УДК 159.9 : [614.8 : 351.862] DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-3-38-49

Б.А. Майоров[1–3], И.Г. Беленький[1, 2], Г.Д. Сергеев[1, 2], К.К. Гадоев[2]

МАЛОИНВАЗИВНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ ЗАКРЫТОГО ПЕРЕЛОМА ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ СО СМЕЩЕНИЕМ ОТЛОМКОВ

[1] Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит А);
[2] Санкт-Петербургский косударственный университет
(Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9);
[3] Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8)

Введение. Переломы дистального метаэпифиза большеберцовой кости (переломы пилона) являются результатом высокоэнергетической травмы. В связи с этим многие хирурги придерживаются двухэтапного протокола лечения данных травм, включающего временную внешнюю фиксацию с последующим переходом на погружной окончательный остеосинтез. Для более точной репозиции приходится увеличивать степень инвазии, выполняя достаточно большие разрезы кожи и мягких тканей с обнажением зоны перелома, что является причиной многочисленных осложнений. Более перспективными представляются различные варианты малоинвазивного внутреннего остеосинтеза.

Цель – на клиническом примере продемонстрировать усовершенствованный вариант малоинвазивного остеосинтеза перелома дистальных метаэпифизов костей голени, позволяющий в большинстве случаев избежать необходимости обязательной фиксации малоберцовой кости при наличии ее перелома в области средней и нижней третей.

Методология. Высокая вероятность осложнений при традиционном открытом остеосинтезе переломов пилона у пациентов с компрометированным кровоснабжением дистальных отделов нижних конечностей требует иного подхода к их хирургическому лечению. Малоинвазивная фиксация переломов дистального метаэпифиза костей голени является перспективной методикой. Особенности архитектоники перелома большеберцовой кости иногда ограничивают возможность выполнения адекватного доступа к малоберцовой кости. В этом случае повышение стабильности остеосинтеза достигается за счет фиксации пластинами всех поврежденных колонн дистального отдела большеберцовой кости.

Результаты и их анализ. Представлен клинический случай хирургического лечения пациента с переломом пилона типа 43C1 по классификации переломов AO/ASIF. При лечении пациента применялась тактика последовательного остеосинтеза. Подробно описана техника малоинвазивного оперативного вмешательства, продемонстрированы хирургические доступы. Репозиция отломков выполнена закрыто, фиксация отломков большеберцовой кости – с помощью переднелатеральной и медиальной пластин. Для проведения пластины, расположенной по переднелатеральной поверхности, дистально произведен поперечный мини-доступ, что позволило сохранить кровоснабжение зоны перелома и минимизировать риск некроза кожного перешейка между хирургическими разрезами. Послеоперационный период протекал без осложнений. При осмотре пациента через 3 мес после оперативного вмешательства функциональный результат при оценке по шкалам AOFAS и Neer составил 71 и 76 баллов соответственно. Объем движений в голеностопном суставе составил 40° (90–130°).

Заключение. Описанный подход к хирургическому лечению переломов пилона является эффективным, особенно при вальгусных переломах типов A и C1 по классификации переломов по AO, когда

Майоров Борис Александрович – канд. мед. наук, мл. науч. сотр., отд. травматологии, ортопедии и вертебрологии, С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит А); доц. каф. общ. хирургии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9); ассистент каф. травматологии и ортопедии, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8), ORCID: 0000-0003-1559-1571, e-mail: bmayorov@mail.ru;

✉ Беленький Игорь Григорьевич – д-р мед. наук, руков. отд. травматологии, ортопедии и вертебрологии, С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит А); проф. каф. общ. хирургии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), ORCID: 0000-0001-9951-5183, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

Сергеев Геннадий Дмитриевич – канд. мед. наук, ст. науч. сотр., отд. травматологии, ортопедии и вертебрологии, С.-Петерб. науч.-исслед. ин-т скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Россия, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит А); ассистент каф. общей хирургии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), ORCID: 0000-0002-8898-503X, e-mail: gdsergeev@gmail.com;

Гадоев Камолиддин Комилович – аспирант каф. общ. хирургии, С.-Петерб. гос. ун-т (Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), ORCID: 0009-0003-5565-0721, e-mail: dr.kamoliddingk@mail.ru

возможно применение минимально инвазивной техники. Имплантация переднелатеральной пластины в сочетании с добавочной медиальной повышает стабильность фиксации и, в то же время, снижает необходимость выполнения остеосинтеза малоберцовой кости.

Ключевые слова: дорожно-транспортный травматизм, перелом пилона, малоинвазивный остеосинтез, накостный остеосинтез, перелом большеберцовой кости, клинический случай.

Введение

Переломы дистального метаэпифиза большеберцовой кости (переломы пилона) часто бывают результатом высокоэнергетической травмы, что является определяющим в тактике лечения этих повреждений [1, 9]. С учетом небольшого количества мягких тканей в нижней трети голени и скомпрометированного травмой сосудистого статуса в настоящее время все больше и больше хирургов склоняются к двухэтапному протоколу лечения переломов пилона, при котором на 1-м этапе перелом стабилизируется аппаратом наружной фиксации в режиме умеренной дистракции. Это позволяет произвести первичную репозицию отломков за счет тракции и лигаментотаксиса с восстановлением оси, длины сегмента и ликвидацией ротационного смещения. Затем 2-м этапом после уменьшения посттравматического отека и нормализации трофики выполняется операция внутреннего остеосинтеза [1, 14, 15]. При этом для облегчения выполнения окончательной репозиции многие хирурги стремятся увеличить степень инвазии, выполняя достаточно большие разрезы кожи и мягких тканей с обнажением зоны перелома, что дополнительно травмирует ткани и приводит к деваскуляризации кости в зоне перелома. Это, в свою очередь, является причиной многочисленных осложнений, связанных с некрозом краев раны, несращением и развитием инфекции [10]. В силу этих обстоятельств ряд авторов склоняются к внеочаговому остеосинтезу переломов пилона, говоря о том, что остаточное смещение костных отломков лучше, чем описанные выше осложнения [13, 24]. Однако более перспективным представляется поиск различных вариантов малоинвазивного внутреннего остеосинтеза. В этом случае из небольшого разреза в зоне голеностопного сустава выполняется репозиция отломков, затем длинная пластина проводится снизу вверх эпипериостально. В области верхнего края пластины производится небольшой разрез кожи и мягких тканей, после чего проксимальный и дистальный концы пластины фиксируются из сформированных мягкотканых окон [25].

Отдельный вопрос заключается в том, насколько необходима фиксация сопутствующего перелома малоберцовой кости при его наличии. С одной стороны, остеосинтез малоберцовой кости способствует восстановлению длины сегмента и препятствует его вальгусной деформации, с другой – это вмешательство требует выполнения дополнительных хирургических доступов, которые могут вступать в конфликт с хирургическими доступами к большеберцовой кости [22]. В целом же при лечении переломов пилона имеется противоречие между стремлением выполнить качественную репозицию и фиксацию отломков и необходимой для этого травмой кости и мягких тканей.

Обращаясь к теории остеосинтеза, следует сказать, что сегодня классическая концепция лечения переломов пилона, в основе которой лежат фиксация малоберцовой кости и остеосинтез перелома пилона медиальной пластиной [6, 9, 25], применима не всегда. Развитие концепции стабильности остеосинтеза привело к тому, что для ряда переломов метаэпифизарной локализации были предложены различные варианты теории колонн, которая соотносится с технологией достижения адекватной стабильности фиксации переломов [2, 5, 23]. Следуя этой теории, дистальный отдел большеберцовой кости разделяется на латеральную, медиальную и заднюю колонны [4, 15, 19]. Последователи теории колонн говорят о том, что каждая из поврежденных колонн должна быть фиксирована отдельным имплантатом [11, 12]. В большинстве случаев для этого требуется использование дополнительных хирургических доступов. Так, при переломах дистального отдела большеберцовой кости, наряду с переднемедиальным и переднелатеральным доступами, используются заднелатеральный и заднемедиальный доступы [4, 5, 8].

При этом возникают ряд противоречий, связанных с тем, что установка дополнительных имплантатов, хотя и повышает стабильность остеосинтеза, требует дополнительной травматизации тканей, которая может быть причиной различных осложнений, в первую очередь приводит к развитию инфекции и несращений [1, 9]. С целью минимизации осложнений разрабатываются различные варианты малоинвазивных доступов. В частности, при остеосинтезе дистального отдела бедренной

кости предложен малоинвазивный медиальный доступ [3]. При невозможности использования малоинвазивной техники принято следовать правилу, согласно которому расстояние между соседними доступами не должно быть меньше 7 см для того, чтобы сохранить адекватное питание находящегося между доступами комплекса мягких тканей [9].

При сочетании переломов дистального метафиза большеберцовой кости с переломами малоберцовой кости общепринятой является фиксация малоберцовой кости из заднелатерального или латерального хирургического доступа [8, 9]. Считается, что она значительно увеличивает стабильность фиксации перелома и препятствует вальгусной деформации сегмента [8, 26]. Однако остеосинтез малоберцовой кости значительно ограничивает возможности выбора хирургического доступа для остеосинтеза большеберцовой кости из-за недостаточного расстояния между предполагаемыми доступами. В частности, переднелатеральный хирургический доступ, который предпочтителен при переломах с первичной вальгусной деформацией сегмента, как и у нашего пациента, не может быть выполнен из-за небольшого расстояния между ним и заднелатеральным или латеральным доступом, используемыми для остеосинтеза малоберцовой кости [20]. Частично проблему ограниченного выбора доступа для остеосинтеза пилона и дистального отдела большеберцовой кости решает применение методов малоинвазивного накостного остеосинтеза. Большинство авторов, использующих малоинвазивный накостный остеосинтез при переломах дистального отдела большеберцовой кости, отдают предпочтение медиальному или переднемедиальному доступу [6, 17, 25] с установкой медиальной опорной пластины (анатомической низкопрофильной или стандартной с ее интраоперационным моделированием) независимо от типа перелома. При этом даже при переломах пилона с вальгусной нестабильностью вопрос стабилизации латеральной колонны решается фиксацией малоберцовой кости. Однако в ряде случаев такой метод приводит к фиксации с остаточными угловыми смещениями [7].

В этом случае переднелатеральное расположение пластины может снизить долю этих осложнений. Однако такой подход нельзя назвать истинно малоинвазивным, несмотря на короткий доступ, так как для его выполнения требуется продольное рассечение удерживателей разгибателей с возможностью ретракции сухожилий и переднего сосудисто-нервного пучка для установки передней пластины и ее фиксации горизонтально расположенными субхондральными винтами. Это подтверждают результаты, опубликованные D. Lakhotia и соавт., которые сочетали традиционный заднелатеральный открытый остеосинтез малоберцовой кости с малоиинвазивным накостным остеосинтезом большеберцовой кости [18]. При этом авторы применяли анатомическую переднелатеральную пластину и устанавливали ее из короткого, длиной 3–5 см, переднелатерального продольного доступа, находящегося кпереди, на среднем расстоянии 5,7 см от доступа к малоберцовой кости. Проксимальная фиксация пластины также выполнялась из мини-доступа. Авторы сохраняли поверхностный малоберцовый нерв, а верхний удерживатель разгибателей рассекали продольно. В случае околосуставных переломов применяли непрямую репозицию метафизарных отломков с помощью остроконечных костодержателей. При внутрисуставных переломах проводили прямую репозицию внутрисуставных фрагментов через поперечную артротомию, использовали отведение переднелатерального фрагмента и спицы-джойстики для репозиции заднего фрагмента, часть центральной импрессии. Медиальный фрагмент также фиксировали спицами Киршнера и стягивающими винтами. Подобную хирургическую технику авторы применили у 42 пациентов с переломами дистального отдела большеберцовой кости и получили средний срок сращения 5 мес. Авторы отмечают осложнения у 10 своих пациентов, преимущественно со стороны мягких тканей. Среди них 4 случая – краевого некроза раны и 1 случай – поверхностной инфекции раны. Эти состояния у пациентов разрешились на фоне регулярных перевязок без дополнительного оперативного лечения. Один пациент с некрозом кожи в области раны нуждался во вторичной хирургической обработке и укрытии раны. Из других осложнений авторы отметили 1 случай нарушения чувствительности кожи тыльной поверхности стопы, 1 случай – мышечной грыжи в области проксимальной раны, 2 случая – замедленного сращения перелома. Таким образом, можно утверждать, что частота осложнений, связанных с повреждением мягких тканей в области дистального хирургического доступа, отмечена у 6 (14%) пациентов в данной группе исследования. Это, возможно, связано с излишней травматизацией мягких тканей в области дистального продольного переднелатерального мини-доступа, так как

подобный подход требует чрезмерной ретракции мягких тканей для репозиции отломков и установки блокирующих винтов в горизонтальное плечо пластины. Применение поперечного доступа, возможно, могло бы решить эту проблему. Кроме того, авторы проводили фиксацию малоберцовой кости у всех своих пациентов из открытого заднелатерального доступа, что, с нашей точки зрения, не всегда оправдано и необходимо, так как при корректной установке переднелатеральной пластины и восстановлении длины латеральной колонны проблема вальгусной деформации и латеральной стабильности может быть решена без необходимости отдельной фиксации малоберцовой кости.

D. Wu и соавт. попытались решить обозначенную выше проблему открытой прямой репозиции суставных фрагментов и переднелатерального позиционирования опорной пластины, предложив метод малоинвазивного накостного остеосинтеза через изогнутый переднелатеральный доступ [27]. В своей работе авторы продемонстрировали 17 пациентов с высокоэнергетическими переломами пилона, средний возраст которых составил 37,4 года. По классификации переломов по АО в исследование вошли 5 случаев перелома типа 43B2 (неполный внутрисуставной перелом дистального отдела большеберцовой кости с расколом и импрессией суставной поверхности), 7 случаев – 43C1 (полный внутрисуставной перелом дистального отдела большеберцовой кости: простые метафизарный и внутрисуставной переломы), 3 случая – 43C2 (полный внутрисуставной перелом дистального отдела большеберцовой кости: сложный метафизарный и простой внутрисуставной переломы) и 2 случая – 43C3 (полный внутрисуставной перелом дистального отдела большеберцовой кости: сложные метафизарный и внутрисуставной переломы), в том числе, 2 открытых перелома I и II типа по Gustillo–Anderson. Как отмечают авторы, непременным условием применения метода являлась возможность выполнения репозиции внутрисуставного компонента перелома используемым методом, что решалось в ходе предоперационного планирования по данным компьютерной томографии. Операцию окончательного малоинвазивного остеосинтеза выполняли в среднем через 7,6 сут после травмы. В 11 случаях первично выполняли открытую репозицию и внутреннюю фиксацию малоберцовой кости. Изогнутый передний доступ начинали от верхушки латеральной лодыжки и продлевали в косом направлении в сторону передней поверхности дистального межберцового синдесмоза длиной 6–8 см. Удерживатель разгибателей сухожилий рассекали горизонтально параллельно линии сустава, визуализацию и репозицию суставных фрагментов проводили через образовавшиеся 4 окна между сухожилиями и передним сосудисто-нервным пучком. Окончательную фиксацию перелома проводили устанавливаемой ретроградно из того же доступа переднелатеральной пластиной. Дистальные винты с угловой стабильностью вводили через указанные дистальные мини-окна, проксимальные винты – через дополнительные разрезы-проколы кожи на переднелатеральной поверхности голени. Авторам удалось выполнить анатомическую реконструкцию дистального отдела голени у 70,5 % пациентов, хорошую репозицию – у 23,6 %, не удалось добиться этого у 1 пациента (5,9 %). При этом авторы отметили остаточную вальгусную деформацию в 7° и 8° у 2 пациентов (11,8 %). Все переломы срослись в средний срок – 3,6 мес, 14 пациентам потребовалось удаление имплантатов в срок 1–2 года после операции. Функциональные результаты оценены как отличные и хорошие у 15 пациентов (88,6 %) в срок более 2 лет после операции. Авторы отмечают низкую долю осложнений в своей работе. Это всего лишь 1 случай поверхностной инфекции, 2 случая – временной невропатии малоберцового нерва и 2 случая –посттравматического артроза голеностопного сустава легкой степени [27].

Хорошие результаты, полученные авторами, заставляют обратить более пристальное внимание на предложенный ими метод малоинвазивного накостного остеосинтеза пилона большеберцовой кости. Метод позволил выполнить анатомическую репозицию суставного фрагмента, восстановить осевые взаимоотношения диафизарного компонента, а также добиться стабильной фиксации до сращения перелома и раннего и полноценного восстановления функции у большинства пострадавших. Авторы также указывают на низкий риск некроза кожи в области послеоперационной раны, сохранение значительной части удерживателя сухожилий разгибателей, относительно хорошую визуализацию суставной поверхности и, в то же время, сохранение всех преимуществ малоинвазивной операции, таких как кровоснабжение отломков и щадящая для мягких тканей техника операции. Однако, как отмечают сами авторы, малое количество пациентов в их группе, а также не изученный

с анатомических позиций риск повреждения сосудов и нервов при данном доступе пока не позволяют рекомендовать его для широкого применения [27].

Нами же предложена малоинвазивная имплантация переднелатеральной пластины из дистального поперечного доступа с дополнительной имплантацией медиальной пластины, что позволяет достигнуть требуемого уровня стабильности без фиксации малоберцовой кости, сводя к минимуму дополнительную операционную травму.

Цель – на клиническом примере продемонстрировать усовершенствованный вариант малоинвазивного остеосинтеза перелома дистальных метаэпифизов костей голени, позволяющий в большинстве случаев избежать необходимости обязательной фиксации малоберцовой кости при наличии ее перелома в области средней и нижней третей.

Результаты и их анализ

Представленный клинический пример позволяет посмотреть под другим углом на проблему стабилизации высокоэнергетического перелома пилона с первичной вальгусной деформацией. Необходимость минимизации дополнительного повреждения мягких тканей в ходе остеосинтеза усугублялась соматическим статусом пациента с наличием исходной сердечно-сосудистой недостаточности. Без сомнения вероятность осложнений при традиционном подходе с фиксацией малоберцовой и большеберцовой костей из двух стандартных доступов была чрезмерно высока. Теоретически первичная вальгусная деформация предполагает переднелатеральное позиционирование пластины на большеберцовой кости. Выполнение остеосинтеза малоберцовой кости в этом случае становится невозможным технически из-за конфликта хирургических доступов, а одна переднелатеральная фиксация может не обеспечить достаточный уровень стабильности. Нами эта проблема решена путем малоинвазивной имплантации дополнительной медиальной пластины на большеберцовую кость.

Клинический пример. Пациент Б., 66 лет, получил травму в результате дорожно-транспортного происшествия, был сбит автомобилем. Через 30 мин после травмы доставлен во Всеволожскую клиническую больницу (Ленинградская обл.) бригадой скорой медицинской помощи, где, на основании проведенного обследования, установлен диагноз: сочетанная травма головы, конечностей; закрытая черепно-мозговая травма, ушиб головного мозга легкой степени тяжести; закрытый перелом медиальной стенки левой орбиты, рвано-ушибленная рана области лба; закрытый чрезвертельный перелом левой бедренной кости со смещением отломков, закрытый перелом обеих костей правой голени в нижней $^1/_3$ со смещением отломков. Сопутствующий диагноз: ишемическая болезнь сердца, сердечная недостаточность II функционального класса, пароксизмальная форма фибрилляции предсердий, гипертоническая болезнь II стадии, риск сердечно-сосудистых отклонений – 3.

С учетом стабильного состояния пациента, в соответствии с протоколом лечения множе-

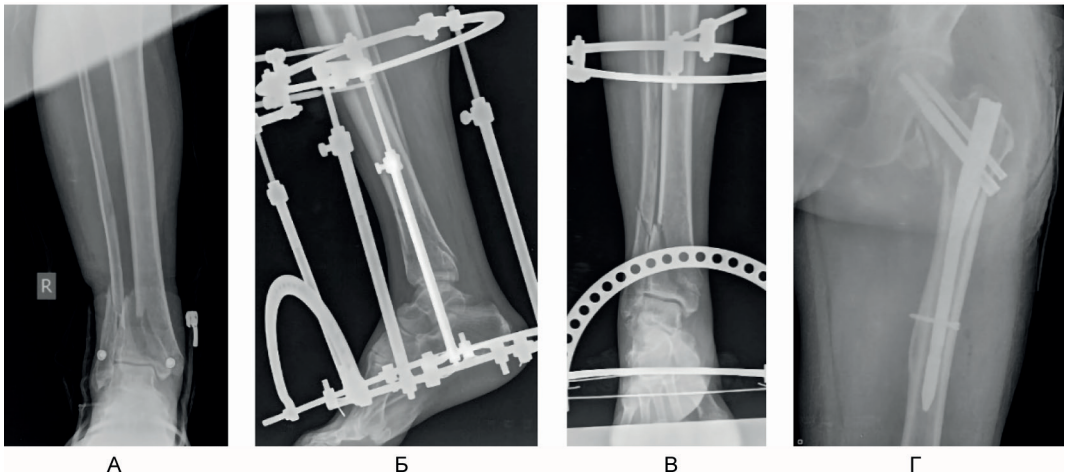

Рис. 1. Рентгенограммы пациента Б, 66 лет, в день поступления.
А – первичная рентгенограмма голени и голеностопного сустава в прямой проекции;
Б, В – первичная закрытая репозиция аппаратом наружной фиксации; Г – результат интрамедуллярного остеосинтеза перелома проксимального отдела бедренной кости.

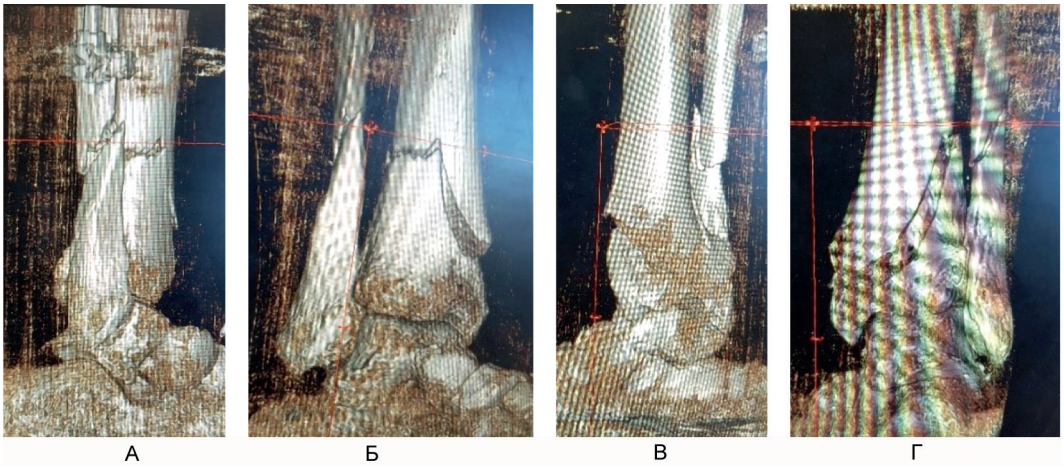

Рис. 2. 3D-реконструкция по данным компьютерной томографии для уточнения характера сложного внутрисуставного перелома нижней $^1/_3$ костей голени.
А – вид с латеральной стороны; Б – вид спереди; В – вид с медиальной стороны; Г – вид сзади.

ственной и сочетанной травмы, пациент доставлен в операционную. Выполнена операция: закрытая репозиция, малоинвазивный остеосинтез левой бедренной кости проксимальным бедренным стержнем, внеочаговый остеосинтез правой голени аппаратом наружной фиксации с умеренной тракцией (рис. 1), первичная хирургическая обработка раны лба.

Послеоперационный период протекал без особенностей. Показаний к оперативному лечению перелома орбиты не выявлено. Пациент дообследован, выполнена компьютерная томография дистального отдела голени для окончательной верификации типа перелома и проведения предоперационного планирования (рис. 2).

На 10-е сутки после травмы на фоне регресса отека нижней $^1/_3$ голени последовательно выполнены демонтаж аппарата наружной фиксации и малоинвазивный накостный остеосинтез правой большеберцовой кости.

Учитывая первичную вальгусную деформацию дистального отдела большеберцовой кости, для повышения биомеханической стабильности фиксации костных отломков более предпочтительным представлялось применение комбинации пластин с позиционированием основной опорной пластины по переднелатеральной поверхности и добавочной пластины по медиальной поверхности.

Операция выполнена следующим образом. Поврежденную нижнюю конечность уложили на рентгенопрозрачный стол таким образом, чтобы обеспечить возможность рентгеновской визуализации голени на всем протяжении. Предварительно установили дистрактор для осуществления первичной репозиции отломков и грубой коррекции оси сегмента. При этом детали дистрактора смонтировали таким образом, чтобы они не препятствовали выполнению остеосинтеза: проксимальный стержень введен в сагиттальной плоскости на уровне гребня большеберцовой кости, дистальный стержень установлен во фронтальной плоскости в область латеральной поверхности бугра пяточной кости. Штанга дистрактора установлена на латеральной стороне голени и голеностопного сустава (рис. 3).

Выполнили поперечный разрез кожи и поверхностной фасции на передней поверхности голени на 1–2 см выше проекции щели голе-

Рис. 3. Дистрактор, установленный на голень, не препятсвует выполнению остеосинтеза.

А Б В

Рис. 4. Малоинвазивный остеосинтез минимизирует ятрогенную травму мягких тканей и нарушение кровоснабжения отломков кости.
А – закрытая репозиция остроконечными репозиционными щипцами;
Б, В – интраоперационные рентгенограммы при установке опорной пластины.

ностопного сустава. Путем продольной тупой диссекции сформировали 2 окна для доступа к большеберцовой кости между проксимальной и дистальной порциями удерживателя сухожилий разгибателей: 1-е – между длинным разгибателем I пальца стопы и длинным разгибателем пальцев стопы, 2-е – латеральнее длинного разгибателя пальцев стопы. Через сформированные окна снизу вверх эпипериостально ввели анатомически предызогнутую пластину для дистального отдела большеберцовой кости до тех пор, пока дистальный ее конец не достиг уровня субхондрального слоя большеберцовой кости. Затем пластина была предварительно фиксирована к кости спицей Киршнера. Окончательную репозицию перелома в метафизарной зоне выполнили чрескожно с использованием остроконечных репозиционных щипцов. На уровне проксимального конца пластины на переднелатеральной поверхности голени осуществили проксимальный разрез кожи и мягких тканей длиной 3 см, минимально необходимый для визуализации пластины. Пластину фиксировали к кости винтами с угловой стабильностью, введя через дистальный и проксимальный доступы ниже и выше зоны перелома, соответственно, по 4 винта. Обнажение зоны метафиза и области перелома не выполняли, что сохранило перифрактурную гематому и создало оптимальные условия для сращения перелома (рис. 4).

Затем выполнили медиальный дистальный разрез кожи и мягких тканей длиной 2 см, начиная его на 2 см проксимальнее верхушки медиальной лодыжки и продолжая его в проксимальном направлении. Далее предварительно отмоделированную по форме дистального отдела большеберцовой кости линейную пластину $^1/_3$ трубки длиной, достаточной для перекрытия зоны перелома, провели эпипериостально снизу вверх до тех пор, пока дистальный ее конец не достиг нижнего края сделанного разреза. Затем на уровне проксимального конца введенной пластины, который хорошо пальпировался под мягкими тканями на медиальной поверхности нижней $^1/_3$ голени, выполнили вертикальный разрез кожи длиной 2 см. Разводя кожу и подлежащие мягкие ткани, проксимальный конец введенной пластины был визуализирован в ране. Затем произвели фиксацию медиальной пластины винтами диаметром 3,5 мм, введя по 2 винта дистальнее и проксимальнее зоны перелома через медиальный дистальный и медиальный проксимальный доступы соответственно (рис. 5). Раны ушиты послойно, после чего наложенный ранее дистрактор демонтирован.

Положение отломков и имплантатов в ходе операции контролировали интраоперационной рентгеноскопией при помощи рентгеновского электронно-оптического преобразователя. Рентгенологический результат операции представлен на рис. 6.

Рис. 5. Малоинвазивная имплантация металлоконструкций.
А – интраоперационная рентгенограмма во время установки медиальной пластины;
Б, В – интраоперационный вид конечности после установки имплантатов.

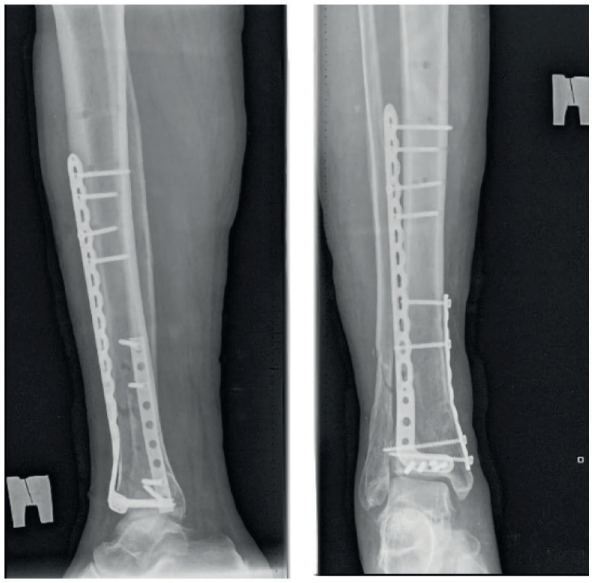

Рис. 6. Рентгенограммы в боковой (А) и прямой (Б) проекциях после выполнения малоинвазивного накостного остеосинтеза нижней $^1/_3$ большеберцовой кости.

Пациент осмотрен через 3 мес после операции. Он ходит с частичной опорой на оперированную конечность с тростью. Болевой синдром отсутствует. Тыльное сгибание и разгибание голеностопного сустава – в объеме 90–130°, функциональный результат по шкалам AOFAS и Neer [16, 21] составил 71 и 76 баллов соответственно (рис. 7).

Руководствуясь изложенными соображениями, при предоперационном планировании остеосинтеза у нашего пациента Б., 66 лет, с переломом в области метаэпифиза правой большеберцовой кости и нижней трети диафиза малоберцовой кости мы постарались решить проблему латеральной стабильности с помощью установки опорной переднелатеральной пластины на большеберцовую кость, восстановив ее длину с помощью закрытой тракции в аппарате наружной фиксации (и этот момент мы считаем крайне важным, так как первичное восстановление осевых взаимоотношений и сохранение их в течении дооперационного периода, безусловно, облегчает репозиционные маневры в ходе окончательного остеосинтеза), с последующей установкой пластин через мини-доступы. Фиксация же малоберцовой кости из отдельных доступов в данном случае не потребовалась, так как цель ее остеосинтеза – устранение вальгусной деформации и латеральная стабильность – была решена остеосинтезом самой большеберцовой кости. Правомерность выбранной нами тактики в случае у нашего пациента была доказана клиническим и рентгенологическим сращением перелома большеберцовой кости, отсутствием при этом вторичного смещения отломков и хорошим функциональным результатом.

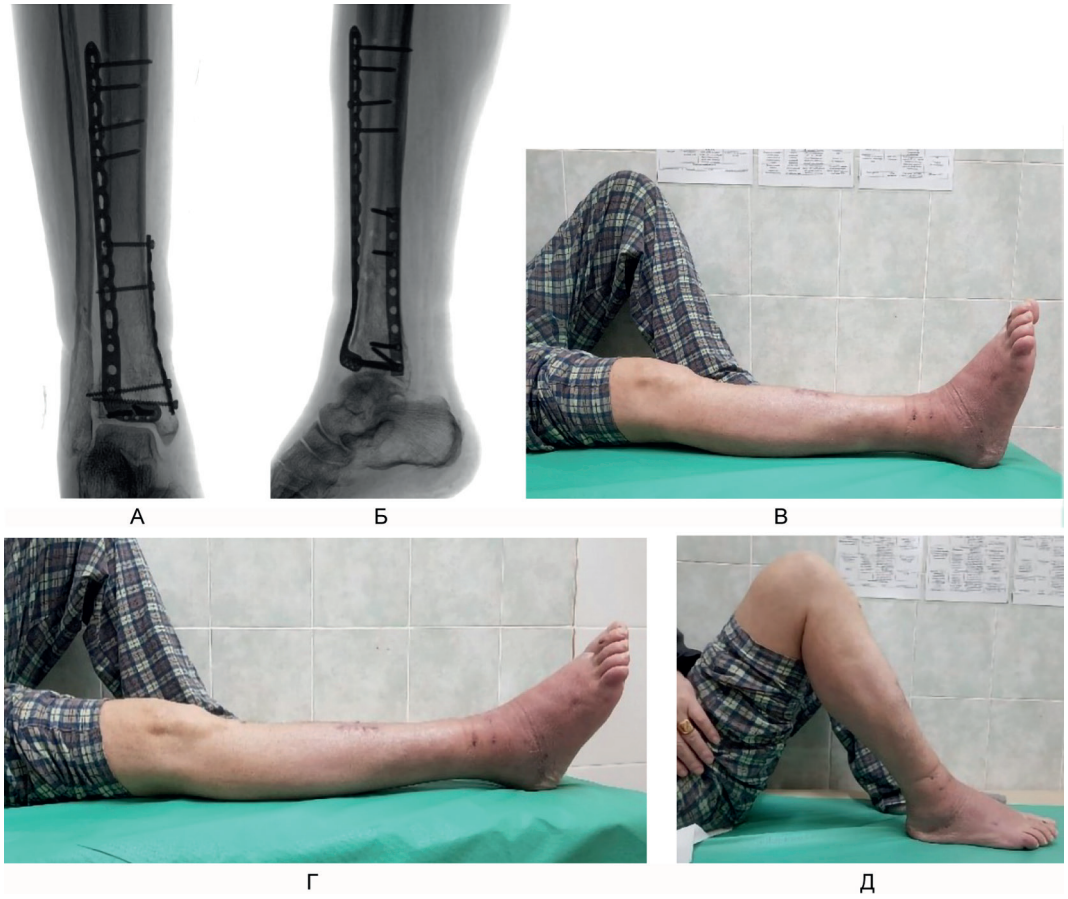

Рис. 7. Результат оперативного лечения через 3 мес после вмешательства.
Контрольные рентгенограммы в прямой (А) и боковой (Б) проекции – определяется сращение перелома;
В–Д – функциональный результат лечения.

Заключение

Описанный подход к хирургическому лечению переломов пилона является эффективным, особенно при вальгусных переломах типов А (внесуставной перелом дистального отдела большеберцовой кости) и С1 (полный внутрисуставной перелом дистального отдела большеберцовой кости: простые метафизарный и внутрисуставной переломы) по классификации переломов по АО, когда возможно применение минимально инвазивной техники. При этом имплантация переднелатеральной пластины в сочетании с добавочной медиальной повышает стабильность фиксации и, в то же время, снижает необходимость выполнения остеосинтеза малоберцовой кости. Однако окончательные выводы о целесообразности применения описанной методики можно будет сделать после дополнительных клинических исследований.

Литература

1. Беленький И.Г., Мануковский В.А., Майоров Б.А., Сергеев Г.Д. Современные принципы диагностики и лечения переломов пилона большеберцовой кости : учеб. пособие. СПб. : Медиапапир, 2022. 70 с.

2. Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Майоров Б.А. [и др.]. Экспериментальное и теоретическое обоснование двухколонной теории остеосинтеза при переломах дистального отдела бедренной кости // Травматология и ортопедия России. 2017. Т. 23, № 3. С. 86–94. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-86-94.

3. Кочиш А.Ю., Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Майоров Б.А. Анатомо-клиническое обоснование малоинвазивной техники установки дополнительной медиальной пластины при накостном остеосинтезе у пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 3. С. 306–312. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-306-312.

4. Миронов А.В. Лечение внутрисуставного перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости : автореф. дис. … канд. мед. наук. М., 2009. 21 с.

5. Assal M., Ray A., Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures // J. Orthop. Trauma. 2015. Vol. 29, N 2. P. 69–79. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000218.

6. Ballal A., Rai H.R., Shetty S.M. [et al.] A Prospective Study on Functional Outcome of Internal Fixation of Tibial Pilon Fractures with Locking Plate using Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Technique // J. Clin. Diagn. Res. 2016. Vol. 10, N 1. P. RC01-04. DOI: 10.7860/JCDR/2016/15284.7013.

7. Barış A., Çirci E., Demirci Z., Öztürkmen Y. Minimally invasive medial plate osteosynthesis in tibial pilon fractures: Longterm functional and radiological outcomes // Acta Orthop. Traumatol. Turc. 2020. Vol. 54, N 1. P. 20–26. DOI: 10.5152/j.aott.2020.01.489.

8. Bear J., Rollick N., Helfet D. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures // Curr. Rev. Musculoskelet Med. 2018. Vol. 11, N 4. P. 537–545. DOI: 10.1007/s12178-018-9519-7.

9. Buckley R.E., Moran C.G. Apivatthakakul Th. AO principles of fracture management. 3d ed. Stuttgart : Thieme, 2018. 1120 p.

10. Carter T.H., Duckworth A.D., Oliver W.M. [et al.]. Open Reduction and Internal Fixation of Distal Tibial Pilon Fractures // JBJS Essent. Surg. Tech. 2019. Vol. 9, N 3. P. e29. DOI: 10.2106/JBJS.ST.18.00093.

11. Dai C.H., Sun J., Chen K.Q., Zhang H.B. Omnidirectional Internal Fixation by Double Approaches for Treating Rüedi-Allgöwer Type III Pilon Fractures // J. Foot. Ankle. Surg. 2017. Vol. 56, N 4. P. 756–761. DOI: 10.1053/j.jfas.2017.02.012.

12. Frosch K.H., Korthaus A., Thiesen D. [et al.]. The concept of direct approach to lateral tibial plateau fractures and stepwise extension as needed // Eur. J. Trauma Emerg. Surg. 2020. Vol. 46, N 6. P. 1211–1219. DOI:10.1007/s00068-020-01422-0.

13. Guo Y., Tong L., Li S., Liu Z. External Fixation combined with Limited Internal Fixation versus Open Reduction Internal Fixation for Treating Ruedi-Allgower Type III Pilon Fractures // Med. Sci. Monit. 2015. Vol. 21. P. 1662–1667. DOI: 10.12659/MSM.893289.

14. Hebert-Davies J., Kleweno C.P., Nork S.E. Contemporary Strategies in Pilon Fixation // J. Orthop. Trauma. 2020. Vol. 34, Suppl. 1. P. S14–S20. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001698.

15. Jacob N., Amin A., Giotakis N. [et al.]. Management of high-energy tibial pilon fractures // Strat. Traum. Limb. Recon. 2015. Vol. 10. P. 137–147. DOI: 10.1007/s11751-015-0231-5.

16. Kitaoka H.B., Alexander I.J., Adelaar R.S. [et al.]. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes // Foot. Ankle. Int. 1994. Vol. 15, N 7. P. 349–353. DOI: 10.1177/107110079401500701.

17. Lai T.C., Fleming J.J. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Distal Tibia Fractures // Clin. Podiatr. Med. Surg. 2018. Vol. 35, N 2. P. 223–232. DOI: 10.1016/j.cpm.2017.12.005.

18. Lakhotia D., Sharma G., Khatri K, Kumar GN, Sharma V, Farooque K. Minimally invasive osteosynthesis of distal tibial fractures using anterolateral locking plate: Evaluation of results and complications // Chin. J. Traumatol. 2016. Vol. 19, N 1. P. 39–44. DOI: 10.1016/j.cjtee.2015.07.010.

19. Luo, C.F., Sun H., Zhang B., Zeng B.F. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures // J. Orthop. Trauma. 2010. Vol. 24, N 11. P. 683–692. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181d436f3.

20. Mittlmeier T., Wichelhaus A. Treatment strategy and planning for pilon fractures // Unfallchirurg. 2017. Vol. 120, N 8. P. 640–647. DOI: 10.1007/s00113-017-0383-5. (In German)

21. Neer C.S. 2nd, Grantham S.A., Shelton M.L. Supracondylar fracture of the adult femur. A study of one hundred and ten cases // J. Bone Joint. Surg. Am. 1967. Vol. 49, N 4. P. 591–613.

22. Ren D., Wang T., Liu Y. [et al.]. Treatment of the tibial pilon fractures using the antero-medial fibula approach: Ten case series // Medicine (Baltimore). 2020. Vol. 99, N 28. P. e20576. DOI: 10.1097/MD.0000000000020576.

23. Rikli D.A., Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases // J. Bone Joint. Surg. Br. 1996. Vol. 78, N 4. P. 588–592.

24. Ristiniemi J. External fixation of tibial pilon fractures and fracture healing // Acta. Orthop. Suppl. 2007. Vol. 78, N 326. P. 3. P. 5–34.

25. Tong G.O., Bavonratanavech S. AO Manual of fracture management. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO). Switzerland : Publishing, 2007. 385 p.

26. Vallier H.A., Cureton B.A., Patterson B.M. Randomized, prospective comparison of plate versus intramedullary nail fixation for distal tibia shaft fractures // J. Orthop. Trauma. 2011. Vol. 25, N 12. P. 736–741. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318213f709.

27. Wu D., Peng C., Ren G., Yuan B., Liu H. Novel anterior curved incision combined with MIPO for Pilon fracture treatment // BMC Musculoskelet. Disord. 2020. Vol. 21, N 1. P. 176. DOI: 10.1186/s12891-020-03207-3.

Поступила 01.06.2023 г.

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

Вклад авторов: Б.А. Майоров – изучение первичной медицинской документации, подготовка иллюстраций и написание первого варианта статьи; И.Г. Беленький – подготовка литературного обзора, редактирование и утверждение окончательного варианта статьи; Г.Д. Сергеев – составление списка литературы, подготовка иллюстраций и редактирование окончательного варианта статьи; К.К. Гадоев – изучение первичной медицинской документации, подготовка иллюстраций и написание первого варианта статьи.

Для цитирования. Майоров Б.А., Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Гадоев К.К. Малоинвазивный остеосинтез закрытого перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости со смещением отломков // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 3. С. 38–49. DOI 10.25016/2541-7487-2023-0-3-38-49

Minimally invasive osteosynthesis in displaced closed metaepiphyseal fractures of the distal tibia

B.A. Maiorov[1–3], I.G. Belen'kii[1, 2], G.D. Sergeev[1, 2], K.K. Gadoev[2]

[1] Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency medicine (3 lit A, Budapeshtskaja Str., St. Petersburg, 192242, Russia);
[2] St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia);
[3] Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St. Petersburg, 197022, Russia)

Boris Aleksandrovich Maiorov – PhD Med. Sci., junior research associate of trauma, orthopedics and vertebrology department Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency medicine (3 lit A, Budapeshtskaja Str., St. Petersburg, 192242, Russia); associate prof. of general surgery department, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia); teaching assistant of department of traumatology and orthopedics, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St. Petersburg, 197022, Russia), e-mail: bmayorov@mail.ru;

✉ Igor' Grigor'evich Belen'kii – Dr Med. Sci., head of trauma, orthopedics and vertebrology department, Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency medicine (3 lit A, Budapeshtskaja Str., St. Petersburg, 192242, Russia); prof. of general surgery department, St. Petersburg State University (7-9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

Gennadii Dmitrievich Sergeev – PhD Med. Sci., medical sciences, senior research associate of trauma, orthopedics and vertebrology department, Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency medicine (3 lit A, Budapeshtskaja Str., St. Petersburg, 192242, Russia); teaching assistant of general surgery department, St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: gdsergeev@gmail.com;

Kamoliddin Komilovich Gadoev – PhD Student of general surgery department St. Petersburg State University (7–9, Universitetskaya emb., St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: dr.kamoliddingk@mail.ru

Abstract

Relevance. Metaepiphyseal fractures of the distal tibia (pilon fractures) are the result of high-energy trauma. Therefore, many surgeons follow a two-stage treatment protocol for these injuries, including temporary external fixation with subsequent transition to definitive internal fixation. For more accurate reduction, surgeons have to extend the invasion using rather large skin and soft tissue incisions to expose the fracture area, thus causing numerous complications. Therefore, minimally invasive internal osteosynthesis seems a more promising technique.

The objective is to demonstrate a clinical case for advanced minimally invasive osteosynthesis technique in distal metaepiphyseal fracture of the tibia, which allows to avoid fixation of the middle and lower third fibula fractures.

Methods. High probability of complications after conventional open osteosynthesis of pilon fractures in patients with compromised blood supply to the distal parts of the lower limbs requires a different approach to their surgical treatment. Minimally invasive fixation of metaepiphyseal fractures of the distal tibia is a promising technique. Specific features of the tibial fracture pattern sometimes limit surgical options for an adequate access to the fibula. Front lateral and medial plating of the tibia allowed for closed repositioning of bone fragments. Front lateral plating was installed through a mini-transverse distal incision to sustain healthy blood perfusion of the fracture and eliminate the risk of necrotic cutaneous isthmus between the incisions. Post-op follow-up was without complications. Functional AOFAS and Neer scoring after 3 months of follow-up produced the results of 71 and 76 respectively. The range of motion in the ankle joint was 400 (90–1300).

Results and analysis. This study presents a clinical case of 43C1 (AO/ASIF) pilon fracture treated by surgery, using sequential osteosynthesis technique. Minimally invasive surgical intervention is thoroughly described, including the surgical approaches. Close fragment reduction was performed. Fixation of tibial fragments was performed using anterolateral and medial plates. Plate was passed along the anterolateral surface of tibia via distal transverse minimally invasive approach. This allowed us to preserve the blood supply to the fracture zone and minimize the risk of necrosis of the skin flap between the surgical incisions performed. Postoperative period proceeded without any complications. Patient having been examined 3 months after the surgery, the functional outcome was 71 and 76 points ac cording to the AOFAS and Neer scales, respectively. The range of motion in the ankle joint was 40° (90–130°).

Conclusion. The presented surgical management of pilon fractures has proved effective, in particular type A and C1 valgus fractures allowing for minimally invasive intervention. Anterolateral plating sustained by additional medial plating has enhanced fixation stability, thus reducing the scope of the indications for osteosynthesis of the fibula.

Key words: trauma, road accident trauma rate, pilon fracture, minimally invasive osteosynthesis, external fixation, tibial fracture, case report.

References

1. Belen'kii I.G., Manukovskii V.A., Maiorov B.A., Sergeev G.D. Sovremennye printsipy diagnostiki i lecheniya perelomov plato bol'shebertsovoi kosti: posobie dlya vrachei [Modern principles of diagnosis and treatment of fractures of the tibial plateau: a manual for physicians]. St. Petersburg. 2021. 48 p. (in Russ.)

2. Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Maiorov B.A. [et al.]. Eksperimental'noe i teoreticheskoe obosnovanie dvukhkolonnoi teorii osteosinteza pri perelomakh distal'nogo otdela bedrennoi kosti [Experimental and theoretical validation of double column internal fixation theory for distal femoral fractures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017; 23(3):86–94. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-86-94. (in Russ.)

3. Kochish A.Yu., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Maiorov B.A. Anatomo-klinicheskoe obosnovanie maloinvazivnoi tekhniki ustanovki dopolnitel'noi medial'noi plastiny pri nakostnom osteosinteze u patsientov s perelomami distal'nogo otdela bedrennoi kosti [Anatomical and clinical justification of a minimally invasive technique for implantation an additional medial plate for bone osteosynthesis in patients with fractures of the distal femur]. *Genii ortopedii* [Orthopaedic genius]. 2020; 26(3):306–312. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-306-312. (in Russ.)

4. Mironov A.V. Lechenie vnutrisustavnogo pereloma distal'nogo metaepifiza bol'shebertsovoi kosti [Treatment of intraarticular fracture of the distal tibial metaepiphysis] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moscow. 2009. 21 p. (in Russ.)

5. Assal M., Ray A., Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures. *J. Orthop. Trauma*. 2015; 29(2):69–79. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000218.

6. Ballal A., Rai H.R., Shetty S.M. [et al.] A Prospective Study on Functional Outcome of Internal Fixation of Tibial Pilon Fractures with Locking Plate using Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Technique. *J. Clin. Diagn. Res*. 2016; 10(1):RC01-04. DOI: 10.7860/JCDR/2016/15284.7013.

7. Barış A., Çirci E., Demirci Z., Öztürkmen Y. Minimally invasive medial plate osteosynthesis in tibial pilon fractures: Longterm functional and radiological outcomes. *Acta Orthop. Traumatol. Turc*. 2020; 54(1):20–26. DOI: 10.5152/j.aott.2020.01.489.

8. Bear J., Rollick N., Helfet D. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures. *Curr. Rev. Musculoskelet Med*. 2018; 11(4):537–545. DOI: 10.1007/s12178-018-9519-7.

9. Buckley R.E., Moran C.G. Apivatthakakul Th. AO principles of fracture management. 3d ed. Stuttgart : Thieme. 2018. 1120 p.

10. Carter T.H., Duckworth A.D., Oliver W.M. [et al.]. Open Reduction and Internal Fixation of Distal Tibial Pilon Fractures. *JBJS Essent. Surg. Tech*. 2019; 9(3):e29. DOI: 10.2106/JBJS.ST.18.00093.

11. Dai C.H., Sun J., Chen K.Q., Zhang H.B. Omnidirectional Internal Fixation by Double Approaches for Treating Rüedi-Allgöwer Type III Pilon Fractures. *J. Foot. Ankle. Surg*. 2017; 56(4):756–761. DOI: 10.1053/j.jfas.2017.02.012.

12. Frosch K.H., Korthaus A., Thiesen D. [et al.]. The concept of direct approach to lateral tibial plateau fractures and stepwise extension as needed. *Eur. J. Trauma Emerg. Surg*. 2020; 46(6):1211–1219. DOI: 10.1007/s00068-020-01422-0.

13. Guo Y., Tong L., Li S., Liu Z. External Fixation combined with Limited Internal Fixation versus Open Reduction Internal Fixation for Treating Ruedi-Allgower Type III Pilon Fractures. *Med. Sci. Monit.* 2015; 21:1662–1667. DOI: 10.12659/MSM.893289.

14. Hebert-Davies J., Kleweno C.P., Nork S.E. Contemporary Strategies in Pilon Fixation. *J. Orthop. Trauma*. 2020; 34(1):S14–S20. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001698.

15. Jacob N., Amin A., Giotakis N. [et al.]. Management of high-energy tibial pilon fractures. *Strat. Traum. Limb. Recon*. 2015; 10:137–147. DOI: 10.1007/s11751-015-0231-5.

16. Kitaoka H.B., Alexander I.J., Adelaar R.S. [et al.]. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot. Ankle. Int*. 1994; 15(7):349–353. DOI: 10.1177/107110079401500701.

17. Lai T.C., Fleming J.J. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Distal Tibia Fractures. *Clin. Podiatr. Med. Surg*. 2018; 35(2):223–232. DOI: 10.1016/j.cpm.2017.12.005.

18. Lakhotia D., Sharma G., Khatri K. [et al.]. Minimally invasive osteosynthesis of distal tibial fractures using anterolateral locking plate: Evaluation of results and complications. *Chin. J. Traumatol*. 2016; 19(1):39–44. DOI: 10.1016/j.cjtee.2015.07.010.

19. Luo, C.F., Sun H., Zhang B., Zeng B.F. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures. *J. Orthop. Trauma*. 2010; 24(11):683–692. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181d436f3.

20. Mittlmeier T., Wichelhaus A. Treatment strategy and planning for pilon fractures. *Unfallchirurg*. 2017; 120(8):640–647. DOI: 10.1007/s00113-017-0383-5. (In German)

21. Neer C.S. 2nd, Grantham S.A., Shelton M.L. Supracondylar fracture of the adult femur. A study of one hundred and ten cases. *J. Bone Joint. Surg. Am*. 1967; 49(4):591–613.

22. Ren D., Wang T., Liu Y. [et al.]. Treatment of the tibial pilon fractures using the antero-medial fibula approach: Ten case series. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99(28):e20576. DOI: 10.1097/MD.0000000000020576.

23. Rikli D.A., Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J. Bone Joint. Surg. Br*. 1996; 78(4):588–592.

24. Ristiniemi J. External fixation of tibial pilon fractures and fracture healing. *Acta. Orthop. Suppl*. 2007; 78(326):3,5–34.

25. Tong G.O., Bavonratanavech S. AO Manual of fracture management. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO). Switzerland : Publishing. 2007. 385 p.

26. Vallier H.A., Cureton B.A., Patterson B.M. Randomized, prospective comparison of plate versus intramedullary nail fixation for distal tibia shaft fractures. *J. Orthop. Trauma*. 2011; 25(12):736–741. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318213f709.

27. Wu D., Peng C., Ren G., Yuan B., Liu H. Novel anterior curved incision combined with MIPO for Pilon fracture treatment. *BMC Musculoskelet. Disord*. 2020; 21(1):176. DOI: 10.1186/s12891-020-03207-3.

Received 01.06.2023

For citing: Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Gadoev K.K. Maloinvazivnyi osteosintez zakrytogo pereloma distal'nogo metaepifiza bol'shebertsovoi kosti so smeshcheniem otlomkov. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2023; (3):38–49. **(In Russ.)**

Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Gadoev K.K. Minimally invasive osteosynthesis in displaced closed metaepiphyseal fractures of the distal tibia. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (3):38–49. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-3-38-49.