

УДК 617.572

**ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ ДИАФИЗА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ.
СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ****¹Беленький И.Г., ²Майоров Б.А., ³Ли С.Х.**¹ГБУЗ «Городская Александровская больница», Санкт-Петербург, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;²ГБУЗ Ленинградской области «Всеволожская клиническая межрайонная больница»,
Всеволожск, e-mail: bmayorov@mail.ru;³ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени
академика И.П. Павлова», Санкт-Петербург, e-mail: info@1spbgbmu.ru

На базе сведений об эпидемиологии переломов диафиза плечевой кости аргументирована актуальность проблемы лечения этих повреждений и проведен сравнительный анализ современных литературных данных, касающихся результатов остеосинтеза переломов этой локализации с применением различных технологий. Рассмотрены вопросы роли и места наружной фиксации в процессе лечения, выбора метода внутреннего остеосинтеза. Подробно освещены преимущества и недостатки ретроградной и антеградной интрамедуллярной фиксации переломов диафиза плечевой кости. Систематизированы данные об остеосинтезе различными видами пластин с имплантацией по традиционной и малоинвазивной технологиям с описанием техники малоинвазивной фиксации. Представлены современные взгляды на проблему лечения сопутствующей перелому первичной и ятрогенной нейропатии лучевого нерва. На основании имеющихся сведений литературных источников сделаны общие выводы, касающиеся выбора способа остеосинтеза и направлений дальнейших исследований в этой области.

Ключевые слова: диафиз плечевой кости, перелом, интрамедуллярный остеосинтез, наkostный остеосинтез**SURGICAL TREATMENT OF THE HUMERAL SHAFTS FRACTURES. MODERN
LOOK AT THE PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS****¹Belenkiy I.G., ²Mayorov B.A., ³Li S.K.**¹Alexandrovskiy city hospital, Saint-Petersburg, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;²Vsevolozhskiy regional hospital, Vsevolozhsk, e-mail: bmayorov@mail.ru;³First State Medical University n.a. Akademik I.P. Pavlov, Saint-Petersburg, e-mail: info@1spbgbmu.ru

Epidemiology of the humeral shafts fractures was observed. On this base the typical problems, related to the treatment of these injuries, were described. The comparative analysis of modern literature data concerning the results of different methods of osteosynthesis was provided. The questions of the role and place of external fixation in the treatment process, the choice of the method of internal osteosynthesis were observed. The advantages and disadvantages of retrograde and antegrade intramedullary fixation of fractures of the humeral shaft were discussed in details. The information about various types of plate osteosynthesis, traditional and minimally invasive, was systematized. The technique of minimally invasive plate osteosynthesis was described. The modern views on the problem of the treatment of concomitant primary traumatic and secondary iatrogenic radial nerve palsy were observed. After gathering and summarizing data and information about management of fractures of this localization the general conclusion is that now there are no common standards in humeral shafts fractures treatment. Directions for new investigations in this field were done.

Keywords: humeral shaft, fracture, intramedullary osteosynthesis, plate osteosynthesis

Распространенность переломов диафиза плечевой кости составляет 3–5% от всех переломов костей скелета [1, 14, 15, 42]. Из них около 10% являются открытыми [40]. Частота возникновения этих травм – 14,5–20 в год на 100000 населения. В США в среднем регистрируется 66000 переломов диафиза плечевой кости в год [21]. 60% этих переломов приходится на среднюю треть диафиза, 30% на проксимальную, 10% на дистальную треть [40]. При этом имеются существенные различия в механизме травмы в зависимости от пола и возраста пациентов. У молодых пациентов (возрастной пик 20–30 лет) переломы диафиза плечевой кости являются следствием высокоэнергетической травмы,

могут быть открытыми, часто сочетаются с другими повреждениями, преобладают у мужчин. У пожилых пациентов на фоне остеопороза переломы диафиза плечевой кости происходят при низкоэнергетической травме, чаще всего при падении с высоты собственного роста. В этой группе пациентов 75% составляют женщины, возрастной пик её – 60–70 лет [40].

В лечении переломов диафиза плечевой кости сосредоточен клубок противоречий, который ни в какой другой анатомической области не выражен так ярко. Несмотря на то, что консервативное лечение изолированных низкоэнергетических переломов диафиза плечевой кости при умеренном

смещении отломков не потеряло своей актуальности и дает хорошие результаты [7], оперативное лечение как подобных повреждений, так и высокоэнергетических переломов и переломов в составе политравмы предполагает более быстрое и качественное восстановление функции поврежденной конечности, которого можно добиться только путём выполнения остеосинтеза [14, 34].

Цель настоящей работы – сравнительный анализ данных современной литературы, посвященных результатам хирургического лечения больных с переломами диафиза плечевой кости.

Общие вопросы. Интрамедуллярный остеосинтез. Показания к оперативному лечению переломов диафиза плечевой кости делятся на относительные и абсолютные. К последним относятся переломы с повреждением магистральных сосудов и нервов, открытые, огнестрельные переломы, переломы в составе политравмы, ипсилатеральные переломы плечевой кости и костей предплечья. Относительными показаниями считают значительное смещение отломков (укорочение более 3 см, ротационное смещение более 30 градусов, угловое смещение более 20 градусов), фрагментарные и патологические переломы, билатеральные переломы плечевых костей, ожирение. Кроме того, в настоящее время не могут не приниматься во внимание социальные факторы, формирующие относительные показания к операции. Это несогласие пациента на длительное консервативное лечение, требующее пунктуального соблюдения врачебных рекомендаций и многочисленных этапных консультативных приёмов [5, 14].

На сегодняшний день основными видами фиксации переломов плечевой кости являются различные модификации накостного и интрамедуллярного остеосинтеза. Наружная фиксация большинством авторов рассматривается как способ временного остеосинтеза в раннем посттравматическом периоде. Тактика наложения аппарата наружной фиксации на плечевую кость при поступлении пострадавшего с политравмой и при открытых переломах, с последующим выполнением погружного остеосинтеза в отсроченном периоде является общепризнанной [37]. Возможно также наложение наружного фиксатора в простейшей комплектации для дистракции области перелома с целью облегчения выполнения внутреннего остеосинтеза [6, 30]. Наружный фиксатор как способ окончательной фиксации рекомендуется только при невозможности выполнения внутреннего остеосинтеза в случаях тяжелого повреждения мягких тканей, загрязненных, инфициро-

ванных переломов и при наличии костного дефекта. Такая тактика связана с наличием специфических осложнений, сопутствующих наружной фиксации. Так, при установке аппарата наружной фиксации возможно повреждение лучевого нерва стержнем или спицей. Неудобство для пациента, наличие постоянной опасности инфицирования в области введения спиц и стержней, ограничение ранних активных движений в смежных суставах снижает эффективность методики наружной фиксации при переломах диафиза плечевой кости [2].

Возвращаясь к внутренней фиксации, следует отметить, что, независимо от избранного способа остеосинтеза, при внесуставных переломах считается достаточным восстановление оси, длины конечности и устранение ротационных смещений в зоне перелома, что может быть выполнено без обнажения зоны повреждения. Однако при простых переломах возможно достижение полного восстановления анатомии кости, для которого необходима открытая репозиция с обнажением зоны травмы. Независимо от выбора метода остеосинтеза, он должен быть максимально малотравматичным при сохранении достаточного уровня стабильности фиксации. В большей степени при переломах длинных костей конечностей этим условиям отвечает интрамедуллярный остеосинтез гвоздями с блокированием, который является «золотым стандартом» лечения этих повреждений. Однако этот вид остеосинтеза имеет свои особенности при лечении переломов диафиза плечевой кости. Так, при антеградном введении интрамедуллярного стержня возможно повреждение хряща головки плеча, травматизация структур вращательной манжеты и сухожилия длинной головки бицепса. Для минимизации этих осложнений многие авторы рекомендуют при вскрытии и рассверливании интрамедуллярного канала производить доступ с обнажением манжеты и расслоением ее волокон под контролем глаза [14, 15]. Частым осложнением антеградного интрамедуллярного остеосинтеза плечевой кости является плечевой импиджмент, проявляющийся хроническими болями с частотой от 5,7% [12] до 16–37% [14] случаев. Это значительно чаще, чем при накостном остеосинтезе, приводит к снижению функции плечевого сустава [28]. При закрытой репозиции отломков за счет тракции или ущемления между отломками возможно ятрогенное повреждение лучевого нерва. Ряд авторов для профилактики этого осложнения рекомендует дополнительный мини-разрез в зоне перелома [1, 14]. При проксимальном блокировании имеется риск

повреждения подмышечного нерва, при дистальном – плечевой артерии и лучевого нерва. Для минимизации риска этих осложнений возможно выполнение доступа длиной до 5 см с тупым расслоением мышц в зоне блокирования, что снижает ценность метода как малоинвазивной операции [14, 15]. Ретроградный интрамедуллярный остеосинтез плечевой кости также обладает специфическими недостатками. Это необходимость укладки пациента на животе или на боку, значительное повреждение капсулы локтевого сустава, опасность ятрогенных мышечных и надмышечных переломов при введении ригидного стержня с нарушением техники операции [3]. Ретроградный остеосинтез более сложен и требует от хирурга более аккуратной оперативной техники во избежание ятрогенных переломов в месте введения стержня [14]. Тем не менее ряд авторов считает, что при выборе между антеградной и ретроградной методиками необходимо склоняться в пользу ретроградной из-за того, что опасность повреждения вращательной манжеты плечевого сустава превалирует над рисками повреждения капсулы локтевого сустава и ятрогенных переломов [33]. Другие авторы указывают на отсутствие статистически значимого различия в скорости сращения переломов, частоте несращений, выраженности болевого синдрома у пациентов после антеградного и ретроградного остеосинтеза [12, 18]. Кроме того, интрамедуллярный остеосинтез часто не позволяет добиться достаточной ротационной стабильности и межфрагментарной компрессии при поперечных и коротких косых переломах (тип А по классификации АО), особенно локализирующихся в верхней и нижней третях диафиза, следствием чего может являться формирование несращения, иногда требующее повторных оперативных вмешательств с использованием костной пластики и дополнительных металлоконструкций. Частота подобных осложнений достигает 10% [12].

Челноков А.Н. (2009) предлагает использовать эластичные стержни оригинальной конструкции для лечения диафизарных переломов плеча [6]. К недостатку методики относится, со слов автора, отсутствие промышленного производства и необходимость ручной доработки данных металлоконструкций. Нельзя не отметить также методику остеосинтеза плечевой кости стержнями прямоугольного поперечного сечения, разработанную В.В. Ключевским и Зверевым Е.В. (1993) [4], которая долгое время в нашей стране была альтернативой интрамедуллярному остеосинтезу с блокированием. Чhao T.C. (2005) [16] отмечает

хорошие результаты оперативного лечения диафизарных переломов плеча с использованием стержней Ender, в сравнении с заблокированным остеосинтезом. Исследование показало меньшее время операции, меньшую интраоперационную кровопотерю при отсутствии осложнений, таких как ятрогенная невралгия лучевого нерва, увеличение оскольчатости перелома и несращение перелома.

Общеизвестны трудности достижения стабильной фиксации при интрамедуллярном остеосинтезе переломов на фоне выраженного остеопороза. Оригинальный способ решения этой проблемы предлагают израильские травматологи с помощью систем Fixion nails, которые расширяются в интрамедуллярном канале (до 50% от первоначального диаметра), создавая «самоблокирование» и не требуют дополнительного блокирования винтами. Franck W.M. et al. (2003) [23] приводят серию из 25 операций у пожилых пациентов с остеопорозом. Из них в 18 случаях выполнен антеградный, а в 7 – ретроградный остеосинтез. Получены отличные результаты во всех случаях – сращение в течение 16 недель, восстановление объема движений, отсутствие осложнений. Несмотря на это, система Fixion nail не получила широкого распространения.

Интрамедуллярный остеосинтез гвоздями с блокированием, безусловно, более требователен к качеству и дизайну имплантантов, наличию соответствующего инструментария и навыков у оперирующего хирурга. Однако, несмотря на технические сложности и возможные осложнения, в случаях фрагментарных переломов, переломов, распространяющихся на проксимальный сегмент плечевой кости, при политравме, у тучных пациентов интрамедуллярный остеосинтез является методом выбора в сравнении с открытым наkostным остеосинтезом [15, 34].

Традиционный остеосинтез пластинами. В недавнем прошлом остеосинтез переломов диафиза плечевой кости пластинами выполнялся по традиционной методике, с обнажением места перелома и выполнением открытой прямой репозиции отломков. Так, Bezes H. et al. (1995) сделали обзор 246 случаев первичной фиксации переломов диафиза плечевой кости пластинами за 22 года. Открытую репозицию и внутреннюю фиксацию применяли только при осложнённых переломах, сочетанной травме или в случаях несращения. Это обеспечивало возможность проведения ранней реабилитации и возвращения верхней конечности к нормальной функции [11]. Heim D. et al. (1993) [26] 129 больных

лечили методом открытой репозиции и внутренней фиксации с использованием 4,5 мм динамических компрессирующих пластин. В 71 случае выполнен первичный остеосинтез, у 36 больных ему предшествовала закрытая репозиция, 20 оперированы по поводу вторичного смещения после консервативного лечения на сроке около 8 недель. Первичное повреждение лучевого нерва было у 19 пациентов и возникло в последующем ещё у 4. 102 из 127 больных обследованы клинически и рентгенологически через год после операции. 89 больных (87,3%) имели хорошие и отличные результаты. 13 пациентов (12,7%) имели ограничение подвижности в плечевом или локтевом суставах. Это было в основном обусловлено другими переломами этой конечности или неврологическими расстройствами. Авторы наблюдали два случая транзиторного послеоперационного пареза лучевого нерва, 5 случаев ранней неполноценности внутренней фиксации в результате технических ошибок её выполнения, 2 ложных сустава и 4 случая инфекции, которые зажили, за исключением одного случая, где потребовалось удаление пластины. Авторы считают, что корректное применение пластин при фиксации переломов диафиза плечевой кости при правильной постановке показаний к операции является хорошей альтернативой консервативному лечению, преимуществом которой является значительно больший комфорт пациента.

Традиционный наkostный остеосинтез при локализации перелома в нижней и средней третях диафиза чаще всего осуществляется через задний доступ. Этот подход трудно осуществим при политравме, так как требует положения больного на животе или на боку, что нежелательно у пациентов с повреждением грудной клетки, сочетанными травмами таза, позвоночника, других конечностей, особенно если требуется симультанная операция [27]. Передний доступ позволяет выполнить операцию в положении больного на спине, что снижает риск легочных осложнений и позволяет выполнять симультанные операции. Передний доступ (Henry), применяемый для переломов в средней и нижней третях диафиза плеча, позволяет укладывать пластину на плоскую передне-медиальную поверхность. Передне-латеральный доступ применяется для более проксимальных переломов. Он не повреждает грудную мышцу и при необходимости может быть продлен в дельтовидно-пекторальный доступ с визуализацией проксимальных отделов плечевой кости [27]. При открытой репозиции и внутренней фиксации переломов плечевой кости

обычно используются прямые пластины. Возможна фиксация как кортикальными винтами 4,5 мм, так и винтами с угловой стабильностью 5,0 мм или их комбинацией. Тем не менее некоторые авторы предлагают использовать для остеосинтеза этих переломов пластины для малых сегментов с винтами 3,5 мм с большим количеством винтов в каждом отломке, считая этот подход более биологичным из-за меньшей травматизации надкостницы, что сохраняет кровоснабжение и снижает риск повреждения лучевого нерва при более лёгком моделировании имплантатов [27]. В то же время серии испытаний на пластиковых и кадаверных (средний возраст 74 года) плечевых костях доказали достаточную аксиальную прочность (имитация нагрузки при ходьбе на костылях) при фиксации перелома плечевой кости малой пластиной с угловой стабильностью винтов, уложенной по задней поверхности и фиксированной четырьмя кортикальными винтами диаметром 3,5 мм и отсутствие существенной разницы при использовании такого же количества заблокированных винтов аналогичного диаметра. Авторы выражают сомнения в необходимости использования 4,5 винтов и соответствующих пластин на диафизе плеча [32]. Однако вне зависимости от хирургического доступа и выбора имплантата остеосинтез пластинами с выполнением открытой репозиции имеет ряд общих недостатков. Это большой разрез с обнажением зоны перелома, обширное повреждение мягких тканей, нарушение периостальной циркуляции, что обуславливает высокий риск несращения переломов (до 5,8%) [45], риск инфекции, повторных переломов после удаления фиксатора [36]. Ятрогенное повреждение лучевого нерва при этих операциях встречается, по данным разных авторов в 5,1–17,6% случаев [45], по данным других в 3–29% [12]. В ретроспективном сравнительном исследовании An et al. (2010) авторы выявили ятрогенные повреждения лучевого нерва в группе пациентов с открытой репозицией перелома у 31,3% в сравнении с полным отсутствием невропатий в группе больных после малоинвазивной фиксации [9].

Малоинвазивный наkostный остеосинтез. Неудовлетворённость мирового травматологического сообщества результатами интрамедуллярного остеосинтеза и традиционного остеосинтеза плечевой кости пластинами явилась причиной изучения возможности выполнения малоинвазивного остеосинтеза переломов этой локализации при помощи пластин. Хотя сегодня малоинвазивный остеосинтез пластинами при переломах диафиза плеча применяется не так

широко, как при переломах бедра и большеберцовой кости, эта методика может стать реальной альтернативой интрамедуллярному остеосинтезу. Метод достаточно биологичен, он минимизирует риски осложнений, характерных для традиционного открытого остеосинтеза, сочетая в себе преимущества интрамедуллярного и накостного остеосинтеза. Минимально инвазивный остеосинтез пластинами может быть выполнен при большинстве закрытых и открытых переломов диафиза плеча. Доступы, используемые для этого вида фиксации, удалены от места перелома. Пластина устанавливается по принципу мостовидной фиксации. Анатомичная репозиция каждого костного отломка не требуется. Восстановление длины, оси плеча, устранение ротационного смещения отломков путем закрытой не прямой репозиции обеспечивает сохранение адекватного кровоснабжения. Особенно перспективен метод при лечении многооскольчатых и сегментарных переломов.

Начиная с 2004 года, многие иностранные авторы приводят серии наблюдений результатов оперативного лечения переломов диафиза плеча при острой травме методом минимально инвазивной фиксации пластинами при средних сроках рентгенологического сращения 16 недель и 95% хороших и отличных функциональных результатов [10, 29, 30, 36, 45]. Venegas E. et al (2014) при сравнительном анализе результатов лечения двух групп пациентов с острыми переломами диафиза плеча, которым выполнен антеградный интрамедуллярный остеосинтез (19 пациентов) и минимально инвазивный остеосинтез пластинами (21 пациент) не получили статистически значимой разницы в среднем времени сращения перелома и в функции плечевого и локтевого суставов. Один случай несращения зафиксирован в группе интрамедуллярного остеосинтеза. Случаев ятрогенной невропатии лучевого нерва в этом исследовании не отмечено [10]. Lopes-Arevalo R. et al (2011) приводит серию наблюдений из 86 пациентов с переломами диафиза плеча, оперированных методом малоинвазивной фиксации пластинами. Из них было 9 открытых переломов, 6 пациентов с политравмой. Ни одна операция не переведена в открытую. Получено 96% отличных и хороших результатов. В течение 6 месяцев достигнуто восстановление силы и объема движений плечевого и локтевого суставов, позволившее вернуться к обычной активной деятельности. Из осложнений отмечено 3 случая несращения, 3 случая переходящей невропатии лучевого нерва [30]. В доступной нам отечественной литерату-

ре мы не нашли данные о подобных сериях наблюдений.

Методику минимально инвазивного остеосинтеза пластинами можно с успехом применять в случаях, когда противопоказан интрамедуллярный остеосинтез: при узком или извитом интрамедуллярном канале, при имеющейся деформации диафиза плеча, при открытых зонах роста у подростков, для фиксации переломов в остеопорозной кости, а также при предпочтениях хирурга. Предложенные техники выполнения этой операции [10, 29, 36, 39] практически идентичны и отличаются в деталях. Положение больного на спине или в позе «пляжного кресла» с отведенной на 90 градусов травмированной верхней конечностью. Предплечье в максимальной супинации (для отведения лучевого нерва). Доступы осуществляются по передней поверхности плеча. Проксимальный доступ длиной 3–5 см является нижней частью дельтовидно-пекторального доступа. Дистальный – длиной 3–5 см выполняется на 3–4 см проксимальнее локтевой ямки по средней линии. *M. biceps* отводится медиально, *m. brachialis* разделяется продольно по средней линии, защищая лучевой и мышечно-кожный нервы. Далее формируется подмышечный экстрапериостальный туннель в проксимальном направлении, соединяющий проксимальный и дистальный доступы. Репозиция отломков осуществляется закрыто. Ряд авторов рекомендует дистракционный аппарат наружной фиксации, установленный по наружной поверхности [30]. Другие авторы предпочитают производить репозицию непосредственно на пластине с временной фиксацией спицами Киршнера [28, 45] или двумя сверлами, введенными через ЛСР-направители [36]. Направление введения пластины в подмышечный туннель, по мнению различных авторов, может быть как сверху вниз, так и снизу вверх. Пластина укладывается на плоскую переднюю поверхность плечевой кости. Установка всех винтов по центру диафиза предотвращает несоблюдение оси и потерю репозиции [39]. Вид пластины, её длина, необходимое количество винтов различаются у разных авторов. Применяются прямые как узкие, так и широкие линейные пластины из набора для фиксации больших фрагментов с угловой стабильностью и без неё. Количество винтов, дающее достаточный уровень стабильности, остаётся дискутабельным. Большинство авторов рекомендуют вводить не менее 3-х винтов в проксимальный и дистальный фрагменты, хотя Nak D.J. (2010) на серии кадаверных исследований показал, что фиксация

двумя винтами с угловой стабильностью, введенными в каждый фрагмент, не уступает по прочности фиксации тремя винтами, даже в условиях остеопороза [24].

Тем не менее следует отметить, что подобная техника операции ограничивает зону возможной фиксации диафиза плечевой кости. Для использования минимально инвазивной фиксации пластиной, уложенной по передней поверхности плечевой кости, линия перелома не должна распространяться слишком проксимально и слишком дистально (по 6 см от хирургической шейки и от локтевой ямки) для возможности адекватного введения винтов проксимально и дистально [28]. При этом дистальный винт должен располагаться на 1–2 см проксимальнее *fossa olecrani*, чтобы не вызвать импиджмент в локтевом суставе. Проксимальный винт должен быть введен на 3 см дистальнее межбугорковой борозды, чтобы не повредить длинную головку *m. biceps*. Такое расположение проксимального винта исключает возможность остеосинтеза высоких переломов диафиза плечевой кости с использованием описанной авторами методики. Для обеспечения возможности фиксации высоких переломов диафиза был предложен способ малоинвазивного остеосинтеза плечевой кости с использованием спирально изогнутых пластин (Helical implants) [22]. Их имплантация выполняется так же, как и описанная ранее минимально инвазивная фиксация, из двух доступов, однако проксимальное окно формируется латерально из чрездельтовидного доступа. Дистальное окно автор формировал на уровне средней трети плеча по передней его поверхности. Пластины вводили сверху вниз. За счет спирально изогнутой (на 90 градусов) формы пластины достигалось отсутствие контакта её с лучевым нервом. В качестве имплантантов использовали стандартные Т-образные 4,5 мм и реконструктивные пластины. Отмечается, что при таком способе имплантации пластины существует опасность повреждения подмышечного нерва. Для снижения риска этого необходимо проводить пластину точно по кости. Авторы на кадаверах доказали возможность применения спирально изогнутой пластины для фиксации плечевой кости на всём её протяжении, однако клинический опыт применения этого метода ограничился выполнением единичных операций при оскольчатых переломах проксимального отдела плечевой кости [22]. Несмотря на кажущуюся на первый взгляд привлекательность концепции остеосинтеза плечевой кости спирально изогнутыми пластинами, на сегодняшний день остаётся много

вопросов, не позволяющих рекомендовать эту технологию к широкому применению. Количество клинических наблюдений этой методики невелико. Также не описана фиксация спирально изогнутой пластиной при переломах на уровне средней трети диафиза, при сегментарных переломах, а также при ипсилатеральных переломах хирургической шейки и диафиза плечевой кости. Не изучены также анатомические взаимоотношения спирально изогнутой пластины с магистральными сосудами и нервами плеча. Сохраняется риск нейрососудистых расстройств во время манипуляций с переломом и закрытой репозиции. Вне зависимости от техники малоинвазивной фиксации плечевой кости пластинами возможны трудности репозиции, особенно при фрагментарных и оскольчатых переломах. Для их преодоления необходимы специальные приемы не прямой закрытой репозиции. Нельзя также исключать возможность перехода на открытую репозицию в случае неэффективности закрытой [36]. В ходе малоинвазивного остеосинтеза возможно также ятрогенное повреждение лучевого нерва, хотя оно встречается значительно реже, чем при традиционном открытом остеосинтезе. Лучевой нерв может быть поврежден во время туннелирования, установки пластины, прижат ретракторами в дистальной ране. Во избежание этого осложнения каждый этап операции должен быть спланирован и четко отработан. Мышечно-кожный нерв также может быть поврежден во время разделения плечевой мышцы, туннелирования и установки пластины хотя, клинические проявления его повреждения минимальны и в большинстве случаев обратимы [10].

Большой проблемой для всех вариантов накостного остеосинтеза является остеопороз. Стабильная фиксация кортикальных и спонгиозных винтов в остеопорозной плечевой кости зачастую невозможна. Во то же время фиксация отломков пластиной с угловой стабильностью может оказаться слишком ригидной и привести к вторичному раскалыванию остеопорозной кости вследствие воздействия на неё ротационных сил. Профилактикой этого является использование длинных пластин с угловой стабильностью, расположение пластины как можно ближе к кости, введение винтов на расстоянии от области перелома для равномерного распределения нагрузки на диафиз плеча, разработка пластин с возможностью введения винтов под разными углами [25].

Нейропатия лучевого нерва. Проблема нейропатии лучевого нерва остается довольно острой. Согласно данным различных авторов, это осложнение встречается

в 8,5–24% случаев [12, 21, 27]. Общепринятая тактика в отношении ревизии лучевого нерва в процессе остеосинтеза подобных переломов отсутствует. Ряд авторов считает, что у этих пациентов показана первичная ревизия лучевого нерва во время выполнения операции остеосинтеза, так как она определяет лечебную тактику и дает информацию о прогнозе возвращения функции лучевого нерва [20, 31]. Для профилактики ятрогенного повреждения лучевого нерва некоторые авторы предлагают оригинальные методики. Так, M.R. Yakkanti (2008) на основании результатов кадаверного исследования предлагает методику передней транспозиции лучевого нерва через линию перелома в средней трети диафиза плеча [44]. Однако с учётом того, что частота спонтанного восстановления нерва при консервативном лечении составляет 70,7% [35], а отсроченная ревизия нерва при сохраняющейся нейропатии также даёт хорошие результаты [8,19], большинство хирургов предпочитает при закрытых изолированных переломах не выполнять первичную ревизию нерва при травматических нейропатиях [14, 35]. При вторичной (ятрогенной) невропатии большинство авторов также придерживается консервативной тактики [21, 43]. Сроки ревизии при отсутствии динамики восстановления нерва колеблются от 2 до 6 месяцев после травмы [2]. Тем не менее, при высокоэнергетических, открытых переломах, переломах в составе политравмы показаний к первичной ревизии лучевого нерва в случаях нейропатии намного больше [34, 35, 41].

Заключение

Единый алгоритм лечения больных с переломами диафиза плечевой кости, на необходимость существования которого указывают многие авторы, до настоящего времени отсутствует [1, 13]. На сегодняшний день в мировой травматологии имеется консенсус только в принципиальных подходах к лечению высокоэнергетических, осложнённых переломов и переломов плечевой кости в составе политравмы. Эти переломы должны лечиться оперативным путём. Что же касается выбора тактики лечения изолированных низкоэнергетических переломов плечевой кости, а также выбора конкретного способа выполнения остеосинтеза при наличии показаний к нему, то чётких алгоритмов действий до настоящего времени не существует. Интрамедуллярный остеосинтез имеет специфические недостатки. При антеградном введении гвоздя это повреждение вращательной манжеты плечевого сустава, при ретроградном – травматичность вскрытия канала, сопровождающегося по-

вреждением капсулы локтевого сустава. Традиционный остеосинтез пластинами достаточно травматичен и сопровождается большим количеством осложнений. В этом отношении перспективным являются различные модификации малоинвазивного остеосинтеза пластинами. Однако, несмотря на первые обнадеживающие результаты, остается большое количество нерешенных вопросов, касающихся техники этих операций, возможности применения методик при распространении линии перелома проксимально на область хирургической шейки и дистально на мышечки плечевой кости. С учётом того, что техника традиционного остеосинтеза пластинами и интрамедуллярного остеосинтеза плечевой кости достаточно хорошо разработаны, можно прогнозировать дальнейшее совершенствование методов малоинвазивной фиксации пластинами, являющихся реальной альтернативой интрамедуллярному остеосинтезу.

Список литературы

1. Апагуни А.Э., Арзуманов С.В., Воронников А.А., Ульяновченко М.И. Анатомо-функциональные исходы оперативного лечения больных с переломами диафиза плечевой кости // Медицинский вестник Северного Кавказа, 2010. – Т. 20, № 4. – С. 32–35.
2. Богов А.А., Васильев М.В., Ханнанова И.Г. Ошибки и осложнения при лечении больных с повреждением лучевого нерва в сочетании с переломом плечевой кости // Казанский медицинский журнал. – 2009. – Т. 90, № 1. – С. 12–15.
3. Джоджуа А.В. Ретроградный остеосинтез бедренной и плечевой костей // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2008. – Т. 3, № 2. – С. 25–27.
4. Ключевский В.В., Суханов Г.А., Зверев Е.В. и др. Остеосинтез стержнями прямоугольного сечения. – Ярославль, 1993.
5. Мюллер М.Е., Альлговер М., Шнайдер Р., Виллингер Х. Руководство по внутреннему остеосинтезу. – М.: Springer-Verlag, AdMorginem, 1996. – 750 с.
6. Челноков А.Н., Баженов А.В., Корж О.Е. Закрытый антеградный интрамедуллярный остеосинтез переломов дистальной трети плечевой кости // Вестник травматологии и ортопедии Урала. – 2009. – Т. 1, № 1. – С. 49–53.
7. Ali E., Griffiths D., Obi N., Tytherleigh-Strong G., Van Rensburg L. Nonoperative treatment of humeral shaft fractures revisited // J. Shoulder Elbow Surg. – 2014, Jul 31. pii: S1058-2746(14)00249-3. doi: 10.1016/j.jse.2014.05.009. [Epub ahead of print] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25088479>.
8. Amillo S., Barrios R.H., Martínez-Peric R., Losada J.I. Surgical treatment of the radial nerve lesions associated with fractures of the humerus // J Orthop Trauma. – 1993. – Vol. 7(3). – P. 211–215.
9. An Z., Zeng B., He X., Chen Q., Hu S. Plating osteosynthesis of middistal humeral shaft fractures: minimally invasive versus conventional open reduction technique // Int Orthop. – 2010. – № 34. – P. 131–135.
10. 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 intramedullarynailing with minimally invasive plate osteosynthesis // Journal of Shoulder and Elbow Surgery. – 2014. – Vol. 23(6). – P. 767–777.
11. Bezes H., Massart P., Fourquet J.P. Primary plating of fractures of the shaft of the humerus // International orthopaedics. – 1995. – Vol. 19, 1. – P. 16–25.

12. Blum J., Janzing H., Gahr R., et al. Clinical performance of a new medullary humeral nail: antegrade versus retrograde insertion // *J. Orthop. Trauma.* – 2001. – № 15. – P. 342–349.
13. Borelli J., Proximal humerus fractures: Is there more than one way to skin a cat? // *Injury*–2014, [http:// dx.doi.org/10.1016/j.injury.2014.05.017](http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2014.05.017).
14. Canale S.T., Beaty J.H. Campbell's Operative Orthopaedics. – 12th ed.– Elsevier Mosby, 2013. – P. 2852–2862.
15. Castoldi F., Blonna D., Assom M. Simple and complex fractures of the humerus. – Springer, Italia, 2015. – P. 213–248.
16. Chao T.C., Chou W.Y., Chung J.C., et al. Humeral shaft fractures treated by dynamic compression plates, Ender nails and interlocking nails // *Int.Orthop.* – 2005. – № 29. – P. 88–91.
17. Chapman J.R., Henley M.B., Agel J., Benca P.J. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: Intramedullary nails versus plates // *J Orthop Trauma.* – 2000. – Vol. 14(3), March/April. – P. 162–166.
18. Cheng H.-R., Lin J. Prospective randomized comparative study of antegrade and retrograde locked nailing for middle humeral shaft fracture // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care.* – 2008. – Vol. 65(1), July. – P. 94–102.
19. Cognet J.M., Fabre T., Durandeu A. Persistent radial palsy after humeral diaphyseal fracture: cause, treatment and results. 30 operated cases // *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* – 2002. – Nov, Vol. 88(7). – P. 655–662.
20. Dabezies E.J., Banta C.J., Murphy C.P., d'Ambrosia R.D. Plate fixation of the humeral shaft for acute fractures, with and without radial nerve injuries // *J. Orthop. Trauma.* – 1992. – Vol. 6(1). – P. 10–13.
21. Ekholm R., Ponzer S., Tornkvist H. Primary radial nerve palsy in patients with acute humeral shaft fractures // *J Orthop Trauma.* – 2008. – Vol. 22(6), July. – P. 408–414.
22. Fernandez Dell'Oca A.A. The principle of helical implants. Unusual ideas worth considering. Case studies // *Injury.* – 2002. – № 33 Suppl 1:SA. – P. 29–40.
23. Franck W.M., Olivieri M., Jannasch O., Hennig F.F. Expandable nail system for osteoporotic humeral shaft fractures: Preliminary results // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care.* – 2003. – Vol. 54(6). – P. 1152–1158.
24. Hak D.J., Althausen P., Hazelwood S.J. Locked plate fixation of osteoporotic humeral shaft fractures: Are two locking screws per segment enough? // *J. Orthop. Trauma.* – 2010. – Vol. 24(4), April. – P. 207–211.
25. Hall J.A., Phieffer L.S., McKee M.D. Humeral shaft split fracture around proximal humeral locking plates: A report of two cases // *J. Orthop. Trauma.* – 2006. – Vol. 20(10), November/December. – P. 710–714.
26. Heim D., Herkert F., Hess P., Regazzoni P. Surgical treatment of humeral shaft fractures – the Basel experience // *J. Trauma.* – 1993. – Aug, 35(2). – P. 226–232.
27. Idoine J.D., French B.G., Opalek J.M., DeMott L. Plating of acute humeral diaphyseal fractures through an anterior approach in multiple trauma patients // *J. Orthop. Trauma.* – 2012. – Vol. 26(1), January – P. 9–18.
28. Kobayashi M., Watanabe Y., Matsushita T. Early full range of shoulder and elbow motion is possible after minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures // *J. Orthop. Trauma.* – 2010. – Vol. 24(4), April – P. 212–216.
29. Livani B., Belangero W.D. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures // *Injury.* – 2004. – № 35. – P. 587–595
30. Lopez-Arevalo R., de Llano-Temboury A.Q., Serrano-Montilla J. de Llano-Gimenez E.Q., Fernandez-Medina J.M. // Treatment of diaphyseal humeral fractures with the minimally invasive percutaneous plate (MIPPO) Technique: cadaveric study and clinical results // *J. Orthop. Trauma.* – 2011. – Vol. 25(5), May. – P. 294–299.
31. Noaman H., Khalifa A.R., El-Deen M.A., Shiha A. Early surgical exploration of radial nerve injury associated with fracture shaft humerus // *Microsurgery.* – 2008. – Vol. 28(8). – P. 635–642.
32. O'Toole R.V. et al. Are locking screws advantageous with plate fixation of humeral shaft fractures? A biomechanical analysis of synthetic and cadaveric bone // *J. Orthop. Trauma.* – 2008. – № 22(10). – P. 709–15.
33. Rommens P.M., Blum J., Runkel M. Retrograde nailing of humeral shaft fractures // *Clin Orthop.* – 1998, 350. – P. 26–39.
34. Ruedi T.P., Buckley R.E., Moran C.G. AO Principles of Fracture Management. – 2nd expanded ed. – AO Publishing, Switzerland. – 2007. – P. 597–607.
35. Shao Y.C., Harwood P., Grotz M.R., et al. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review // *J. Bone Joint Surg.* – 2005. – № 87B – P. 1647.
36. Shin S.J., Sohn H.S., Do N.H. Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures: a technique to aid fracture reduction and minimize complications // *J. Orthop. Trauma.* – 2012. – Vol. 26(10), October. – P. 585–589.
37. Suzuki T., Hak D.J., Stahel P.F., et al. Safety and efficiency of conversion from external fixation to plate fixation in humeral shaft fractures, // *J. Orthop. Trauma* – 2010, 24. – P. 414.
38. Tingstad E. M., Wolinsk P. R., Shyr Y., Johnson K.D. Effect of immediate weight bearing on plated fractures of the humeral shaft // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care.* – 2000. – Vol. 49(2), August. – P. 278–280
39. Tong G.O., Bavonratanavech S. AO Manual of fracture management. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) – AO Publishing, Switzerland, 2007. – P. 144–178.
40. Tytherleigh-Strong G., Walls N., McQueen M.M. The epidemiology of humeral shaft fractures // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1998. – № 80. – P. 249–253.
41. Venouziou A.I., Dailiana Z.H., Varitimidis S.E., Hantes M.E., Gougoulas N.E., Malizos K.N. Radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture. Is the energy of trauma a prognostic factor? // *Injury.* – 2011. – № 42(11). – P. 1289–1293. doi: 10.1016/j.injury.2011.01.020.
42. Volgas D.A., Stannard J.P., Alonso J.E. Nonunions of the humerus // *Clin Orthop Relat Res.* – 2004. – № 419. – P. 46–50.
43. Wang J.-P., Shen W.-J., Chen W.-M. Iatrogenic radial nerve palsy after operative management of humeral shaft fractures // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care.* – 2009. – Vol. 66(3). – P. 800–803
44. Yakkanti M.R., Roberts C. S., Murphy J.B.S., Acland R.D. Anterior transposition of the radial nerve-A cadaveric study // *Journal of Orthopaedic Trauma.* – 2008. – Vol. 22(10), November/December. – P. 705–708.
45. Zhiquan, A., Bingfang.Z., Yeming. W., Chi Z., Peiyan H. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures // *J. Orthop. Trauma.* – 2007. – Vol. 21 (9), October. – P. 628–633.

References

1. Apaguni A.Je., Arzumanov S.V., Vorotnikov A.A., Ul'janchenko M.I. Anatomico-funkcional'nye ishody operativnogo lechenija bol'nyh s perelomami diafiza plechevoj kosti // *Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza*, 2010. T. 20, no. 4. pp. 32–35.
2. Bogov A.A., Vasil'ev M.V., Hannanova I.G. Oshibki i oslozhnenija pri lechenii bol'nyh s povrezhdeniem luchevoj nerva v sochetanii s perelomom plechevoj kosti // *Kazanskij medicinskij zhurnal*. 2009. T. 90, no. 1. pp. 12–15.
3. Dzhodzhuva A.V. Retrogradnyj osteosintez bedrennoj i plechevoj kostej // *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo centra im. N.I. Pirogova*. 2008. T. 3, no. 2. pp. 25–27.
4. Kljuchevskij V.V., Suhanov G.A., Zverev E.V. i dr. Osteosintez sterzhnjami prjamougol'nogo sechenija. Jaroslavl', 1993.
5. Mjuller M.E., All'gover M., Shnajder R., Villinegger H. *Rukovodstvo po vnutrennemu osteosintezu*. M.: Springer-Verlag, AdMorginem, 1996. 750 p.
6. Chelnokov A.N., Bazhenov A.V., Korzh O.E. Zakrytyj antegradnyj intramedulljarnyj osteosintez perelomov distal'noj tret'j plechevoj kosti // *Vestnik travmatologii i ortopedii Urala*. 2009. T.1, no. 1. pp. 49–53.
7. Ali E., Griffiths D., Obi N., Tytherleigh-Strong G., Van Rensburg L. Nonoperative treatment of humeral shaft fractures revisited // *J. Shoulder Elbow Surg.* 2014, Jul 31. pp: S1058-2746(14)00249-3. doi: 10.1016/j.jse.2014.05.009. [Epub ahead of print] [http:// www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25088479](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25088479).
8. Amillo S., Barrios R.H., Martinez-Peric R., Losada J.I. Surgical treatment of the radial nerve lesions associated with fractures of the humerus // *J Orthop Trauma*. 1993. Vol. 7(3). pp. 211–215.

9. An Z., Zeng B., He X., Chen Q., Hu S. Plating osteosynthesis of middistal humeral shaft fractures: minimally invasive versus conventional open reduction technique // *Int Orthop*. 2010. no. 34. pp. 131–135.
10. 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 intramedullarynailing with minimally invasive plate osteosynthesis // *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2014. Vol. 23(6). pp. 767–777.
11. Bezes H., Massart P., Fourquet J.P. Primary plating of fractures of the shaft of the humerus // *International orthopaedics*. 1995. Vol. 19, 1. pp. 16–25.
12. Blum J., Janzing H., Gahr R., et al. Clinical performance of a new medullary humeral nail: antegrade versus retrograde insertion // *J. Orthop. Trauma*. 2001. no. 15. pp. 342–349.
13. Borelli J., Proximal humerus fractures: Is there more than one way to skin a cat? // *Injury*–2014, [http:// dx.doi.org/10.1016/j.injury.2014.05.017](http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2014.05.017).
14. Canale S.T., Beatty J.H. *Campbell's Operative Orthopaedics*. 12th ed.– Elsevier Mosby, 2013. P. 2852–2862.
15. Castoldi F., Blonna D., Assom M. Simple and complex fractures of the humerus. Springer, Italia, 2015. pp. 213–248.
16. Chao T.C., Chou W.Y., Chung J.C., et al. Humeral shaft fractures treated by dynamic compression plates, Ender nails and interlocking nails // *Int.Orthop*. 2005. no. 29. pp. 88–91.
17. Chapman J.R., Henley M.B., Agel J., Benca P.J. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: Intramedullary nails versus plates // *J Orthop Trauma*. 2000. Vol. 14(3), March/April. pp. 162–166.
18. Cheng H.-R., Lin J. Prospective randomized comparative study of antegrade and retrograde locked nailing for middle humeral shaft fracture // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2008. Vol. 65(1), July. pp. 94–102.
19. Cognet J.M., Fabre T., Durandean A. Persistent radial palsy after humeral diaphyseal fracture: cause, treatment and results. 30 operated cases // *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2002. Nov, Vol. 88(7). pp. 655–662.
20. Dabezies E.J., Banta C.J., Murphy C.P., d'Ambrosia R.D. Plate fixation of the humeral shaft for acute fractures, with and without radial nerve injuries // *J. Orthop. Trauma*. 1992. Vol. 6(1). pp. 10–13.
21. Ekholm R., Ponzer S., Tornkvist H. Primary radial nerve palsy in patients with acute humeral shaft fractures // *J Orthop Trauma*. 2008. Vol. 22(6), July. pp. 408–414.
22. Fernandez Dell'Oca A.A. The principle of helical implants. Unusual ideas worth considering. Case studies // *Injury*. 2002. no. 33 Suppl 1:SA. pp. 29–40.
23. Franck W.M., Olivieri M., Jannasch O., Hennig F.F. Expandable nail system for osteoporotic humeral shaft fractures: Preliminary results // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2003. Vol. 54(6). pp. 1152–1158.
24. Hak D.J., Althausen P., Hazelwood S.J. Locked plate fixation of osteoporotic humeral shaft fractures: Are two locking screws per segment enough? // *J. Orthop. Trauma*. 2010. Vol. 24(4), April. pp. 207–211.
25. Hall J.A., Phieffer L.S., McKee M.D. Humeral shaft split fracture around proximal humeral locking plates: A report of two cases // *J. Orthop.Trauma*. 2006. Vol. 20(10), November/December. pp. 710–714.
26. Heim D., Herkert F., Hess P., Regazzoni P. Surgical treatment of humeral shaft fractures the Basel experience // *J. Trauma*. 1993. Aug, 35(2). pp. 226–232.
27. Idoine J.D., French B.G., Opalek J.M., DeMott L. Plating of acute humeral diaphyseal fractures through an anterior approach in multiple trauma patients // *J. Orthop. Trauma*. 2012. Vol. 26(1), January. pp. 9–18.
28. Kobayashi M., Watanabe Y., Matsushita T. Early full range of shoulder and elbow motion is possible after minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures // *J. Orthop. Trauma* 2010. Vol. 24(4), April. pp. 212–216.
29. Livani B., Belangero W.D. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures // *Injury*. 2004. no. 35. pp. 587–595
30. Lopez-Arevalo R., de Llano-Temboury A.Q., Serrano-Montilla J. de Llano-Gimenez E.Q., Fernandez-Medina J.M. // Treatment of diaphyseal humeral fractures with the minimally invasive percutaneous plate (MIPPO) Technique: cadaveric study and clinical results // *J. Orthop. Trauma*. 2011. Vol. 25(5), May. pp. 294–299.
31. Noaman H., Khalifa A.R., El-Deen M.A., Shiha A. Early surgical exploration of radial nerve injury associated with fracture shaft humerus // *Microsurgery*. 2008. Vol. 28(8). pp. 635–642.
32. O'Toole R.V. et al. Are locking screws advantageous with plate fixation of humeral shaft fractures? A biomechanical analysis of synthetic and cadaveric bone // *J. Orthop. Trauma*. 2008. no. 22(10). pp. 709–15.
33. Rommens P.M., Blum J., Runkel M. Retrograde nailing of humeral shaft fractures // *Clin Orthop*. 1998, 350. pp. 26–39.
34. Ruedi T.P., Buckley R.E., Moran C.G. *AO Principles of Fracture Management*. 2nd expanded ed. AO Publishing, Switzerland. 2007. pp. 597–607.
35. Shao Y.C., Harwood P., Grotz M.R., et al. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review // *J. Bone Joint Surg*. 2005. no. 87B. pp. 1647.
36. Shin S.J., Sohn H.S., Do N.H. Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures: a technique to aid fracture reduction and minimize complications // *J. Orthop. Trauma*. 2012. Vol. 26(10), October. pp. 585–589.
37. Suzuki T., Hak D.J., Stahel P.F., et al. Safety and efficiency of conversion from external fixation to plate fixation in humeral shaft fractures, // *J. Orthop.Trauma* 2010, 24. pp. 414.
38. Tingstad E. M., Wolinsk P. R., Shyr Y., Johnson K.D. Effect of immediate weight bearing on plated fractures of the humeral shaft // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2000. Vol. 49(2), August. pp. 278–280
39. Tong G.O., Bavonatanavech S. *AO Manual of fracture management. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO)* AO Publishing, Switzerland, 2007. P. 144–178.
40. Tytherleigh-Strong G., Walls N., McQueen M.M. The epidemiology of humeral shaft fractures // *J. Bone Joint Surg. Br*. 1998. no. 80. pp. 249–253.
41. Venouziou A.I., Dailiana Z.H., Varitimidis S.E., Hantes M.E., Gougoulas N.E., Malizos K.N. Radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture. Is the energy of trauma a prognostic factor? // *Injury*. 2011. no. 42(11). pp. 1289–1293. doi: 10.1016/j.injury.2011.01.020.
42. Volgas D.A., Stannard J.P., Alonso J.E. Nonunions of the humerus // *Clin Orthop Relat Res*. 2004. no. 419. pp. 46–50.
43. Wang J.-P., Shen W.-J., Chen W.-M. Iatrogenic radial nerve palsy after operative management of humeral shaft fractures // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2009. Vol. 66(3). pp. 800–803
44. Yakkanti M.R., Roberts C.S., Murphy J.B.S., Acland R.D. Anterior transposition of the radial nerve-A cadaveric study // *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2008. Vol. 22(10), November/December. pp. 705–708.
45. Zhiquan, A., Bingfang.Z., Yeming. W., Chi Z., Peiyan H. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures // *J. Orthop. Trauma*. 2007. Vol. 21 (9), October. pp. 628–633.

Рецензенты:

Москалёв В.П., д.м.н., профессор кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава РФ, г. Санкт-Петербург;

Хоминец В.В., д.м.н., доцент, начальник кафедры военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова Министерства обороны РФ, г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 29.12.2014.