizvodstvennogo travmatizma u lichnogo sostava Federal'noj protivopozharnoj sluzhby MChS Rossii (2012–2021 gg.) [The composition of nosologies and occupational injury risks in officers of the Federal Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia (2012–2021)]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnyh situacijah* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2023; (1):13–41. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-13-41. (In Russ.)
- Evdokimov V.I., Sivashenko P.P., Hominec V.V., Vetoshkin A.A., Ivanov V.V. Mediko-statisticheskie pokazateli travmatizma voennosluzhashhih Vooruzhennyh sil Rossijskoj Federacii (2003–2019 gg.) [Medical and statistical trauma incidence rate indicators in the military of the Armed Forces of the Russian Federation (2003-2019)]. St. Petersburg. 2021. 210 p. (Serija «Zabolevaemost' voennosluzhashhih»; vyp. 15 [Series: Disease incidence among the military]). (In Russ.)
- Kogan P.G., Voroncova T.N., Shubnjakov I.I. [et al.]. Jevoljucija lechenija perelomov proksimal'nogo otdela plechevoj kosti (obzor literatury) [Evolution of treatment of the proximal humerus fractures (review)]. *Travmatologija i ortopedija Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2012; (3):154–161. (In Russ.)
- Li D.H., Neviasher R.Dzh. Hirurgija plecha i loktja. Operativnaja tehnika [Shoulder and elbow surgery. Surgical intervention technique]. Moscow. 2021. 796 p. (In Russ.)
- Norkin I.A., Barabash Ju.A., Kireev S.I. [et al.]. Perelom na urovne plechevogo pojasa i plecha : klinicheskie rekomendacii [Shoulder girdle and shoulder fractures: clinical recommendations]. Moscow. 2021. 20 p. (In Russ.)
- Boadi P.J., Da Silva A., Mizels J. [et al.]. Intramedullary versus locking plate fixation for proximal humerus fractures: indications and technical considerations. *JSES. Rev. Rep.* 2024; 4(3):615–624. DOI: 10.1016/j.xrrt.2024.01.001.
- Court-Brown C.M., Garg .A, McQueen M.M. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop. Scand.* 2001;72(4):365–371. DOI: 10.1080/000164701753542023.
- D'Almeida S.S., Cannon R., Vu N.T. [et al.]. Comparing Intramedullary Nails and Locking Plates in Displaced Proximal Humerus Fracture Management: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus.* 2024;16(2):e54235. DOI: 10.7759/cureus.54235.
- Dilisis M.F., Nowinski R.J., Hatzidakis A.M., Fehringer E.V. Intramedullary nailing of the proximal humerus: evolution, technique, and results. *J. Shoulder. Elbow. Surg.* 2016;25(5):e130–e138.
- Frigg R. Locking Compression Plate (LCP). An osteosynthesis plate based on the Dynamic Compression Plate and the Point Contact Fixator (PC-Fix). *Injury.* 2001; 32(Suppl 2):63–66. DOI: 10.1016/s0020-1383(01)00127-9.
- Goyal S., Ambade R., Singh R. [et al.]. A Comprehensive Review of Proximal Humerus Fractures: From Epidemiology to Treatment Strategies. *Cureus.* 2024;16(4):e57691. DOI: 10.7759/cureus.57691.
- Handoll H.H., Elliott J., Thillemann T.M. [et al.]. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022; 6(6):CD000434. DOI: 10.1002/14651858.CD000434.pub5.
- Hohmann E., Keough N., Glatt V., Tetsworth K. Surgical treatment of proximal humerus fractures: a systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2023; 33(6):2215–2242. DOI: 10.1007/s00590-022-03436-3.
- Kannus P., Palvanen M., Niemi S. [et al.]. Rate of proximal humeral fractures in older Finnish women between 1970 and 2007. *Bone.* 2009; 44(4):656–659. DOI: 10.1016/j.bone.2008.12.007.
- Karl J.W., Olson P.R., Rosenwasser M.P. The Epidemiology of Upper Extremity Fractures in the United States. 2009. *J. Orthop. Trauma.* 2015; 29(8):e242–e244. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000312.
- Konrad G., Bayer J., Hepp P. [et al.]. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humeral plate. Surgical technique. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010; 92(Suppl 1, Pt 1):85–95.
- Martinez-Catalan N., Boileau P. The Role of Intramedullary Nailing for Proximal Humerus Fractures: What Works and What Does Not. *Curr. Rev. Musculoskelet Med.* 2023; 16(2):85–94. DOI: 10.1007/s12178-022-09816-w.

20. Patel A.H., Wilder J.H., Ofa S.A. [et al.]. Trending a decade of proximal humerus fracture management in older adults. *JSES Int.* 2022; 6:137–143. DOI: 10.1016/j.jseint.2021.08.006.
21. Rothstock S., Plecko M., Kloub M. [et al.]. Biomechanical evaluation of two intramedullary nailing techniques with different locking options in a three-part fracture proximal humerus model. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. 2012; (7):686–691. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2012.03.003.
22. Roux A., Decroocq L., El Batti S. [et al.]. Epidemiology of proximal humerus fractures managed in a trauma center. *Orthop. Traumatol. Surg Res.* 2012; 98(6):715–719. DOI: 10.1016/j.otsr.2012.05.013.
23. Shi X., Liu H., Xing R. [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):285. DOI: 10.1186/s13018-019-1345-0.
24. Sproul R.C., Iyengar J.J., Devcic Z., Feeley B.T. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury*. 2011; 42(4):408–413
25. Zheng Y., Tang N., Zhang W.J. [et al.]. Comparative efficacy and safety of medical treatments for proximal humerus fractures: a systematic review and network meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024; 25(1):17. DOI: 10.1186/s12891-023-07053-x.

Received 07.07.2024

For citing: Loktionov P.V., Gudz' Ju.V., Vetoshkin A.A. Preimushhestva intramedulljarnogo osteosinteza pri lechenii perezlomov proksimal'nogo otdela plechevoj kosti. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2024; (4):50–63. **(In Russ.)**

Loktionov P.V., Gudz' Ju.V., Vetoshkin A.A. The benefits of intramedullary osteosynthesis in proximal humerus fractures. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2024; (4):50–63. DOI: 10.25016/2541-7487-2024-0-4-50-63.