

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСХОДОВ МАЛОИНВАЗИВНОГО И ТРАДИЦИОННОГО НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ В НИЖНЕЙ И СРЕДНЕЙ ТРЕТИ

¹ Всеволожская клиническая межрайонная больница

(Россия, Ленинградская обл., г. Всеволожск, Колтушское шоссе, д. 20);

² Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6–8);

³ Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Байкова, д. 8)

Актуальность. Переломы диафиза плечевой кости в нижней и средней трети характерны для пациентов молодого возраста, могут быть открытыми и являться компонентом политравмы. Оперативное лечение данной группы пациентов является предпочтительным. Наиболее частыми методами оперативного лечения при переломах диафиза плечевой кости рассматриваемой локализации являются разновидности накостного остеосинтеза – малоинвазивный и традиционный открытый.

Цель исследования – сравнить рентгенологические и функциональные результаты применения метода малоинвазивного остеосинтеза пластиной (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis, MIPO) и метода открытой репозиции и накостной фиксации из заднего хирургического доступа (Open Reduction Internal Fixation, ORIF) при лечении пациентов с диафизарными переломами плечевой кости в нижней и средней трети.

Методология. Исследование включало 2 сопоставимые группы пациентов с изучаемой травмой, которым были выполнены операции MIPO (1-я группа, 20 пациентов) и ORIF (2-я группа, 22 пациента). При этом были изучены время операции, восстановление анатомии плечевой кости, динамика восстановления функции верхней конечности через 1, 6, 12, 18, 24 нед после операции остеосинтеза, а также имевшиеся осложнения. Использовали клинический, рентгенологический и статистический методы исследования.

Результаты и их анализ. Среднее время операции остеосинтеза было статистически сопоставимым. В 1-й группе у всех пациентов удалось восстановить анатомию плечевой кости методами закрытой репозиции отломков. Большинство пациентов в 1-й группе продемонстрировали хорошую функцию уже к 12-й неделе наблюдения. Во 2-й группе восстановление функции несколько отставало, хотя различия не имели статистической достоверности ($p > 0,05$). У всех пациентов, кроме одного из 2-й группы, в 24 нед отмечено сращение переломов. Осложнения были отмечены у 2 пациентов (10%) 1-й группы и у 6 пациентов (27%) 2-й группы. При этом во 2-й группе преобладала ятрогенная невропатия лучевого нерва.

Заключение. Проведенное нами исследование показало высокую эффективность метода MIPO при лечении пациентов с переломами нижней и средней трети диафиза плечевой кости всех типов. Учитывая высокий риск ятрогенной невропатии лучевого нерва, применение метода ORIF целесообразно только лишь при очень низких простых переломах.

Ключевые слова: травматология, перелом диафиза плечевой кости, накостный остеосинтез, малоинвазивный остеосинтез пластинами.

Введение

На сегодняшний день актуальность проблемы лечения пациентов с переломами диафиза плечевой кости остается достаточно высокой и определяется, прежде всего, частотой встречаемости обсуждаемой травмы, составляющей от 1–5% от всех переломов костей скелета [2], а также преимущественно молодым контингентом пострадавших, у ко-

торых она зачастую является компонентом политравмы [14]. Кроме того, обсуждаемые переломы, особенно при высокоэнергетической политравме, часто имеют многооскольчатый характер со значительным смещением костных отломков и нередко сопровождаются повреждениями магистральных сосудов и крупных нервов верхней конечности, а также существенной травмой мягких тканей пле-

✉ Майоров Борис Александрович – канд. мед. наук, зав. травматолого-ортопедическим отделением № 2, Всеволожская клинич. межрайонная больница (Россия, 188640, Ленинградская обл., г. Всеволожск, Колтушское шоссе, д. 20); ассистент каф. травматологии и ортопедии, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 197101, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6–8), e-mail: bmayorov@mail.ru;

Беленький Игорь Григорьевич – д-р мед. наук, доц. каф. травматологии и ортопедии, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 197101, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6–8), e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

Кочиш Александр Юрьевич – д-р мед. наук проф., зам. директора по науч. и учеб. работе, Рос. науч.-исслед. ин-т травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена (Россия, 195427, Санкт-Петербург, ул. Акад. Байкова, д. 8), e-mail: auk1959@mail.ru

ча [14]. Большинство этих переломов приходится на нижнюю и среднюю треть диафиза. По данным литературы, доля переломов этой локализации составляет 70–85% от всех переломов диафиза плечевой кости [1, 14].

Лечение пациентов с изучаемой травмой должно обеспечивать сращение перелома в кратчайшие сроки с минимальным количеством осложнений. Значительное количество врачей отдают предпочтение различным методикам остеосинтеза, позволяющим добиться стабильной фиксации отломков и создать условия для ранней активной реабилитации поврежденной конечности и пациента в целом [6, 8]. В течение длительного времени общепринятым методом оперативного лечения при переломах диафиза плечевой кости в нижней и средней трети являлся накостный остеосинтез пластиной из заднего доступа с открытой репозицией отломков. Он позволял в большинстве случаев добиться анатомического положения отломков и стабильной их фиксации [1], что при условии бережного отношения к мягким тканям способствовало быстрой консолидации перелома и восстановлению функции травмированной верхней конечности [6].

Однако за счет большого хирургического доступа, необходимого для выполнения открытой репозиции, не всегда удается соблюдать щадящую технику операции, предотвращать повреждение надкостницы и скелетирование отломков на значительном протяжении. В ряде случаев это может замедлить сращение перелома и привести к осложнениям. Частота несращения обсуждаемых переломов составляет до 5,8% [1], глубокая инфекция области хирургического вмешательства – от 1 до 5% [7]. Кроме того, после операций традиционно накостного остеосинтеза в 3,6–31,3% случаев встречаются ятрогенные повреждения лучевого нерва [1, 12].

Большая доля невропатии лучевого нерва, осложняющей переломы диафиза плечевой кости, как известно, обусловлена особенностями его топографии. При выполнении заднего доступа лишь ($15,4 \pm 0,8$) см диафиза нижней трети плечевой кости доступно для визуализации без отведения лучевого нерва [11]. В случаях, требующих более проксимального расположения пластины, конфликт с лучевым нервом при заднем доступе неизбежен.

Важно отметить, что задний доступ обычно выполняется в положении пациента на здоровом боку или животе. Такое положение пациента на операционном столе не позволяет выполнять симультанные операции, которые не очень

хорошо переносят пострадавшие с сочетанной травмой груди, живота, позвоночника, а также множественной травмой конечностей.

Альтернативным методом, позволяющим решить большинство из перечисленных выше проблем, является минимально инвазивный остеосинтез линейными пластинами. Метод был разработан в 2004 г. В. Livani и W.D. Velanero [9]. Авторы предложили выполнять операцию из двух передних мини-доступов, формировать подмышечный туннель между ними и устанавливать пластину на передней поверхности плечевой кости. При этом за счет методов закрытой репозиции и шинирования зоны перелома без обширного обнажения костных отломков удается значительно снизить риск осложнений, характерных для традиционного открытого остеосинтеза. Метод особенно показан при многооскольчатых и фрагментарных переломах, когда не требуется анатомическая репозиция каждого отломка, но восстанавливаются ось, длина и ротационные смещения отломков плечевой кости с сохранением адекватного кровоснабжения зоны перелома [16]. Еще одним преимуществом малоинвазивного остеосинтеза, особенно важным для лечения сочетанной травмы, является то, что операцию производят в положении на спине параллельно с другими вмешательствами. Благодаря перечисленным преимуществам метод нашел широкое применение при лечении переломов диафиза плечевой кости. Многие иностранные авторы приводят серии своих наблюдений с использованием указанной технологии. По их данным, сращение переломов происходит за 12–15 нед, при этом более чем у 95% пациентов отмечается хорошее восстановление функции поврежденной верхней конечности [5, 9].

Однако в отечественной литературе отсутствует достаточное количество публикаций, описывающих применение данного способа малоинвазивной накостной фиксации диафизарных переломов плечевой кости. Кроме того, мы не нашли исследований, сравнивающих эффективность малоинвазивной методики и открытого накостного остеосинтеза при лечении переломов диафиза плечевой кости в нижней и средней трети. Решение этого вопроса и явилось целью настоящего исследования.

Цель – сравнить рентгенологические и функциональные среднесрочные результаты применения метода малоинвазивного остеосинтеза пластиной (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis, MIPO) и метода открытой

репозиции и накостной фиксации из заднего доступа (Open Reduction Internal Fixation, ORIF) при лечении пациентов с диафизарными переломами плечевой кости в нижней и средней трети.

Материал и методы

Исследование провели в 2015–2017 гг. в двух травматологических стационарах: Александровской больницы Санкт-Петербурга и Всеволожской клинической межрайонной больницы. Для анализа отобрали пациентов с изолированными закрытыми переломами в нижней и/или средней трети диафиза плечевой кости без первичной неврологической симптоматики, срок с момента травмы – до 30 сут.

Исследование осуществляли в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава России от 19.06.2003 г. № 266. Все пациенты, участвующие в исследовании, были ознакомлены с этапами исследования, возможными последствиями и осложнениями и дали письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Изучили истории болезней прооперированных 42 пациентов с исследуемой травмой. Они были разделены на 2 группы в зависимости от применяемого метода оперативного лечения: 1-ю группу составили 20 пациентов, прооперированных методом малоинвазивного остеосинтеза пластиной (MIPO), 2-ю – 22 пациента после выполнения открытого накостного остеосинтеза из заднего доступа (ORIF).

Операцию MIPO проводили по технологии, описанной В. Livani и W.D. Belangero, – положение пациента на операционном столе на спине с приподнятой проксимальной частью. Имплантацию выполняли из двух мини-доступов по передней поверхности плеча в нижней и верхней трети, длина – 3–4 см [13]. Пластины устанавливали на переднемедиальной поверхности. Использовали стандартные линейные пластины для остеосинтеза больших и малых сегментов под винты 4,5–5,0 и 3,5 мм соответственно. Во всех случаях старались использовать максимально длинные пластины (200–240 мм) для увеличения рабочей величины фиксатора. Репозицию перелома диафиза плечевой кости осуществляли закрытым способом за счет мануальной

тракции и ротации отломков. При этом часто в качестве ориентира использовали введенную и уложенную по передней поверхности плечевой кости пластину. Угловое смещение и расхождение отломков по ширине устраняли путем установки кортикальных винтов через пластину. При поперечных переломах применяли технику межфрагментарной компрессии на пластине. Многооскольчатые и фрагментарные переломы фиксировали по мостовидной технологии без выделения промежуточных отломков. Применяли пластины с угловой стабильностью винтов, вводя не менее двух винтов в проксимальный и дистальный отломки. Контроль качества репозиции и положение имплантатов осуществляли интраоперационно с помощью электронно-оптического преобразователя.

Операцию ORIF осуществляли из заднего доступа с ревизией и мобилизацией лучевого нерва по общепринятой методике, описанной в руководстве по внутреннему остеосинтезу [4].

Средний возраст пациентов, гендерный состав в группах, генезис травмы и местонахождения переломов плечевой кости существенно не различались ($p > 0,05$) и были вполне сопоставимы (табл. 1). В каждой группе были представлены переломы всех типов по классификации переломов ассоциации AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft fuer Osteosynthesefragen / Association for the Study of Internal Fixation), а распределение больных по типам переломов в двух клинических группах было схожим и не различалось в пределах статистической погрешности ($p > 0,05$). Длительность предоперационного периода также была схожей в обеих группах исследования (см. табл. 1).

В целом, обе группы наших пациентов с закрытыми переломами диафиза плечевой кости в средней и нижней трети оказались сопоставимыми по возрасту, полу, механизмам травмы, локализации и характеру переломов, а также по длительности предоперационного периода. Это позволило корректно сравнить результаты лечения пострадавших с применением двух методов остеосинтеза: MIPO и ORIF. Для проведения сравнительного анализа двух наших клинических групп оценивали следующие параметры: длительность операции и работы электронно-оптического преобразователя, коррекцию анатомии плечевой кости, динамику восстановления функции конечности и появления признаков рентгенологического сращения, а также

Таблица 1

Гендерный состав пациентов, генезис травмы и тип переломов плечевой кости в группах, n (%)

Показатель	Группа		p
	1-я	2-я	
Количество пациентов	20	22	
Возраст, лет	42,3 ± 2,6	39,1 ± 3,1	> 0,05
Гендерный состав:			> 0,05
мужчины	11 (55)	12 (54,5)	> 0,05
женщины	9 (45)	10 (45,5)	> 0,05
Причина травмы:			
дорожно-транспортное происшествие	5 (25)	3 (14)	
кататравма	3 (15)	1 (4)	
взрыв колеса автомобиля	1 (5)		
прямой удар	1 (5)	2 (9)	
армрестлинг	1 (5)	3 (14)	
падение с высоты собственного роста	9 (45)	13 (59)	
Местонахождение перелома:			
нижняя треть	7 (35)	8 (36)	> 0,05
средняя треть	13 (65)	14 (64)	> 0,05
Тип перелома по классификации АО ASIF:			
А, в том числе:	8 (40)	12 (54,5)	> 0,05
22-А1	3 (15)	6 (27,3)	
22-А2	2 (10)	5 (22,7)	
22-А3	3 (15)	1 (4,5)	
В, в том числе:	9 (45)	9 (40,1)	> 0,05
22-В 1	5 (25)	4 (18,2)	
22-В 2	2 (10)	4 (18,2)	
22-В 3	2 (10)	1 (4,5)	
С, в том числе	2 (10)	1 (4,5)	> 0,05
22-С 1	1 (5)	0 (0)	
22-С 2	1 (5)	0 (0)	
22-С 3	0 (0)	1 (4,5)	
Длительность предоперационного периода, сут	6,3 ± 0,7	5,1 ± 0,6	> 0,05

имевшиеся осложнения. Повторные осмотры пациентов и рентгенографию плечевой кости в двух проекциях выполняли через 1, 6, 12, 18 и 24 нед после операции.

Длительность операции оценивали в минутах с начала выполнения операционного разреза до конца ушивания раны. Время работы электронно-оптического преобразователя измеряли в секундах. Динамику восстановления функции верхней конечности определяли при контрольных осмотрах, подсчитывая баллы по шкалам DASH и Constant. Сращение перелома оценивали, исходя из появления признаков консолидации на контрольных рентгенограммах в стандартных проекциях, выполненных через 6, 12, 18, 24 нед после операции. Критериями консолидации перелома являлись появление отчетливой костной мозоли и/или исчезновение линии перелома в прямой и боковой проекциях. Также в послеоперационном периоде оценивали функцию лучевого нерва. В случаях появления клинических признаков невропатии пациента

осматривал невролог, и проводилось соответствующее лечение. На контрольных осмотрах определяли клинические и рентгенологические признаки других возможных осложнений – нестабильности фиксации, миграции имплантатов. В случае отсутствия признаков консолидации через 24 нед после операции констатировали замедленное сращение.

Количественные данные были подвергнуты математико-статистической обработке с применением модулей «Анализ данных» и «Мастер диаграмм» табличного редактора Excel, а также с помощью модулей «Базовые статистики и таблицы» (Basic Statistics/Tables) пакета программ по статистической обработке Statistica for Windows. При проверке статистических гипотез критический уровень значимости (α) считался равным 0,05. Использовали также параметрический критерий Стьюдента (t) для независимых выборок с целью оценки достоверности различий между группами. Выявленные различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их анализ

В 1-й группе длительность операций варьировала от 50 до 105 мин, в среднем была равна ($72,3 \pm 5,2$) мин, во 2-й группе – от 55 до 130 мин и ($77,6 \pm 6,1$) мин соответственно. В целом, можно сказать, что среднее время операции было более продолжительным в 1-й группе, однако, выявленные различия статистически недостоверны ($p > 0,05$). Средняя длительность работы электронно-оптического преобразователя при операции у пациентов 1-й группы составила от 25 до 99 с, в среднем ($50,8 \pm 2,1$) с. В ходе операции у пациентов 2-й группы электронно-оптический преобразователь не использовали.

Следует отметить, что при выполнении малоинвазивного остеосинтеза пластиной не возникла необходимость перехода к открытой репозиции отломков. При выполнении операции ORIF всегда производили открытую репозицию костных отломков с ревизией лучевого нерва из заднего доступа в соответствии с технологией этого метода остеосинтеза.

Коррекцию анатомии диафиза плечевой кости оценивали на послеоперационных контрольных рентгенограммах, выполненных в стандартных прямой и боковой проекциях. Анатомическое положение костных отломков с минимальным их расхождением методами закрытой непрямой репозиции достигнуто в 1-й группе у 4 пациентов (20%), что оказалось достоверно реже ($p < 0,05$), чем во 2-й группе после открытой прямой репозиции костных отломков, где подобный результат был получен у 18 пациентов (82%).

Для оценки положения отломков диафиза плечевой кости после операции применяли показатели угловой деформации и расхождения отломков по ширине. В результате операции MIPO угловая деформация диафиза плеча до 5° была отмечена у 16 (80%) пациентов, от 5° до 10° – у 3 (15%) пациентов и более 10° – у 1 (5%) пациента. После операции ORIF у всех 22 (100%) пострадавших не было отмечено угловой деформации диафиза плеча более 5° . Расхождения отломков в зоне перелома по ширине в 1-й группе менее $1/3$

ширины диафиза были отмечены у 10 (50%) пациентов, от $1/3$ до $2/3$ ширины диафиза – у 9 (45%) пациентов и более $2/3$ ширины диафиза – только у 1 пациента (5%). Во 2-й группе у всех 22 пациентов (100%) расхождение отломков по ширине было менее $1/3$ ширины диафиза плечевой кости.

Функцию травмированной верхней конечности через 1, 6, 12, 18, 24 нед после операций оценивали с применением функциональных шкал DASH и Constant. Полученные данные представлены в табл. 2.

Было установлено, что средние показатели функции поврежденной верхней конечности, оцененные в баллах по соответствующим шкалам, изменялись положительно в динамике с течением времени в период после операции в обеих группах исследования. У большинства пациентов 1-й группы отмечалась удовлетворительная функция уже к 6-й неделе наблюдения, средние значения по шкалам DASH – 39,1 балла, Constant – 47,7 балла, а с 12-й недели была хорошая функция по обоим этим шкалам. Во 2-й группе пациентов восстановление функции несколько отставало, средние значения в баллах по обоим шкалам были ниже, чем в 1-й группе, хотя эти различия не имели статистической достоверности ($p > 0,05$).

Динамику появления признаков рентгенологического сращения отмечали на контрольных рентгенограммах в двух (прямой и боковой) проекциях, выполненных через 6, 12, 18, 24 нед после операции. В 1-й группе признаки сращения переломов появились у 4 (20%) пациентов к 12-й неделе послеоперационного периода, во 2-й группе – у 5 (23%) пациентов. К 18-й неделе они имелись у 12 (60%) пациентов 1-й группы и у 16 (73%) пациентов 2-й группы. К 24-й неделе рентгенологические признаки сращения зафиксированы у всех 19 пациентов 1-й группы или в 100% случаев (1 пациент выбыл из исследования), во 2-й группе – у 21 (95%) пациента. У 1 пациентки 2-й группы было замедленное сращение, а признаки консолидации перелома появились только через 8 мес после операции.

Таблица 2

Показатели шкал DASH и Constant в группах, (M ± m) балл

Группа	Шкала	Период исследования, нед				
		1-я	6-я	12-я	18-я	24-я
1-я	DASH	$59,9 \pm 2,3$	$39,1 \pm 2,5$	$24,6 \pm 2,6$	$17,2 \pm 2,7$	$9,2 \pm 2,7$
2-я	DASH	$68,5 \pm 2,6$	$51,4 \pm 2,7$	$38,2 \pm 2,9$	$28,6 \pm 2,9$	$18,4 \pm 3,0$
1-я	Constant	$32,5 \pm 2,1$	$47,7 \pm 2,3$	$64,2 \pm 2,4$	$72,2 \pm 2,4$	$83,6 \pm 2,4$
2-я	Constant	$24,7 \pm 2,4$	$42,9 \pm 2,5$	$60,1 \pm 2,6$	$68,9 \pm 2,6$	$78,3 \pm 2,7$

Таблица 3

Выраженность осложнений у пациентов в группах, n (%)

Осложнение	Группа		p
	1-я	2-я)	
Парез лучевого нерва	0 (0)	4 (18)	< 0,05
Раскалывание кости	0 (0)	0 (0)	
Инфекция	0 (0)	0 (0)	
Нестабильность	1 (5)	1 (5)	
Конфликт с имплантатом в локтевом суставе	1 (5)	0 (0)	
Несращение (замедленное сращение)	0 (0)	1 (5)	
Итого	2 (10)	6 (28)	

Осложнения после операций выявлены у пациентов обеих групп исследования. При этом в 1-й группе пациентов после операции MIPO частота осложнений была реже, чем во 2-й группе после операции ORIF ($p < 0,05$). Выраженность послеоперационных осложнений у пациентов в группах представлена в табл. 3.

В 1-й группе у 1 пациента оказалась нестабильность фиксации костных отломков с частичной миграцией имплантата в проксимальном отделе плечевой кости, не повлиявшая на сращение перелома и функцию. У другой пациентки этой группы присутствовали жалобы на дискомфорт при сгибании в локтевом суставе через 6 мес после операции. При этом угол сгибания в локтевом суставе составил менее 45° . Оба этих пациента отказались от удаления имплантатов. Случаев инфекции, несращения, пареза лучевого нерва в 1-й группе не было.

Во 2-й клинической группе наиболее частым и тяжелым осложнением явился послеоперационный парез лучевого нерва, отмеченный у 4 пациентов (18%). У 1 пациента была также отмечена нестабильность фиксации за счет распространения линии перелома проксимальнее верхнего края пластины. Это потребовало дополнительной гипсовой иммобилизации на 6 нед и ограничило возможность ранней реабилитации. Еще у 1 пациентки через 24 нед после травмы на контрольных рентгенограммах не выявлено признаков консолидации перелома. Сращение наступило лишь через 8 мес после операции без дополнительных вмешательств. Этот клинический случай отмечен как замедленное сращение перелома.

Обсуждение. Анализ результатов оперативного лечения пациентов с переломами диафиза плечевой кости в нижней и средней трети двумя разными хирургическими методами: малоинвазивным накостным и традиционным накостным остеосинтезом в сопоставимых клинических группах позволил оценить в сравнительном плане исходы лечения с учетом особенностей каждого из двух

применявшихся методов. В частности, время операции MIPO было сравнительно меньшим, чем при операциях ORIF, так как исключалась необходимость ревизии и мобилизации лучевого нерва, хотя различия во времени вмешательств в двух клинических группах и не достигли статистической достоверности.

Качество репозиции костных отломков было лучше при открытой репозиции с открытым накостным остеосинтезом, однако, и малоинвазивный остеосинтез позволил добиться удовлетворительной репозиции отломков с минимальной угловой деформацией до 5° и минимальным расхождением отломков по ширине у большинства пациентов (80 и 50% соответственно). Важно отметить, что такой результат восстановления анатомии плечевой кости был достигнут без обнажения костных отломков и визуализации лучевого нерва, а только за счет использования максимально длинных пластин, позиционирования их на плоской передней поверхности плечевой кости, применения методов закрытой репозиции, возможности введения дополнительных кортикальных винтов, а также контроля положения отломков с помощью электронно-оптического преобразователя. При этом в нашем исследовании в 1-й группе в ходе операции MIPO ни разу не был произведен переход к открытой репозиции отломков.

В качестве фиксатора использовали как прямые узкие длинные пластины с угловой стабильностью под винты 4,5 и 5,0 мм из набора для остеосинтеза больших сегментов, так и малые пластины под винты 3,5 мм, в зависимости от величины сегмента и размеров плечевой кости. Применение максимально длинных пластин позволило добиться стабильной фиксации плечевой кости на большем протяжении от зоны перелома, а также облегчило восстановление оси конечности. При этом промежуточные осколки и фрагменты не фиксировали во избежание нарушения их кровоснабжения.

Особенно отчетливо преимущества малоинвазивного метода проявились при лечении пациентов с многооскольчатыми и фрагментарными переломами. При этом не было необходимости в обнажении зоны перелома, а фиксация основных костных отломков с применением винтов с угловой стабильностью позволяла добиться стабильности, достаточной для ранней функциональной нагрузки.

Открытый накостный остеосинтез обеспечивал достижение анатомичного положения отломков у 18 (82%) пациентов 2-й группы, особенно при простых переломах, что важно для быстрого сращения перелома и хорошего восстановления функции. Однако при многооскольчатых переломах, распространенных на большом протяжении, применение этого способа требовало обширного обнажения костных отломков с формированием больших доступов для установки имплантатов достаточной длины. Такая хирургическая техника, безусловно, сопровождается высоким риском осложнений, в первую очередь, ятрогенной невропатии лучевого нерва, что и показало наше исследование.

Функциональный результат, оцененный по шкалам DASH и Constant, показал улучшение показателей в обеих группах исследования по мере увеличения сроков наблюдения. Оба метода остеосинтеза позволяют добиться сращения перелома через 6 мес у большинства пациентов, что подтвердили данные нашего исследования. Частота осложнений оказалась меньше в 1-й группе за счет отсутствия пациентов с ятрогенной невропатией лучевого нерва. В нашем исследовании частота указанных осложнений во 2-й группе была у 4 (18%) пациентов, что не превышает данные других авторов [10], однако является высоким показателем, снижающим ценность методики.

Заключение

Проведенное исследование показало высокую эффективность метода малоинвазивного остеосинтеза пластиной (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis, MIPO) при лечении пациентов с переломами нижней и средней трети диафиза плечевой кости. Было показано, что позиционирование пластины по передней поверхности плечевой кости максимально снижает риск травматизации лучевого нерва. Сохранение кровоснабжения костных отломков, использование длинных имплантатов с угловой стабильностью винтов способствуют сращению переломов и раннему восстановлению функции травмированной верхней

конечности. Применение метода ограничено для переломов верхней трети диафиза в связи с возможным конфликтом с длинной головкой двуглавой мышцы плеча. Однако следует отметить, что для лечения высоких переломов диафиза может быть использован метод малоинвазивного остеосинтеза спирально изогнутыми пластинами [3, 4], который вполне применим для переломов диафиза плеча всех локализаций. Следует также отметить, что метод малоинвазивного остеосинтеза пластиной (MIPO) полностью отвечает концепции лечения диафизарных переломов длинных костей конечностей, предполагающей восстановление длины, оси и устранение патологической ротации сегмента, и обеспечивает стабильную фиксацию отломков, достаточную для сращения перелома и ранних активных движений в смежных суставах.

В нашем исследовании мы не анализировали метод интрамедуллярного остеосинтеза, применение которого, с нашей точки зрения, ограничено для переломов нижней трети диафиза плечевой кости, так как при антеградном введении стержня в большинстве случаев невозможно добиться стабильной фиксации за счет узкого интрамедуллярного канала в дистальном отделе плечевой кости и ограниченной области введения блокирующих винтов, а при ретроградном интрамедуллярном остеосинтезе высока вероятность ятрогенного перелома дистального костного отломка. Преимущества интрамедуллярного остеосинтеза, как метода малоинвазивной фиксации, при рассматриваемых переломах воплощает, по нашему мнению, метод MIPO. Также, с нашей точки зрения, высокий риск ятрогенной невропатии лучевого нерва ограничивает применение метода открытой репозиции и накостной фиксации (ORIF) лишь при очень низких простых переломах, для остеосинтеза которых не требуется использование длинных имплантатов и обнажение отломков выше 14 см от латерального надмыщелка плечевой кости [11]. Во всех остальных случаях, по нашему мнению, более целесообразно применение метода малоинвазивного остеосинтеза пластиной (MIPO) из передних доступов.

Литература

1. Беленький И.Г., Майоров Б.А., Ли С.Х. Оперативное лечение переломов диафиза плечевой кости. Современный взгляд на проблемы и пути их решения // Фундаментальные исследования. 2014. № 10–9. С. 1849–1857. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36527>

2. Донченко С.В., Лебедев А.Ф., Черняев А.В., Симонян А.Г. Малоинвазивный остеосинтез плечевой кости из переднего доступа: анатомическое обоснование, показания, первые результаты // Московский хирургический журнал. 2013. № 2. С. 32–37.
3. Кочиш А.Ю., Майоров Б.А., Беленький И.Г. Оригинальный способ малоинвазивного накостного остеосинтеза спирально изогнутыми пластинами при переломах диафиза плечевой кости // Травматология и ортопедия России. 2016. Т. 22, № 3. С. 99–109. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-99-109.
4. Майоров Б.А., Беленький И.Г., Кочиш А.Ю. Сравнительный анализ результатов использования трех способов остеосинтеза при переломах диафиза плечевой кости // Гений ортопедии. 2017. Т. 23, № 3. С. 284–291. DOI 10.18019/1028-4427-2017-23-3-284-291.
5. Benegas E., Neto A.A., Gracitelli M.E. Shoulder function after surgical treatment of displaced fractures of the humeral shaft: a randomized trial comparing antegrade intramedullary nailing with minimally invasive plate osteosynthesis // J. Shoulder Elbow Surg. 2014. Vol. 23, N 6. P. 767–777.
6. Buckley R.E., Moran C.G., Apivatthakakul Th. AO principles of fracture management. 3^d ed. Thieme, 2018. 1120 p.
7. Canale S.T., Beaty J.H. Campbell's Operative Orthopaedics. 12th Ed. St. Louis: Missouri: Mosby Elsevier, 2013. 4635 p.
8. Castoldi F., Blonna D., Assom M. Simple and complex fractures of the humerus. Milan: Springer Milan, 2015. 338 p.
9. Chen H., Hu X., Yang G., Xiang M. Clinic research on the treatment for humeral shaft fracture with minimal invasive plate osteosynthesis: a retrospective study of 128 cases // Eur. J. Trauma Emerg. Surg. 2015. Vol. 43, N 20. P. 215–219. DOI 10.1007/s00068-015-0616-7.
10. Esmailiejah A.A., Abbasian M.R., Safdari F., Ashoori K. Treatment of humeral shaft fractures: minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction and internal fixation // Trauma Mon. 2015. Vol. 20, N3. P. 262–271. DOI 10.5812/traumamon.26271v2.
11. Gerwin M., Hotchkiss R.N., Weiland A J. Alternative operative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis with reference to the radial nerve // J. Bone Joint. Surg. Am. 1996. Vol. 78, N. 11. P. 1690–1695. DOI: 10.2106/00004623-199611000-00008.
12. Gouse M., Albert S., Inja D.B., Nithyananth M. Incidence and predictors of radial nerve palsy with the anterolateral brachialis splitting approach to the humeral shaft // Chin. J. Trauma. 2016. Vol. 19, N. 4. P. 217–220. DOI 10.1016/j.cjtee.2016.03.002.
13. Livani B., Belangero W. D. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures // Injury. 2004. Vol. 35, N. 6. P. 587–595.
14. Pidhorz L. Acute and chronic humeral shaft fractures in adults // Orthop. Traumatol. Surg. Res. 2015. Vol. 101, N. 1. P. 41–49. DOI 10.1016/j.otsr.2014.07.034.
15. Ricci F.P., Barbosa R.I., Elui V.M. [et al.]. Radial nerve injury associated with humeral shaft fracture: a retrospective // Acta Orthop. Bras. 2015. Vol. 23, N. 1. P. 19–21. DOI 10.1590/1413-78522015230100823.
16. Xue Z., Jiang Ch., Hu Ch. [et al.]. Effects of different surgical techniques on mid-distal humeral shaft vascularity: open reduction and internal fixation versus minimally invasive plate osteosynthesis // BMC Musculoskelet. Disord. 2016. Vol. 17. P. 370. DOI 10.1186/s12891-016-1224-3.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи. Поступила 25.07.2019 г.

Для цитирования. Майоров Б.А., Беленький И.Г., Кочиш А.Ю. Сравнительный анализ исходов малоинвазивного и традиционного накостного остеосинтеза при переломах плечевой кости в нижней и средней трети // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2019. № 4. С. 41–49. DOI 10.25016/2541-7487-2019-0-4-41-49.

Comparative analysis of outcomes of minimally invasive vs conventional plate osteosynthesis for mid-distal third of humeral shaft fractures

Maierov B.A.^{1,2}, Belen'kii I.G.², Kochish A.Yu.³

¹Vsevolozhsk clinical inter-district hospital (20, Koltushskoe shosse, Vsevolozhsk, Leningrad region, 188640, Russia);

²Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (6–8, L. Tolstogo Str, St. Petersburg, 197101, Russia);

³Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics (8A, Academica Baikova Str., St. Petersburg, 195427, Russia)

✉ Boris Aleksandrovich Maierov – Ph. Med. Sci, Head of N2 Department of Traumatology and Orthopaedics, Vsevolozhsk Clinical Interdistrict Hospital (20, Koltushskoe shosse, Vsevolozhsk, Leningrad region, 188640, Russia); assistant, Department of Traumatology and Orthopaedics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (6–8, L. Tolstogo Str., St. Petersburg, 197101, Russia), e-mail: bmaierov@mail.ru;

Igor' Grigor'evich Belen'kii – Dr. Med. Sci. Associate Prof., Department of Traumatology and Orthopaedics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (6–8, L. Tolstogo Str., St. Petersburg, 197101, Russia), e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

Aleksandr Yur'evich Kochish – Dr. Med. Sci. Prof., Deputy Director on science and education, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics (8A, Academica Baikova Str., St. Petersburg, 195427, Russia), e-mail: auk1959@mail.ru

Abstract

Relevance. Humeral shaft fractures in mid-distal third are more common for young patients; they can be open and be included in polytrauma cases. Operative treatment is preferable via minimally invasive or conventional plate osteosynthesis.

Intention. To compare outcomes in two similar clinical groups of patients with fractures of the humeral diaphysis in its distal and middle thirds after using a minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) and open reduction internal fixation (ORIF), through posterior approach.

Methodology. Two comparable groups of patients with the above fractures were studied (20 MIPO and 22 ORIF surgeries). Intervention time, restoration of humeral anatomy, functional results and complications were assessed 1, 6, 12, 18 and 24 weeks after surgery. Clinical, radiographic and statistical methods were used.

Results and discussion. Mean surgery duration was similar in the groups. Restoration of humeral anatomy in MIPO group was achieved by close reduction in all cases. The majority of MIPO patients showed good functional results by 12th week after surgery. In ORIF group restoration of function was insignificantly delayed ($p > 0.05$). Complications were observed in 2 (10%) MIPO patients and 6 (27%) ORIF patients; in the latter group, postoperative radial nerve palsy predominated.

Conclusion. MIPO method is safe and effective for all types of mid-distal humeral shaft fractures. Because of high risk of postoperative radial nerve palsy, ORIF should be limited to simple fractures of lower part of the humeral diaphysis.

Keywords: traumatology, humeral shaft fracture, plate osteosynthesis, minimally invasive plate osteosynthesis.

References

1. Belen'kii I.G., Maiorov B.A., Li S.Kh. Operativnoe lechenie perelomov diafiza plechevoi kosti. Sovremennyy vzglyad na problemy i puti ikh resheniya [Surgical treatment of humeral shaft fractures. Modern view on problems and ways to solve them]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2014. N 10–9. Pp. 1849–1857. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36527>. (In Russ.)
2. Donchenko S.V., Lebedev A.F., Chernyaev A.V., Simonyan A.G. Maloinvazivnyi osteosintez plechevoi kosti iz perednego dostupa: anatomicheskoe obosnovanie, pokazaniya, pervye rezul'taty [Minimally invasive osteosynthesis of the humerus through an anterior approach: anatomical substantiation, indications, early results]. *Moskovskii khirurgicheskii zhurnal* [Moscow Surgical Journal]. 2013. N 2. Pp. 32–37. (In Russ.)
3. Kochish A.Yu., Maiorov B.A., Belen'kii I.G. Original'nyi sposob maloinvazivnogo nakostnogo osteosinteza spiral'no izognutymi plastinami pri perelomakh diafiza plechevoi kosti [An original technique of minimally invasive internal osteosynthesis with spirally bent plates for humeral shaft fractures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016. Vol. 22, N 3. Pp. 99–109. DOI 10.21823/2311-2905-2016-22-3-99-109. (In Russ.)
4. Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Kochish A.Yu. Sravnitel'nyi analiz rezul'tatov ispol'zovaniya trekh sposobov osteosinteza pri perelomakh diafiza plechevoi kosti [Comparison analysis of using three methods for humeral shaft fracture osteosynthesis]. *Genii ortopedii* [Genij Ortopedii]. 2017. Vol. 23, N 3. Pp. 284–291. DOI 10.18019/1028-4427-2017-23-3-284-291. (In Russ.)
5. Benegas E., Neto A.A., Gracitelli M.E. Shoulder function after surgical treatment of displaced fractures of the humeral shaft: a randomized trial comparing antegrade intramedullary nailing with minimally invasive plate osteosynthesis. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2014. Vol. 23, N 6. Pp. 767–777.
6. Buckley R.E., Moran C.G., Apivatthakakul Th. AO principles of fracture management. 3rd ed. Thieme. 2018. 1120 p.
7. Canale S.T., Beaty J.H. Campbell's Operative Orthopaedics. 12th Ed. St. Louis. Missouri: Mosby Elsevier. 2013. 4635 p.
8. Castoldi F., Blonna D., Assom M. Simple and complex fractures of the humerus. Milan: Springer Milan. 2015. 338 p.
9. Chen H., Hu X., Yang G., Xiang M. Clinic research on the treatment for humeral shaft fracture with minimal invasive plate osteosynthesis: a retrospective study of 128 cases. *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* 2015. Vol. 43, N 20. Pp. 215–219. DOI 10.1007/s00068-015-0616-7.
10. Esmailiejah A.A., Abbasian M.R., Safdari F., Ashoori K. Treatment of humeral shaft fractures: minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction and internal fixation. *Trauma Mon.* 2015. Vol. 20, N 3. Pp. 262–271. DOI 10.5812/traumamon.26271v2.
11. Gerwin M., Hotchkiss R.N., Weiland A.J. Alternative operative exposures of the posterior aspect of the humeral diaphysis with reference to the radial nerve. *J. Bone Joint. Surg. Am.* 1996. Vol. 78, N. 11. Pp. 1690–1695. DOI: 10.2106/0004623-199611000-00008.
12. Gouse M., Albert S., Inja D.B., Nithyananth M. Incidence and predictors of radial nerve palsy with the anterolateral brachialis splitting approach to the humeral shaft. *Chin. J. Trauma.* 2016. Vol. 19, N. 4. Pp. 217–220. DOI 10.1016/j.cjtee.2016.03.002.
13. Livani B., Belangero W.D. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures. *Injury.* 2004. Vol. 35, N. 6. Pp. 587–595. (In Russ.)
14. Pidhorz L. Acute and chronic humeral shaft fractures in adults. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2015. Vol. 101, N. 1. Pp. 41–49. DOI 10.1016/j.otsr.2014.07.034.
15. Ricci F.P.F., Barbosa R.I., Elui V.M.C. [et al.]. Radial nerve injury associated with humeral shaft fracture: a retrospective. *Acta Orthop. Bras.* 2015. Vol. 23, N. 1. Pp. 19–21. DOI 10.1590/1413-78522015230100823.
16. Xue Z., Jiang Ch., Hu Ch. [et al.]. Effects of different surgical techniques on mid-distal humeral shaft vascularity: open reduction and internal fixation versus minimally invasive plate osteosynthesis. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2016. Vol. 17. Pp. 370. DOI 10.1186/s12891-016-1224-3.

Received 25.07.2019

For citing: Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Kochish A.Yu. Sravnitel'nyi analiz iskhodov maloinvazivnogo i traditsionnogo nakostno-go osteosinteza pri perelomakh plechevoi kosti v nizhnei i srednei tret'i. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh.* 2019. N 4. Pp. 41–49. (In Russ.)

Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Kochish A. Yu. Comparative analysis of outcomes of minimally invasive vs conventional plate osteosynthesis for mid-distal third of humeral shaft fractures. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2019. N 4. Pp. 41–49. DOI 10.25016/2541-7487-2019-0-4-41-49