

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ



<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-4-86-96>

УДК 617.572

© А.О. Тутуров, А.С. Петросян, М.А. Панин, К. А. Егиазарян, 2023

Обзор литературы / Literature review

СРАВНЕНИЕ МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА И ОТКРЫТОЙ РЕПОЗИЦИИ И ФИКСАЦИИ ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

А.О. ТУТУРОВ¹, А.С. ПЕТРОСЯН², М.А. ПАНИН^{2,3}, К. А. ЕГИАЗАРЯН⁴

¹ Отделение хирургии кисти и реконструктивной микрохирургии ГБУЗ «ГКБ им. С.С. Юдина ДЗМ» 115446, г. Москва, Россия

² Ортопедическое отделение ГБУЗ «ГКБ № 17 ДЗМ» 119620, г. Москва, Россия

³ Кафедра травматологии и ортопедии ФГБОУ ВПО Российский университет дружбы народов 117198, Москва, Россия

⁴ Кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России 117997, г. Москва, Россия

Аннотация

Около 5-6% от всех переломов приходится на повреждение проксимального отдела плечевой кости. Тактика лечения зависит от множества факторов, включая степень смещения перелома, уровень активности пациента, сопутствующие травмы и заболевания, возраст, тип перелома и качество костной ткани. Наиболее приемлемыми оперативными опциями являются открытая репозиция и внутренняя фиксация (open reduction and internal fixation – ORIF), миниинвазивный остеосинтез пластиной (minimal invasive plate osteosynthesis – MIPO).

Цель исследования: сравнить результаты исследований минимально инвазивной и открытой техник остеосинтеза проксимального отдела плечевой кости.

Материалы и методы: был проведен поиск в PubMed, EMBASE, Кокрановской библиотеке, ScienceDirect, Web of Science, чтобы найти все соответствующие исследования в период 2015-2023гг. Кроме того, был проведен поиск в списках литературы соответствующих исследований. Лингвистических ограничений не было.

Результаты: отобранные 24 статьи по дизайну являлись ретроспективными исследованиями, 9 статей посвящены только методике MIPO, 1 клинический случай – билатеральный ORIF. Всего в исследованиях 1698 пациентов проанализировано. Средний период наблюдения был 25.2 мес. Средний возраст пациентов был 61.3 ± 8 лет. Наиболее частые осложнения были аваскулярный некроз головки плечевой кости, субакромиальный импиджмент, перфорация винтом, инфицирование области послеоперационной раны, варус коллапс (потеря медиальной опоры), несращение, повреждение подмышечного нерва. По сравнению с ORIF, MIPO имеет преимущества по времени операции, репозиции большого бугорка, кровопотере, послеоперационному болевому синдрому, функции плеча в раннем послеоперационном периоде и косметическому результату. Вместе с тем, MIPO требует более длительного времени проведения рентгеновского исследования интраоперационно по сравнению с ORIF и по результатам некоторых работ, не показано при многофрагментарных сложных переломах. Не выявлено значимой разницы в частоте осложнений между этими методами.

Заключение: до сих пор ORIF является стандартной методикой остеосинтеза при сложных многофрагментарных переломах. Однако, по многим показателям существенно не отличается от минимально инвазивной. Техника MIPO показывает себя перспективной и требует расширения показаний для применения.

Ключевые слова: проксимальный отдел плечевой кости; открытая репозиция — внутренняя фиксация; минимально инвазивный остеосинтез.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Тутуров А.О., Петросян А.С., Панин М.А., Егиазарян К.А., СРАВНЕНИЕ МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА И ОТКРЫТОЙ РЕПОЗИЦИИ И ФИКСАЦИИ ПЕРЕЛОМОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 4(54). С. 86–96 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-4-86-96>

COMPARISON OF MINIMALLY INVASIVE OSTEOSYNTHESIS AND OPEN REDUCTION AND INTERNAL FIXATION OF PROXIMAL HUMERUS FRACTURES

ALEXANDER O. TUTUROV¹, ARMEN S. PETROSYAN², MIKHAIL A. PANIN^{2,3}, KAREN A. EGIAZARYAN⁴

¹ Department of Hand surgery and Reconstructive microsurgery, Clinical Hospital named after S.S. Yudin 115446, Moscow, Russia

² Department of traumatology and orthopedics, Clinical Hospital № 17 119620, Moscow, Russia

³ Department of traumatology and orthopedics of Peoples' Friendship University of Russia, Peoples' Friendship University of Russia 117198, Moscow, Russia

⁴ Department of traumatology, orthopedics and military surgery, Pirogov Russian National Research Medical University 117997, Moscow, Russia

Abstract

About 5-6% of all fractures occur in damage to the proximal humerus. Treatment depends on many factors, including the degree of fracture displacement, the patient's activity level, associated injuries and diseases, age, fracture type, and bone quality. The most acceptable surgical options are open reduction and internal fixation (ORIF), minimal invasive plate osteosynthesis (MIPO).

Purpose of the study: to compare the results of studies of minimally invasive and open techniques of osteosynthesis of the proximal humerus.

Materials and methods: PubMed, EMBASE, Cochrane Library, ScienceDirect, WebOfScience were searched to find all relevant studies in the period 2015-2023. In addition, the literature lists of relevant studies were searched. There were no linguistic restrictions.

Results: Selected 24 studies by design were retrospective studies, 9 articles were devoted only to the MIPO technique, 1 clinical case was bilateral ORIF. A total of 1698 patients were analyzed in the studies. The mean follow-up period was 25.2 months. The mean age of the patients was 61.3 ± 8 years. The most common complications were avascular necrosis of the humeral head, subacromial impingement, screw perforation, infection of the postoperative wound area, varus collapse (loss of medial support), nonunion, and axillary nerve injury. Compared to ORIF, MIPO has advantages in terms of operative time, tuberculum major reposition, blood loss, postoperative pain, early postoperative shoulder function, and cosmetic outcome. MIPO requires a longer intraoperative x-ray time. MIPO requires a longer intraoperative x-ray time and is not indicated for multifragmentary fractures according to few articles. There was no significant difference in complication rates between these methods.

Conclusion: Until now, ORIF is the standard osteosynthesis technique for complex multifragmentary fractures. However, it does not differ significantly from the minimally invasive technique. The MIPO technique shows itself to be promising and requires an expansion of indications for use.

Keywords: Proximal humerus; open reduction - internal fixation; ORIF; minimally invasive osteosynthesis; MIPO.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Funding: the study had no sponsorship

For citation: Tuturov A.O., Petrosyan A.S., Panin M.A., Egiarzaryan K.A., COMPARISON OF MINIMALLY INVASIVE OSTEOSYNTHESIS AND OPEN REDUCTION AND INTERNAL FIXATION OF PROXIMAL HUMERUS FRACTURES. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 4 pp. 86-96 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-4-86-96>

Введение

Около 5-6% от всех переломов приходится на повреждение проксимального отдела плечевой кости. Такие переломы встречаются с одной стороны у молодых пациентов, пострадавших от высокоэнергетической травмы, с другой стороны – у пожилых пациентов с низкоэнергетической травмой на фоне остеопороза [1].

Тактика лечения зависит от множества факторов, включая степень смещения перелома, уровень активности пациента, сопутствующие травмы и заболевания, возраст, тип перелома и качество костной ткани [2]. Исторически переломы проксимального отдела плечевой кости лечили консервативно путем иммобилизации в ортезе/повязке по типу Дезо, гипсовой иммобилизацией. Однако, для лучших ранних и отдаленных результатов более приемлемо оперативное лечение [3]. Вариантами операций могут быть: открытая репозиция и внутренняя фиксация (open reduction and internal fixation – ORIF), миниинвазивный остеосинтез пластиной (minimal invasive plate osteosynthesis – MIPO), закрытая репозиция и применение блокируемого штифта, гемиартропластика и тотальное

эндопротезирование реверсивного или анатомического типа [4]. Проведенные исследования показывают, что остеосинтез при помощи нового типа имплантата с блокированием проксимального отдела плечевой кости (PHILOS) является перспективной технологией даже при нестабильных, трех- и четырехфрагментарных переломах, а также при остеопорозной перестройке костной ткани [5]. Его применение является наиболее частым и выполнимо при любом типе перелома. Возможность формирования анатомической репозиции, обеспечения угловой стабильности, а также ранней мобилизации являются приоритетом у всех типов пациентов [6]. Вместе с тем, появились новые вопросы: какой хирургический доступ оптимален, наименее травматичен и, в случае осложненного характера перелома, позволяет обеспечить конверсию к эндопротезированию?

Итого, оперативное лечение оскольчатых переломов проксимального отдела плечевой кости чаще выполняют с применением методик ORIF и MIPO. В обоих случаях активно ведутся дебаты по теме преимуществ оперативных доступов с точки зрения удобства хирургических манипуляций и отдаленных косметических и функциональных результатов.

Цель исследования: сравнить результаты исследований минимально инвазивной и открытой методик остеосинтеза проксимального отдела плечевой кости.

Методика поиска и отбора материала:

При обзоре литературы был проведен поиск в PubMed, EMBASE, Кокрановской библиотеке, ScienceDirect, WebOfScience, чтобы найти все соответствующие исследования в период 2015-2023гг. Критериями поиска были «перелом проксимального отдела плечевой кости», «переломы плеча», «открытая репозиция — внутренняя фиксация», «ORIF», «минимально инвазивный» и «MIPO». Кроме того, был проведен поиск в списках литературы соответствующих исследований. Лингвистических ограничений не было, однако наибольшее количество литературы было на английском и китайском языках.

Исследования, которые соответствовали следующим критериям включения были выбраны: пациенты с переломами проксимального отдела плечевой кости, оперативное лечение (MIPO и ORIF), исходы (кровопотеря, оперативное время, оценка по шкалам функции плеча) и осложнения.

Мы исключили исследования на животных, кадаверных материалах, эндопротезирование плечевого сустава, работы, опубликованные до 2015 года, отчеты о патологических переломах, консервативных способах лечения.

На первом этапе отбора после введения поисковых запросов в базах данных обнаружили 124 статьи. Далее были удалены дублирующие исследования, в результате осталось 114 статей. На втором этапе проведен анализ аннотаций и после применения вышеуказанных критериев включения и исключения удалены 78 статей. На третьем этапе изучены полнотекстовые варианты публикаций, после чего исключены еще 12 статей, не соответствующие критериям включения / исключения. В итоге в исследование отобрано 24 статьи.

Анализ отобранных статей

Все 24 статьи [7-30] по дизайну являлись ретроспективными исследованиями, 9 статей посвящены только методике MIPO, 1 клинический случай – билатеральный ORIF. Эти статьи не были исключены, поскольку представляют интерес с точки зрения решения клинической задачи, а также демонстрации возможностей методик. Всего в исследованиях 1698 пациентов проанализировано. Всем пациентам была проведена с целью определения локализации и характера травмы рентгенография и компьютерная томография. С точки зрения классифицирования: во всех статьях применялись классификации по Neer и АО ОТА. Средний период наблюдения был 25.2 мес. Средний возраст пациентов был 61.3 ± 8 лет. Наиболее частые осложнения были аваскулярный некроз головки плечевой кости (ABH), субакромиальный импиджмент, перфорация винтом, инфицирование области послеоперационной раны, варус коллапс (потеря медиальной опоры), несращение, повреждение подмышечного нерва. Оценка функции плеча принимали по шкалам Constant Shoulder score (CSS) и Disability of the Arm, Shoulder and Hand Outcome Measure (DASH). При количественной оценке результатов публикаций (1 балл – статья указывает на превосходство определенной техники, по 1 баллу – статья указывает на преимущества обеих техник в разных ситуациях): техника ORIF имеет 5 баллов, техника MIPO имеет 12 баллов. Кроме того, в 9 статьях, посвященных оценке изолированно техник MIPO, не было высказано предположений о неэффективности, все работы показали удовлетворительные результаты.

В итоге была сформирована база данных, извлеченных из отобранных статей, основные положения которой были занесены в таблицу (см. таблица 1).

Таблица 1

Анализ исследований методик MIPO и ORIF

Исследование	Период исследования	Количество пациентов: MIPO / ORIF	Возраст пациентов	Период наблюдения за пациентами (мес)	Классификация переломов в исследовании	Оценка функции MIPO / ORIF (DASH, CSS или другое)	Осложнения: MIPO / ORIF	Результаты
Borer J. et al 2020	2008-2015	39/23	64	47	Neer II-IV АО ОТА A2.1; A2.2; A2.3 B1.1; B1.2 C3.1; C3.2	CSS 79/82 DASH 26.7/25.8	Перфорация винта 1/1 ABH 1.3/1	4-фрагментарные переломы лучше ORIF В остальном результаты сопоставимы

Продолжение Таблицы 1

Korkmaz MF et al 2015	2005-2011	86 56/30	62.5/54.8	48	AO OTA A1; A2; A3; B1; B2; C1; C2; C3	CSS 66,8/57,4 В раннем периоде Достоверной разницы на шес- том месяце не было 92,2/91,3	Не отмечено	МИРО при переломах В и С обеспечивает угол обзора 270°
Kishore JV et al 2015	2017-2020	42 22/20	47.52 ± 10.77	-	Neer III-IV	Анатомическая репозиция пере- лома при оценке по методу Raavolainen луч- ше при технике ORIF	МИРО - по- вреждение подмышеч- ного нерва, субacro- миальный импиджмент. ORIF - перфо- рация винта, варус-коллапс	МИРО меньшее время и крово- потеря. Лучшая репози- ция при ORIF
Roulean DM et al 2020	2007-2015	85 44/41	62	26	Neer II-III-IV	DASH 26/12	МИРО больше перфораций винтом, не- сращения, потери репо- зиции, АВН, повторных операций	ORIF лучше при Neer II-III. Гипотеза опро- вергнута
Maalouly J et al 2019	Билате- рально ORIF	case	80	4	Neer III displaced	Полная функция	нет	Техника ORIF билатераль- но способна успешно при- меняться
Bhayana H et al 2022	2014-2019	84 42/42	44.1±14.3/45.1±10.8	23	Neer III-IV	CSS 73.26±8.02 / 74.27±8.19	Перфорация винтом, не- сращения – сопоставимы ABH в МИРО	МИРО меньшее время и проще выполнить ре- позицию боль- шого бугорка, остальное сопоставимо
Fischer C et al 2016	2011-2014	50 20/30	59.4±14	49	AO OTA A,B,C	CSS 81.6± 16.1 / 76.3± 18.6 DASH 20.1±20.3 / 21.1±8.6	ORIF: 1 ABH. Остальное со- поставимо	Результаты сопоставимы. МИРО не имеет преимуществ при сохранения кровообраще- ния дельтовид- ной мышцы

Продолжение Таблицы 1

Frima H et al 2019	2007- 2010 МИРО исследо- вание	79	59	8.3 лет	АО ОТА A,B,C	DASH 5.6	1/3 потребу- ет удаления пластины и винтов 4 поврежде- ния под- мышечного нерва, ABH и перфо- рация винтом	Удовлетвори- тельные резуль- таты
Narayan VL et al 2018	2013- 2015 МИРО через дель- топек- траль- ный доступ	30	58.8	12	Neer III- IV	DASH 8.69	Нет	Перспективная техника
Sohn H-S et al 2017	2010- 2014	107 45/45	62.6±12.5 61.0±14.3	15	Neer II-IV	CSS 80.7±13.9 / 79.7±11.9 DASH	ABH при ORIF. Остальное со- поставимо	Сопоставимы
Aguado HJ et al 2016	2009- 2013 МИРО polyaxial plate	90	67.4±13	12	Neer III- IV	CSS 79.6 ±12	ABH Перфорация винтом Повреждения подмышечно- го нерва	Применение полиаксиаль- ной блокируе- мой пластины МИРО дает удовлетвори- тельные резуль- таты
Falez F et al 2016	2010- 2013 МИРО исследо- вание	76	68.5	12	АО ОТА A3; B1; B2; B3; C1; C2	CSS <60: 82; >60: 69.6; >80: 64.3	ABH, пер- форация винтом, суба- кромияльный импиджмент	удовлетвори- тельные резуль- таты
Koljonen PA et al 2015	2009- 2011 МИРО исследо- вание	40	63	24	Neer II-IV	CSS через 24 мес. 87.5±8.0 DASH через 24 мес. 8.8±15.8	CSS 75	удовлетвори- тельные резуль- таты
Schuetze K et al 2022	2014- 2020 МИРО исследо- вание	249	>60	12	АО ОТА A1; A2; A3; B1; C1; C3	-	NCB (Proximal humerus plating) и PHILOS име- ли выражен- ный варус- коллапс	Результаты остеосинтеза сопоставимы с реверсивным протезировани- ем у возрастных пациентов

Продолжение Таблицы 1

Attala D et al 2021	2019-2020	42 МИРО, 2 ORIF, 1 Тоталь- ный эндо- протез	>75	12	Neer III-IV	Dash 72; CSS 68	АВН, перфорация винтом, варус-коллапс, субакромиальный импиджмент	удовлетворительные результаты
Alberio RL et al 2018	2011-2016 МИРО исследование	39	64.9	31.8	Neer II-IV	Constant-Murley 75.2	Варус/вальгус несращения	Удовлетворительные результаты
Gönç U et al 2017	2006-2014 МИРО исследование	31	58.4	12	Neer II-IV	CSS 84.8 ± 5.1	АВН, перфорация винтом, варус-коллапс, глубокая инфекция, повреждение подмышечного и лучевого нервов	Удовлетворительные результаты
Buchmann L et al 2022	2009-2019	418 198 B type 49/149	64.6	12	АО В	МИРО имеет больший объем движений	Риск несращения в 4.5 раза выше в ORIF, остальное сопоставимо	МИРО имеет лучшие результаты
Kim Y-G et al 2019	2007-2013	36 19/17	52.6	24	АО ОТА A3, A2	CSS 75.6/78.4	МИРО больше рентгеновского времени в операционной 38.5 с	Лучшие результаты МИРО
Chiewchantanakit S et al 2015	2010-2011	28 12/16	52-62	--	АО ОТА	В группе МИРО быстрее сращение (12 недель), меньшее кровопотеря, время операции и пребывание в стационаре	Нет повреждений подмышечного нерва	Лучшие результаты МИРО
Zhao L et al 2017	2014-2016	36 17/19	64.0±5.8	10	Neer II-III	Constant-Murley score 88.8±1.0/86.9±2.1	Инфекционные осложнения области раны в обеих группах	Лучшие результаты МИРО

Продолжение Таблицы 1

Liu B et al 2022	2015-2018	77 36/41	12-65	15±2.2	Neer II-III-IV	Constant-Murley score лучше в группе МІРО через 3 и 6 мес., но сопоставим через 12 мес. В итоге DASH 14/14.4	1 инфицирование раны МІРО 8 АВН 2, перфорация винтом, повреждение головной вены, 4 субакромиального импиджмента ORIF	Лучшие результаты МІРО
Gao Y-B et al 2015	2012-2013	39 21/18	71.8 ± 5.2	18.1	АО ОТА	Constant-Murley score 89.7±14.5 / 81.8±13.2	--	Лучшие результаты МІРО
Liu K et al 2015	2008-2012	91 39/52	60.2±14.4/61.7±13.7	24	Neer II-III-IV	Constant-Murley score лучше в группе МІРО на всем протяжении наблюдения	2 МІРО (неправильное сращение, потеря внутренней фиксации) 5 ORIF (АВН, несращение, потеря внутренней фиксации, ограничение отведения 2)	Лучшие результаты МІРО

Обсуждение

Переломы проксимального отдела плечевой кости являются сложной травматолого-ортопедической задачей до сих пор. Характер повреждения вне зависимости от оснащения операционной всегда требует исключительного подхода. Множество работ посвящены определению наиболее приемлемого оперативного доступа в большинстве клинических ситуаций [31, 32]. Так или иначе, в литературе фигурируют два основных: минимально инвазивный дельта-сплит доступ, а также соответствующая ему техника МІРО, и открытая репозиция и фиксация пластиной, техника ORIF, применяемая через дельто-пекторальный доступ. Наиболее частыми осложнениями металлоостеосинтеза проксимального отдела плечевой кости являются: АВН – 10,8%, варусное сращение – 16,3%, перфорация винта в сустав – 7,5%, различные сосудисто-неврологические осложнения (связанные с хирургическим доступом). В настоящее время ввиду развития ортопедических имплантатов особенно остро встал вопрос о преимуществах одной из этих техник при фиксации пластиной. Все исследования по результатам разделились на три основные категории:

1 – Техника МІРО обеспечивает лучшие функциональные результаты при большинстве типов переломов, кроме того, имеет меньшую болевую реакцию у пациентов и лучшие косметические результаты;

2 – Техника ORIF позволяет лучше контролировать репозицию, способна применяться при всех типах переломов;

3 – Между обеими методиками нет существенных клинических отличий в отдаленном периоде.

В действительности, преобладающее количество авторов ввиду развития технологий отдает предпочтение минимально инвазивной технике. Этому есть подтверждения [19-25]. Однако интересно проследить противоречия разных исследований. В основном они касаются оценки рисков развития АВН головки плечевой кости и потери медиальной кортикальной опоры. Так, в работе Neer P. et al 2008 были выявлены лучшие функциональные результаты через 12 месяцев после применения способа ORIF по сравнению с МІРО [33]. Авторы предположили долгосрочное преимущество для группы стандартной техники благодаря сохранению интактной дельтовидной мышцы как функциональной единицы, которая остается нетронутой, а при технике МІРО дельтовидная мышца расщеплена и может быть

изменена формированием рубца. В противоположность этому многие исследователи указывали, что меньший травматизм заключается в минимально инвазивной технике, поскольку волокна мышцы раздвигаются, а не повреждаются [24]. Эта теория была вынесена на обсуждение в статье Fischer C. et al 2016 [10], которые подвергли сомнению гипотезу о том, что МИРО лучше сохраняет нативную структуру мышцы ввиду малого травматизма. При помощи ультразвукового исследования с контрастным усилением, которое позволяет проанализировать перфузию микрососудистого русла размеров 2–7 нм, электро-нейромиографии и отдаленной оценки объема движений было выявлено, что показатели подтверждают, что подходы ORIF и МИРО сопоставимы.

В рамках этих исследований возникает еще несколько вопросов: влияет ли перфузия дельтовидной мышцы и меньшая кровопотеря на риски развития АВН? Предиктором развития АВН некоторые исследователи считают повреждение латеральной восходящей ветви передней огибающей плечевую кость артерии (ЛБВ), которая осуществляет 35.7% кровоснабжения головки плечевой кости [34]. Поскольку задняя огибающая головку плечевой кости артерия может повреждаться при переломах, происходит потеря 64.3% кровоснабжения, и по мнению Hettricht et al. 2010 оставшееся питание остается за ЛБВ [35]. Она проходит в небольшом отверстии в верхней части межбугорковой борозды. Итого, манипуляции в области переднелатерального края головки плечевой кости, например, наложение пластины при остеосинтезе, а также манипуляции над сухожилием длинной головки бицепса могут приводить к её повреждению, о чем сообщали Sergeant A. et al и Keough N. et al в 2019 году [36, 37]. Немногие авторы отмечают меньшее количество АВН при стандартном открытом подходе. Сравнивая два крупных исследования [16] и [11], а именно 148 пациентов и 107, результатом стало выявление АВН в 10 случаях МИРО / 3 случаях ORIF (Neer III-IV) и 0 МИРО / 1 ORIF (Neer II), соответственно исследованиям. Остальные статьи не так ярко демонстрируют разницу в количествах осложнений АВН либо вовсе указывают на равенство в этих показателях у обеих методик. Возможно, действительно на это влияет тот факт, что меньший процент манипуляций в переднелатеральном квадранте проксимального отдела плечевой кости при МИРО позволяет сохранить питание посредством ЛБВ.

В целом о методе МИРО авторы исследований сообщают, что отмечается меньшее время операции, меньшая кровопотеря, меньшая боль в раннем послеоперационном периоде и лучшие результаты по объему движений и CSS [38, 11-14]. С точки зрения улучшения гидродинамики кровотока, сохранения объема циркулирующей крови и больших предпосылок для успешной реабилитации метод МИРО имеет достаточное количество физиологических преимуществ для снижения рисков АВН. Вместе с тем, исследование Da Silva T. et al 2022, поясняет, что время операции не влияет на развитие АВН, преимущественно на этом сказывается сложность перелома (Neer IV и C-тип), а

также нарушение медиальной опоры, которые увеличивают риск АВН на 32% [39].

Сопоставимыми показателями являются перфорация винта в сустав, несращение, субакромиальный импиджмент, которые по большей части зависят от характера перелома, нежели от доступа и оперативного подхода. Однако, потеря медиальной кортикальной опоры, описанной Michael J. Gardner et al 2007 является более ключевым и частым осложнением обоих методов [40]. Для исключения проблемы неудовлетворительной репозиции по Raavolainen P. et al 1983 [41], были проведены исследования с целью объяснения и исключения проблем послеоперационной варусной деформации [34]. Медиальная колонна постоянно под нагрузкой вне зависимости от вектора силы: аксиальная нагрузка, горизонтальный сдвиг или крутящий момент [42]. Оказалось, что имеются региональные различия в распределении кортикальной кости в медиальной колонне. Изменения CBM (cortical bone mapping) демонстрируют значительные возрастные и гендерные различия. Самая толстая и плотная кость была обнаружена в проксимальной части медиальной колонны у испытуемых в возрасте 20–40 лет. После 40 лет отмечалось снижение плотности [43]. Решение этого вопроса остается в настоящее время открытым [44].

Результаты недавнего сравнительного исследования являются показательным промежуточным итогом настоящего рассмотрения двух методов остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости. Работа Buchmann L. et al 2022 [15] была проведена по принципу выделения из 418 пациентов 198 с переломами только В – типа по АО ОТА. По сравнению с группой МИРО группа ORIF имела в 2,6 раз более высокий риск развития местных осложнений. Частота послеоперационных поражений нервов была сопоставима, как и частота осложнений со стороны мягких тканей. Риск несращения и АВН был в 4,5 раза выше в группе ORIF по сравнению с группой МИРО. Группа МИРО имела более высокую вероятность прямого сгибания в плече выше 90°. Вместе с тем, отдельно рассматривая осложнения техники ORIF можно отметить риски развития нестабильности плечевого сустава [45, 46], которые не отмечаются при МИРО (см. таб. 2). Вероятно, с этим может быть связана передняя диссекция вращательной манжеты, а также повреждение переднего капсуло-лабрального комплекса.

Заключение:

Результаты исследования показали, что по сравнению с ORIF, МИРО имеет преимущества по времени операции, точности репозиции большого бугорка, кровопотере, послеоперационному болевому синдрому, функции плеча в раннем послеоперационном периоде, меньшему риску АВН и косметическому результату. Вместе с тем, метод МИРО требует более длительного времени проведения рентгеновского исследования интраоперационно по сравнению с ORIF, а по результатам некоторых работ, не

показан при многофрагментарных сложных переломах [12, 16, 28]. Однако, не выявлено значимой разницы в частоте других осложнений между этими методами. Требуются дальнейшие исследования обоих методов в рамках четко указанного диа-

пазона классификации травмы, как в работе Buchmann L. et al 2022 [15]. Это может быть наиболее объективно. Так или иначе, техника МИРО показывает себя перспективной и требует расширения показаний для применения.

Таблица 2

Преимущества и недостатки методик МИРО и ORIF

Доступ	Осложнения	Преимущества	Недостатки
ORIF	Аваскулярный некроз Невозможность стабилизации медиальной колонны Варусное сращение, АВН, перфорация винта в сустав, потеря медиальной кортикальной опоры, субакромиальный импиджмент	1) Межневральное пространство 2) Простота выполнения 3) Отличный обзор переднего отдела плеча 4) Лучшие результаты при репозиции сложных многофрагментарных переломов 5) Лучший обзор нижнемедиальных структур	1) Плохо виден заднелатеральный квадрант 2) Хуже косметический результат 3) Только при отсечении более 20 процентов дельтовидной мышцы возможно обнажение заднемедиального отдела 4) Большой болевой синдром в раннем периоде 5) Худшие результаты в раннем периоде по CSS и DASH 6) Чаше АВН 7) Большие риски развития нестабильности плечевого сустава
МИРО		1) Лучше репозиция большого бугорка 2) Лучше косметический эффект 3) 270 градусов контроль 4) Меньше болей в раннем п/о периоде 5) Лучшие результаты по CSS и DASH в раннем периоде 6) Меньшее время операции 7) Меньшая кровопотеря	1) Опасность повреждения ветвей подмышечного нерва 2) Труднее репозиция многофрагментарных переломов 3) Более длительное рентгеновское время интраоперационно

Список литературы / References:

1. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury*. 2006; 37(8): 691–697 <https://doi.org/10.1016/j.injury.2006.04.130>
2. Spross C, Meester J, Mazzucchelli RA, Puskás GJ, 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 Elbow Surg*. 2019; 28(6): 1022–1032. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.02.015>
3. Kruijthof RN, Formijne Jonkers HA, van der Ven DJC, van Olden GDJ, Timmers TK. Functional and quality of life outcome after non-operatively managed proximal humeral fractures. *J Orthop Traumatol*. 2017; 18(4): 423–430. <https://doi.org/10.1007/s10195-017-0468-5>
4. Gupta AK, Harris JD, Erickson BJ, Abrams GD, Bruce B, McCormick F, Nicholson GP, Romeo AA. Surgical management of complex proximal humerus fractures—a systematic review of 92 studies including 4500 patients. *J Orthop Trauma*. 2015; 29(1): 54–59. <https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000229>
5. Korzh MO, Makarov VB, Lypovskiy VI, Tankut OV. Comparative analysis of the stress-strain state of the bone-implant system in bone osteosynthesis using PHILOS plate with various polylactide implants. *Trauma*. 2019 <https://doi.org/10.22141/1608-1706.5.20.2019.185558>

6. Verdano MA, Lunini E, Pellegrini A, Corsini T, Marengi P, Ceccarelli F. Can the osteosynthesis with locking plates be a better treatment for unstable fractures of the proximal humerus? *Musculoskelet Surg*. 2014; 98(1): 27–33. <https://doi.org/10.1007/s12306-013-0267-y>
7. Chiewchantanakit S, Tangsripong P. Locking plate fixation of proximal humeral fracture: minimally invasive vs. standard delto-pectoral approach. *J Med Assoc Thai*. 2015; 98(2): 196–200.
8. Gao YB, Tong SL, Yu JH, Lu WJ. Case control study on open reduction internal fixation (ORIF) and minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) for the treatment of proximal humerus fractures in aged. *Zhongguo Gu Shang*. 2015; 28(4): 335–339.
9. Zhao L, Yang P, Zhu L, Chen AM. Minimal invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) through deltoid-pectoralis approach for the treatment of elderly proximal humeral fractures. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017; 18(1): 187. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1538-9>
10. Fischer C, Frank M, Kunz P, Tanner M, Weber MA, Moghadam A, Schmidmaier G, Hug A. Dynamic contrast-enhanced ultrasound (CEUS) after open and minimally invasive locked plating of proximal humerus fractures. *Injury*. 2016; 47(8): 1725–1731. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.05.005>
11. Sohn HS, Jeon YS, Lee J, Shin SJ. Clinical comparison between open plating and minimally invasive plate osteosynthesis for displaced proximal

humeral fractures: A prospective randomized controlled trial. *Injury*. 2017; 48(6): 1175-1182. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.03.027>

12. Rouleau DM, Balg F, Benoit B, Leduc S, Malo M, Vézina F, Laflamme GY. Deltopectoral vs. deltoid split approach for proximal Humerus fracture fixation with locking plate: a prospective RAndomized study (HURA). *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2020; 29(11): 2190-2199 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.06.020>

13. Kishore JV, Kale AR, Patil V, Sonawane S, Kopparthi RM, Jani C, Vadlamudi A. Intraoperative Parameters of Comminuted Proximal Humerus Fractures: A Comparison Between Deltoid-Split and Deltopectoral Approaches. *Cureus*. 2022; 14(6): e26443 <https://doi.org/10.7759/cureus.26443>

14. Kim Y-G, Park K-H, Kim J-W, Oh J-K, Yoon J-P, Kim H-J, Oh C-W. Is minimally invasive plate osteosynthesis superior to open plating for fixation of two-part fracture of the proximal humerus? *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2019; 27(2): 230949901983615 <https://doi.org/10.1177/2309499019836156>

15. Buchmann L, van Lieshout EMM, Zeelenberg M, den Hartog D, Pfeifer R, Allemann F, Pape H-C, Halvachizadeh S. Proximal humerus fractures (PHFs): comparison of functional outcome 1 year after minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) versus open reduction internal fixation (ORIF). *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2022; 48(6): 4553-4558 <https://doi.org/10.1007/s00068-021-01733-w>

16. Borer J, Schwarz J, Potthast S, Jakob M, Lenzlinger P, Zingg U, Babiens A. Mid-term results of minimally invasive deltoid-split versus standard open deltopectoral approach for PHILOS™ (proximal humeral internal locking system) osteosynthesis in proximal humeral fractures. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2020; 46(4): 825-834 <https://doi.org/10.1007/s00068-019-01076-7>

17. Korkmaz MF. Comparison of lateral deltoid splitting and deltopectoral approaches in the treatment of proximal humerus fractures. *Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2015 <https://doi.org/10.5505/tjtes.2015.74150>

18. Narayanan VL, Balasubramanian N. Complex Proximal Humeral Fracture Fixation with PHILOS Plate using Minimal Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis (MIPPO) Technique: A Series of 30 Patients. *Malaysian Orthopaedic Journal*. 2018; 12(2): 20-24 <https://doi.org/10.5704/moj.1807.004>

19. Aguado HJ, Mingo J, Torres M, Alvarez-Ramos A, Martín-Ferrero MA. Minimally invasive polyaxial locking plate osteosynthesis for 3-4 part proximal humeral fractures: our institutional experience. *Injury*. 2016; 47: S22-S28 [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(16\)30602-7](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(16)30602-7)

20. Falez F, Papalia M, Greco A, Teti A, Favetti F, Panegrossi G, Casella F, Necozone S. Minimally invasive plate osteosynthesis in proximal humeral fractures: one-year results of a prospective multicenter study. *International Orthopaedics*. 2016; 40(3): 579-585 <https://doi.org/10.1007/s00264-015-3069-z>

21. Koljonen PA, Fang C, Lau TW, Leung F, Cheung NWK. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Proximal Humeral Fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2015; 23(2): 160-163 <https://doi.org/10.1177/230949901502300208>

22. Schuetze K, Boehringer A, Cinteau R, Gebhard F, Pankratz C, Richter PH, Schneider M, Eickhoff AM. Feasibility and Radiological Outcome

of Minimally Invasive Locked Plating of Proximal Humeral Fractures in Geriatric Patients. *Journal of Clinical Medicine*. 2022; 11(22): 6751 <https://doi.org/10.3390/jcm11226751>

23. Attala B, Primavera M, Di Marcantonio A, Broccolo L, Oliverio FP, Zoccali C, Baldi J, Biagini R. The role of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) technique for treating 3- and 4-part proximal humerus fractures in the elderly. A case study. *Acta Biomed*. 2021; 92(4): e2021251. <https://doi.org/10.23750/abm.v92i4.9985>

24. Alberio RL, Del Re M, Grassi FA. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Proximal Humerus Fractures: A Retrospective Study Describing Principles and Advantages of the Technique. *Advances in Orthopedics*. 2018; 2018: 1-10 <https://doi.org/10.1155/2018/5904028>

25. Gönç U, Atabek M, Teker K, Tanrıöver A. Minimally invasive plate osteosynthesis with PHILOS plate for proximal humerus fractures. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 2017; 51(1): 17-22 <https://doi.org/10.1016/j.aott.2016.10.003>

26. Liu B, Wang X, Wang C, Jiao Z, Chen W. Displaced proximal humerus fractures treated with ORIF via the deltoid interfascicular approach vs the deltopectoral approach. *Medicine*. 2022; 101(23): e29075 <https://doi.org/10.1097/md.00000000000029075>

27. Liu K, Liu P-C, Liu R, Wu X. Advantage of Minimally Invasive Lateral Approach Relative to Conventional Deltopectoral Approach for Treatment of Proximal Humerus Fractures. *Med Sci Monit*. 2015; 21: 496-504 <https://doi.org/10.12659/msm.893323>

28. Maalouly J, Aouad D, Dib N, Tawk A, Rassi GE. Simultaneous ORIF for bilateral comminuted proximal humerus fractures: Case report in an elderly patient. *International Journal of Surgery Case Reports*. 2019; 65: 193-196 <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2019.10.061>

29. Bhayana H, Chouhan DK, Aggarwal S, Prakash M, Patel S, Arora C, Dhillon MS. Outcomes of plate osteosynthesis for displaced 3-part and 4-part proximal humerus fractures with deltopectoral vs. deltoid split approach. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2022; 48(6): 4559-4567 <https://doi.org/10.1007/s00068-021-01761-6>

30. Frima H, Michelitsch C, Beks RB, Houwert RM, Acklin YP, Sommer C. Long-term follow-up after MIPO Philos plating for proximal humerus fractures. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2019; 139(2): 203-209 <https://doi.org/10.1007/s00402-018-3063-1>

31. Egiazaryan KA, Ratyev AP, Gordienko DI, Grigoriev AV, Ovcharenko NV. Midterm Treatment Outcomes of Proximal Humerus Fractures by Intramedullary Fixation. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018; 24(4): 81-88 <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-4-81-88>

32. Egiazaryan KA, Ratyev AP, Ershov DS, Kuruch EA, Kuznetsov VN, Ovcharenko NV. Surgical Treatment of Humerus Fracture-Dislocations: Medium-Term Results. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020; 26(4): 68-79 <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-68-79>

33. Hepp P, Theopold J, Voigt C, Engel T, Josten C, Lill H. The surgical approach for locking plate osteosynthesis of displaced proximal humeral fractures influences the functional outcome. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008; 17(1): 21-28 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.03.029>

34. Jung S-W, Shim S-B, Kim H-M, Lee J-H, Lim H-S. Factors that Influence Reduction Loss in Proximal Humerus Fracture Surgery. *Jour-*

nal of Orthopaedic Trauma. 2015; 29(6): 276-282 <https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000252>

35. Hettrich CM, Boraiah S, Dyke JP, Neviaser A, Helfet DL, Lorich DG. Quantitative assessment of the vascularity of the proximal part of the humerus. J Bone Joint Surg Am. 2010; 92(4): 943-948 <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.01144>

36. Sergeant A, Rouleau DM, Beauvais É, Ménard J, Petit Y, Leduc S, Laflamme GY. Quantitative localization of the entry point of the lateral ascending branch of the anterior circumflex humeral artery: a high definition CT-scan radiological study. Surgical and Radiologic Anatomy. 2019; 42(3): 233-237. <https://doi.org/10.1007/s00276-019-02356-y>

37. Keough N, de Beer T, Uys A, Hohmann E. An anatomical investigation into the blood supply of the proximal humerus: surgical considerations for rotator cuff repair. JSES Open Access. 2019; 3(4): 320-327. <https://doi.org/10.1016/j.jses.2019.09.002>

38. Röderer G, Erhardt J, Kuster M, Vegt P, Bahrs C, Kinz L, Gebhard F. Second generation locked plating of proximal humerus fractures – a prospective multicentre observational study. Int Orthop. 2011; 35(3):425-432. <https://doi.org/10.1007/s00264-010-1015-7>

39. Da Silva T, Ehrhard DB, Chuchuy TM, Knop C, Merkle T. Protective and Risk Factors for Humerus Head Necrosis After Proximal Humerus Fracture Treated with Internal Locking Plate. Indian Journal of Orthopaedics. 2022; 56(3): 429-436 <https://doi.org/10.1007/s43465-021-00500-8>

40. Gardner MJ, Weil Y, Barker JU, Kelly BT, Helfet DL, Lorich DG. The Importance of Medial Support in Locked Plating of Proximal Humerus Fractures. Journal of Orthopaedic Trauma. 2007; 21(3): 185-191 <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e3180333094>

41. Paavolainen P, Björkenheim JM, Slätis P, Paukku P. Operative treatment of severe proximal humeral fractures. Acta Orthop Scand. 1983; 54(3): 374-379. <https://doi.org/10.3109/17453678308996587>

42. He Y, Zhang Y, Wang Y, Zhou D, Wang F. Biomechanical evaluation of a novel dualplate fixation method for proximal humeral fractures without medial support. Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2017; 12(1) <https://doi.org/10.1186/s13018-017-0573-4>

43. Wang Y, Li J, Men Y, Wei W. Intrinsic Cortical Property Analysis of the Medial Column of Proximal Humerus. Orthopaedic Surgery. 2023; 15(3): 793-800 <https://doi.org/10.1111/os.13587>

44. Wang F, Wang Y, Dong J, He Y, Li L, Liu F, Dong J. A novel surgical approach and technique and short-term clinical efficacy for the treatment of proximal humerus fractures with the combined use of medial anatomical locking plate fixation and minimally invasive lateral locking plate fixation. Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2021; 16(1) <https://doi.org/10.1186/s13018-020-02094-7>

45. Barlow JD. Complications after ORIF of proximal humerus fractures—how to deal with them. Annals of Joint. 2021; 6: 6-16 <https://doi.org/10.21037/aoj-20-77>

46. Barlow JD, Logli AL, Steinmann SP, Sems SA, Cross WW, Yuan BJ, Torchia ME, Sanchez-Sotelo J. Locking plate fixation of proximal humerus fractures in patients older than 60 years continues to be associated with a high complication rate. Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 2020; 29(8): 1689-1694 <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.11.026>

Информация об авторах:

Тутуров Александр Олегович – врач травматолог-ортопед отделения хирургии кисти и реконструктивной микрохирургии, ГБУЗ «ГКБ им. С.С. Юдина ДЗМ», Россия, г. Москва, Коломенский проезд, д.4, 115446. <https://orcid.org/0000-0003-4136-644X>, e-mail: atneuro@yandex.ru

Петросян Армен Сергеевич – кандидат медицинских наук, заведующий отделением ортопедии, ГБУЗ «ГКБ № 17 ДЗМ», Россия, Москва, ул. Волынская, 7, 119620. E-mail: armenak.p@gmail.com

Панин Михаил Александрович – кандидат медицинских наук, врач-травматолог-ортопед отделения ортопедии, ГБУЗ «ГКБ № 17 ДЗМ», Россия, Москва, ул. Волынская, 7, 119620, доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВПО Российский университет дружбы народов, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, 117198. <https://orcid.org/0000-0003-4686-7892>, E-mail: panin-mihail@yandex.ru

Егиазарян Карен Альбертович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия, 117997. <https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>, E-mail: egkar@mail.ru

Автор, ответственный за переписку:

Тутуров Александр Олегович, e-mail: atneuro@yandex.ru

Information about authors:

Tuturov Alexander Olegovich – doctor of Department of Hand surgery and Reconstructive microsurgery, Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Russia, Moscow, Kolomenskiy p, 4, 115446, <https://orcid.org/0000-0003-4136-644X>, e-mail: atneuro@yandex.ru

Petrosyan Armen Sergeevich – Chief of orthopedics department of City Clinical Hospital № 17 Moscow, City Clinical Hospital № 17, Russia, Moscow, Volinskaya str., 7, 119620, E-mail: armenak.p@gmail.com

Panin Mikhail Aleksandrovich – doctor of orthopedics department of City Clinical Hospital № 17 Moscow, City Clinical Hospital № 17 Moscow, Volinskaya str., 7, 119620, PhD, associate Professor in the department of traumatology and orthopedics of Peoples' Friendship University of Russia, Peoples' Friendship University of Russia. Moscow, Mikluho-Maklaya str., 6, 117198. <https://orcid.org/0000-0003-4686-7892>, E-mail: panin-mihail@yandex.ru

Egiazaryan Karen Albertovich – MD, PhD, professor, chief of chair of traumatology, orthopedics and military surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia, 117997. <https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>, E-mail: egkar@mail.ru

Corresponding author:

Tuturov Alexander Olegovich, e-mail: atneuro@yandex.ru