

## СОВРЕМЕННЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ПИЛОНА

Беленький И.Г.<sup>1,2</sup>, Майоров Б.А.<sup>1,3</sup>, Кочиш А.Ю.<sup>4</sup>, Усенов М.Б.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

<sup>2</sup>Санкт-Петербургское Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская Александровская больница», Санкт-Петербург;

<sup>3</sup>Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Ленинградской области «Всеволожская клиническая межрайонная больница», Всеволожск, e-mail: bmayorov@mail.ru;

<sup>4</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена», Санкт-Петербург, e-mail: auk1959@mail.ru;

<sup>5</sup>Государственное коммунальное казенное предприятие «Городская больница скорой медицинской помощи», Шымкент, e-mail: mbusenov@mail.ru

---

В работе описаны традиционные классификации переломов пилонна и новые варианты классификаций, основанные на данных компьютерной томографии и согласующиеся с применяемой при переломах других локализаций теорией колонн. Изложены также возможные механизмы получения этой травмы. Описаны данные современной литературы, посвященные различным подходам к хирургическому лечению этих повреждений и хирургическим доступам, говорящие о том, что консенсус в выборе оптимального метода лечения переломов пилонна отсутствует. общепризнанным в настоящее время является лишь двухэтапный протокол лечения данной группы пациентов. Из методов окончательной фиксации возможны открытая репозиция и внутренняя фиксация из расширенного доступа, малоинвазивный остеосинтез – как самостоятельный метод, так и в комбинации с аппаратом наружной фиксации, а также только аппарат наружной фиксации. При этом все методы имеют специфические преимущества и недостатки. Констатируется, что основной нерешенной проблемой хирургии переломов пилонна является желание улучшить визуализацию суставного компонента перелома, что увеличивает травматичность операции, при необходимости минимизировать дополнительные повреждения мягких тканей области перелома. Решение может быть найдено в разработке концепции малоинвазивной внутренней фиксации переломов дистального отдела большеберцовой кости.

---

Ключевые слова: перелом пилонна, малоинвазивный остеосинтез, хирургические доступы.

## MODERN VIEWS ON SURGICAL TREATMENT OF PILON FRACTURES

Belenkiy I.G.<sup>1,2</sup>, Mayorov B.A.<sup>1,3</sup>, Kochish A.U.<sup>4</sup>, Usenov M.B.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>1-st Saint-Petersburg Medical University named after I. P. Pavlov, Saint-Petersburg, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

<sup>2</sup>Alexandrovskiy city hospital, Saint-Petersburg;

<sup>3</sup>Vsevolozsk regional hospital, Vsevolozsk, e-mail: bmayorov@mail.ru;

<sup>4</sup>Russian scientific and reseach institution of traumatology and orthopedics named after R.R. Vreden, Saint-Petersburg, e-mail: auk1959@mail.ru;

<sup>5</sup>Shimkent emergency hospital, Shimkent, e-mail: mbusenov@mail.ru

---

Traditional and new based on CT classifications of pilon fractures and possible mechanisms of these injuries were described. New classifications take into account columns theory as well as with fractures of other localizations. Different strategies of surgical treatment and different surgical approaches to distal tibial metaphysis were analyzed. Based on the analysis carried out, it is concluded that there is no consensus on the choosing a method of treatment in cases of pilon fractures. Currently, only a two-stage treatment protocol is generally accepted. Possible methods of definitive fixation of pilon fractures are following: open reduction internal fixation, minimally invasive plate osteosynthesis, combination of minimally invasive plate osteosynthesis with external fixator and only external fixation. All these techniques have specific advantages and disadvantages. It is stated that the main unresolved problem of pilon fractures surgery is the desire to improve the visualization of the articular component of the fracture that increases the traumatism and the need to minimize additional soft tissues damage during surgical procedure. A solution could be found in the development of the concept of minimally invasive internal fixation of such fractures.

---

Keywords: pilon fracture, minimally invasive osteosynthesis, surgical approaches.

Под переломом пилона традиционно понимают внутрисуставной перелом дистального метаэпифиза большеберцовой кости (ББК). Само слово pilon (пилон) в переводе с французского языка означает «пестик» – инструмент, используемый для дробления, форму которого напоминает дистальный метаэпифиз ББК. В ортопедическую литературу этот термин ввел французский ортопед E. Destot в 1911 году [1-3]. Переломы пилона составляют от 7% до 10% от переломов большеберцовой кости [3] и около 1% от всех переломов костей нижних конечностей [4].

По механизму выделяют две основные группы переломов пилона. Первая группа – это высокоэнергетические переломы в результате кататравмы или автодорожной травмы. Они часто сопровождаются обширными повреждениями мягких тканей, бывают открытыми и характеризуются значительным разрушением суставной поверхности и метадиафизарной зоны ББК. Вторая группа – низкоэнергетические ротационные переломы, которые могут быть результатом спортивной травмы (например, катания на горных лыжах или падения с высоты собственного роста). Низкоэнергетические переломы пилона часто возникают на фоне остеопороза. Оценка механизма травмы, состояния мягких тканей, а также качества кости имеет большое значение в выборе тактики хирургического лечения и определяет его исходы [1-3].

Лечение переломов пилона – сложная задача, которая на протяжении всей современной истории оперативного лечения переломов вызывала множество трудностей и споров. До конца она не решена и в современной травматологии. Так, к концу 1950-х годов, когда техника остеосинтеза уже получила широкое распространение, оперативное лечение переломов пилона все еще признавалось малоперспективным. Только в 1969 году T.P. Rüedi, M. Allgöwer впервые разработали алгоритм лечения этих повреждений на основе предложенной ими классификации [5]. Эта концепция до сих пор остается жизнеспособной, несмотря на то, что многое за время, прошедшее с момента выхода этой работы, изменилось. Значительно улучшились возможности визуализации переломов при помощи компьютерной томографии, что расширило диагностические возможности хирургов и облегчило процесс предоперационного планирования [6-9]. Двухэтапный протокол лечения с первичной наружной фиксацией, которая впоследствии заменяется на внутреннюю, стал общепринятым при лечении высокоэнергетических повреждений рассматриваемой локализации [10, 11]. Разработано множество предызогнутых имплантатов с угловой стабильностью и доступов для их имплантации, значительно расширяющих возможности хирурга [8, 12]. Тем не менее лечение переломов пилона сопровождается большим количеством осложнений и неудовлетворительных результатов [11-14]. Их причинами являются как особенности анатомии сегмента, заключающиеся в малом объеме мягких тканей при наличии

значительного количества клинически значимых сосудов и нервов, так и отсутствие единого взгляда на хирургическое лечение этих повреждений.

**Цель:** на основании критического анализа профильных научных публикаций определить основные проблемы в хирургическом лечении пациентов с переломами пилона и обозначить пути их решения.

**Классификация и механизмы травмы. Теория колонн.** Для оценки характера перелома большинство авторов применяют классификацию Ruedi–Allgower, предложенную еще в 1969 году, а также классификацию Ассоциации остеосинтеза (АО), последняя редакция которой была опубликована в 2018 году. Классификация Ruedi–Allgower основана на оценке сохранности конгруэнтности суставной поверхности дистального метаэпифиза ББК и описывает только внутрисуставные переломы, относящиеся к типу С по классификации АО. При этом наиболее тяжелый III тип характеризуется импрессией суставной поверхности и значительным ее разрушением [5].

Однако многие современные авторы считают эти две классификации, основанные на оценке рентгенограмм, недостаточными для использования в клинике и разрабатывают новые. Так, C.Topliss et al. (2005) на основе анализа КТ-сканов выделяют 6 основных фрагментов пилона: передний, задний, медиальный, переднелатеральный, заднелатеральный и центральный импактированный [6]. В зависимости от того, какие фрагменты повреждены, авторы выделили различные типы переломов. В 2017 году D. Leonetti и D. Tiganì усовершенствовали классификацию C.Topliss et. al. с учетом распространения перелома на суставную поверхность, величины смещения и числа суставных фрагментов ББК, а также преимущественной плоскости перелома на уровне сустава и количества осколков. При этом было выделено четыре типа переломов. Тип I включает в себя внутрисуставные переломы без смещения отломков (тип Ia) и околосуставные переломы (тип Ib). Тип II – внутрисуставные переломы со смещением при наличии двух основных отломков; подтип IIS – при сагиттальной плоскости перелома, разделяющей пилон на медиальный и латеральный фрагменты; подтип IIF – при фронтальной плоскости перелома, разделяющей пилон на передний и задний фрагменты. Тип III – при наличии трех основных фрагментов также подразделяется на подтипы IIIS и IIIF. Тип IV включает четырехфрагментарные и многооскольчатые переломы, в том числе с импакцией центрального фрагмента дистальной суставной поверхности ББК в метадиафизарную зону. По мнению авторов, определение типа перелома пилона согласно предложенной классификации позволяет более правильно планировать оперативное вмешательство, выбирать наиболее подходящий хирургический доступ или их комбинацию и применять для стабильной фиксации соответствующий имплант. Так, если основная плоскость перелома расположена сагиттально (типы IIS и IIIS),

предпочтительно медиальное расположение фиксатора и введение винтов перпендикулярно плоскости перелома. Если плоскость перелома расположена фронтально (IIF и IIIF), следует располагать имплант на передней или задней поверхности пилона. В случаях фиксации перелома IV типа возможно использование нескольких имплантов. Авторы доказали также высокую прогностическую ценность предложенной классификации, показав, что тип перелома пилона коррелирует с клиническими результатами лечения [15].

На наш взгляд, описанные выше классификации позволяют применять для оценки сложных внутрисуставных переломов дистального отдела ББК так называемую **теорию колонн**, которая актуальна и для других локализаций переломов, таких как дистальный метаэпифиз лучевой кости, дистальный отдел плечевой кости, дистальный отдел бедренной кости [16], проксимальный отдел большеберцовой кости [17]. В дистальном метаэпифизе ББК принято выделять три колонны: медиальную, в которую включают медиальную лодыжку и медиальную часть суставной поверхности пилона; латеральную колонну, состоящую из так называемого фрагмента Тилло–Шапуга, вырезки малоберцовой кости и переднелатеральной части суставной поверхности ББК, а также заднюю колонну, включающую треугольник Фолькмана и задний край ББК, который иногда называют задней лодыжкой [8].

Следует отметить, что различные механизмы травмы приводят к преимущественным повреждениям одной или нескольких колонн ББК, вызывая типичные смещения отломков по оси, а также формирование варусной или вальгусной деформации. При этом выделяют три основных варианта перелома пилона: аксиальную компрессию ББК; ее варусную деформацию с компрессией медиальной колонны и «растяжением» латеральной колонны; вальгусную деформацию с компрессией латеральной колонны. В зависимости от преимущественного повреждения одной из трех колонн планируются и хирургические доступы. При этом компрессионная колонна требует установки опорной пластины с соответствующей стороны с целью восстановления анатомии пилона [9, 18, 19].

Вне зависимости от типа перелома пилона его оперативное лечение должно строго соответствовать обоснованным принципам, которые были сформулированы еще Т.Р. Rüedi, М. Allgöwer [5]. Основными задачами оперативного лечения пациентов с изучаемыми переломами являются следующие: точная анатомичная репозиция и стабильная фиксация суставной поверхности, восстановление оси сегмента за счет фиксации суставного фрагмента к диафизарному фрагменту, замещение дефекта костной ткани в ходе первичной или отложенной операции, бережное отношение к мягким тканям, раннее восстановление активных движений в суставе [2, 20]. Восстановление конгруэнтности суставной поверхности и оси поврежденного сегмента конечности очень важно для последующей

реабилитации и конечного результата лечения. Любая дисконгруэнтность в суставе (т.е. смещение более 2 мм) при высокоэнергетических внутрисуставных оскольчатых переломах с импрессией отломков, а также неправильное восстановление оси (чаще с сохранением вальгусной деформации) даже при низкоэнергетических околосуставных переломах приводят к посттравматическому артрозу голеностопного сустава, частота которого при переломах пилона достаточно высока и достигает, по данным различных авторов, 70–75% [20].

Состояние мягких тканей в области дистального отдела голени имеет первостепенное значение для выбора конкретного метода оперативного лечения пациентов обсуждаемого профиля, сроков выполнения операции и прогнозирования результатов лечения. Высокоэнергетические переломы пилона типа С сопровождаются значительным отеком, ограничивающим возможность раннего оперативного лечения. Открытые переломы также требуют особых подходов к лечению и имеют худшие функциональные результаты и большую вероятность осложнений в сравнении с закрытыми переломами [10].

Проблема мягких тканей при лечении высокоэнергетических повреждений пилона явилась причиной широкого использования при лечении таких травм **метода наружной фиксации** как в качестве временного, так и окончательного остеосинтеза. Целями временного наложения аппарата внешней фиксации (АВФ) являются первичное восстановление оси голени и фиксация отломков до момента нормализации состояния мягких тканей с последующим переходом к внутренней фиксации. В таких случаях применяются простейшие компоновки АВФ [21]. В случаях, когда АВФ является методом окончательной стабилизации перелома, многие авторы доказывают эффективность применения циркулярного АВФ в сочетании с ограниченной внутренней фиксацией внутрисуставных фрагментов. Так, еще в 1993 году P.Tornetta et al. применили ограниченную внутреннюю фиксацию совместно с гибридным АВФ без «замыкания» голеностопного сустава у 26 пациентов с переломами пилона, 17 из которых были внутрисуставными. При этом они получили 81% хороших и отличных исходов со средним сроком сращения 4,2 месяца при сравнительно небольшом количестве осложнений (5 случаев инфекции и 1 случай остаточной угловой деформации до 10°) [22].

При рассматриваемых переломах J.T. Watson (2000) отметил важность достижения ранней репозиции костных отломков за счет лигаментотаксиса для закрытия промежутков между ними, уменьшения гематомы в зоне перелома и натяжения мягких тканей. Автор рекомендует при поступлении пациента производить наложение АВФ с тракцией за пяточную кость, а в случаях открытых переломов сочетать ее с хирургической обработкой раны. Если путем лигаментотаксиса удалось добиться репозиции отломков, возможно

применение спиц с упорами или дополнительных канюлированных винтов. А в тех случаях, когда положение отломков с суставной поверхностью ББК после тракции в аппарате остается неудовлетворительным, показана их ограниченная открытая репозиция [23].

Китайские травматологи [24], сравнивая методики открытой репозиции и внутренней фиксации пластинами (ORIF) и АВФ с ограниченной внутренней фиксацией, не нашли различий в функциональных результатах лечения. При этом было отмечено, что для группы АВФ характерны меньшая продолжительность пребывания в стационаре и меньшая интраоперационная кровопотеря, а для группы ORIF – лучшие возможности восстановления конгруэнтности суставной поверхности и, соответственно, меньшая вероятность развития посттравматического артроза.

Yi-Chen Meng и Xu-Hui Zhou (2016) также сравнили эти два метода окончательного остеосинтеза при переломах пилона и не нашли различий по времени сращения переломов, а также по частоте развития глубокой инфекции и посттравматического артроза. Было также отмечено, что для АВФ характерен сравнительно больший риск поверхностной инфекции, замедленного сращения и несращения отломков, но отсутствует необходимость последующего удаления имплантов [25]. Y. Imren et al. (2017) в серии из 41 клинического наблюдения при переломах пилона типов В и С по классификации АО/ASIF получили сопоставимые результаты по восстановлению функции, оцененной по шкале AOFAS, схожее среднее время сращений (19,4 и 22,1 недели) в группах пациентов, лечившихся методами ORIF (21 пациент) и АВФ (20 пациентов). В группе ORIF у 4 пациентов потребовалась реоперация с костной пластикой. В группе АВФ все пациенты достигли сращения перелома без повторной костной пластики, однако у 13 из них были отмечены местные инфекционные осложнения по ходу фиксирующих стержней. В группе ORIF было 5 случаев поверхностной инфекции в области медиального доступа. Частота посттравматического артроза в средний срок 3 года после травмы была сопоставима в обеих группах пациентов и составила 8 (38%) и 7 (35%) пациентов соответственно [26].

Таким образом, метод наружной фиксации, особенно при использовании циркулярного АВФ и в сочетании с ограниченной внутренней фиксацией, не потерял своей актуальности, особенно в случаях тяжелых многооскольчатых переломов типа С3, открытых переломов и переломов со значительными повреждениями мягких тканей, когда внутренний остеосинтез потенциально более рискован в отношении возможных послеоперационных осложнений. Однако общеизвестные недостатки АВФ – риск инфекции в области введения спиц и стержней, а также неудобства для пациентов – заставляют травматологов искать новые пути хирургического лечения повреждений рассматриваемого профиля.

**Хирургические доступы.** Учитывая необходимость бережного отношения к мягким

тканям и в то же время потребность в адекватной визуализации суставного компонента перелома для его точного сопоставления, большое значение имеют хирургические доступы, применяемые при остеосинтезе дистального отдела ББК. В настоящее время описано большое количество хирургических доступов к дистальному отделу ББК, среди которых выделяют медиальный, переднемедиальный, переднелатеральный, латеральный, заднелатеральный и заднемедиальный. Каждый из этих доступов позволяет визуализировать лишь часть пилона и выполнить репозицию соответствующего фрагмента его суставной поверхности. Вследствие этого для выполнения репозиции и фиксации при сложных переломах дистального метаэпифиза ББК возможно выполнение различных комбинаций этих доступов в зависимости от числа и локализации костных отломков [8].

**Медиальный** доступ хорошо известен и чаще применяется в технологии малоинвазивного остеосинтеза при околосуставных переломах и переломах с минимальным смещением, когда нет необходимости обнажения передних фрагментов пилона и их открытой визуализации [27].

**Переднемедиальный** доступ считается показанным в тех случаях, когда преимущественно повреждена медиальная колонна пилона и требуется установка медиальной опорной пластины. Переднемедиальный доступ, по мнению Z. Wang et al. (2016), предотвращает повреждение футляра передней большеберцовой мышцы и является более щадящим для мягких тканей, чем переднелатеральный [28]. Однако переднемедиальный доступ не обеспечивает прямого подхода к передней части латеральной колонны (фрагмент Тилло–Шапута). Поэтому в случаях, когда необходима ее визуализация из этого доступа, требуется чрезмерное натяжение мягких тканей [8, 18, 19].

**Переднелатеральный** доступ обеспечивает хороший обзор латеральной колонны, позволяет выполнить открытую репозицию латеральных и передних фрагментов суставной поверхности ББК. При переднелатеральном доступе важно сохранить сосудисто-нервный пучок, который располагается спереди среди сухожилий передней группы мышц голени. Этот доступ удобен для установки анатомичной переднелатеральной пластины с угловой стабильностью и показан при вальгусной деформации ББК. Однако он ограничен в применении при повреждениях медиальной колонны ББК и варусной деформации, требующей установки медиальной опорной пластины [8, 18, 19].

**Латеральный** доступ проходит вдоль передней поверхности малоберцовой кости и применяется практически по тем же показаниям, что и переднелатеральный доступ. Он позволяет выполнить адекватную репозицию при локализации перелома пилона в области фрагмента Тилло–Шапута, а также обеспечивает визуализацию передней большеберцово-малоберцовой связки. Из этого же доступа может быть произведена фиксация отломков

малоберцовой кости, но при этом следует опасаться повреждения поверхностной ветви малоберцового нерва [8].

Для обеспечения возможности фиксировать все три колонны пилона применяется **расширенный** доступ. При его выполнении разрез кожи начинается на 1 см ниже верхушки медиальной лодыжки и идет по передней поверхности в поперечном направлении немного латеральнее средней линии, затем изгибается под углом  $110^{\circ}$  проксимально и параллельно гребню ББК. Кожный лоскут отводят медиально, а сухожилие передней большеберцовой мышцы – латерально. После вертикального рассечения удерживателя сухожилий и капсулы сустава возможно поднадкостничное выделение как латерального фрагмента, так и фрагмента медиальной колонны ББК. Задние фрагменты визуализируются после разведения передних. Восстановленную суставную поверхность пилона сопоставляют с фрагментом диафиза ББК и фиксируют одной или двумя опорными пластинами. Возможно подкожное проведение пластин с их проксимальной фиксацией через отдельные проколы кожи. Для заполнения метафизарного дефекта и поддержки восстановленной суставной поверхности ББК применяется костная пластика. Этот доступ особенно показан при переломах типа С, затрагивающих все три колонны. Однако он достаточно травматичен для мягких тканей и, как все передние доступы, ограничивает визуализацию задней колонны [8].

**Заднелатеральный** доступ применяют отдельные травматологи с целью прямого подхода к задней колонне пилона, что позволяет качественно восстановить вырезку малоберцовой кости на дистальном отделе ББК, одновременно фиксировать латеральную лодыжку и обеспечить стабильность дистального межберцового синдесмоза, важную для хорошей функции голеностопного сустава. Тем не менее некоторые авторы не рекомендуют данный доступ для рутинной практики, а позиционируют его как альтернативу передним доступам в случаях с проблемами мягких тканей по передней поверхности голеностопного сустава и в нижней трети голени [4, 29].

**Заднемедиальный** доступ позволяет кратчайшим путем подойти к задней колонне пилона, но используется редко. По мнению Н. Hoekstra et al. (2017), открытая репозиция и внутренняя фиксация отломков пилона через задние доступы предпочтительнее, чем непрямая репозиция и фиксация винтами в переднезаднем направлении [30].

Y. Wang et al. (2016) применяли расширенный **модифицированный заднемедиальный** доступ для фиксации задних переломов пилона у 16 пациентов. Все эти переломы консолидировались в среднем через 13,1 неделю. В дальнейшем 14 пациентов были отслежены и продемонстрировали отличный или хороший функциональный результат, измеренный по шкале AOFAS. Авторы отмечают, что заднемедиальный доступ безопасен с точки зрения повреждения важных анатомических образований, позволяет обеспечить

прямой подход к заднелатеральному и к заднемедиальному фрагментам ББК и стабильную фиксацию их пластинами под визуальным или флюороскопическим контролем [31]. В целом задние доступы могут применяться как отдельно при повреждениях задней колонны, так и в сочетании с передними доступами при сложных оскольчатых переломах пилона на первом этапе восстановления конгруэнтности дистальной суставной поверхности ББК.

Предложенная Z. Chen et al. (2015) концепция внутренней фиксации на 360° при лечении высокоэнергетических переломов пилона из двух доступов: переднемедиального и заднелатерального – показала отличные и хорошие результаты в 83% случаев в группе из 18 пациентов с внутрисуставными оскольчатыми переломами пилона [32]. Другие авторы, также выбравшие два этих доступа, приводят сходные клинические результаты [33]. В то же время R. Carbonell-Escobar et al. (2017) применяли изолированные переднемедиальный или переднелатеральный доступы и получили похожие функциональные результаты в серии из 92 пациентов, хотя и с большей долей осложнений. На основании полученных результатов авторы сделали вывод о том, что сложные переломы типа 43C3 по классификации АО имеют больший риск некроза кожи, а открытые переломы сопровождаются более высоким риском несращения и потребности в кожной пластике [34]. Кроме того, авторы выявили следующие закономерности: применение первичной костной пластики сопровождалось более частыми несращениями и плохими результатами. Инфекция приводила преимущественно к неудовлетворительным функциональным исходам. Недостаточно качественная репозиция костных отломков сопровождалась большим риском неудовлетворительных функциональных исходов. Переднемедиальный доступ приводил к более частым некрозам кожи и ранним посттравматическим артрозам, чем переднелатеральный доступ. Применение медиальной пластины повышало риск несращения по сравнению с латеральной пластиной.

Таким образом, до настоящего времени отсутствует консенсус в определении оптимальных доступов при остеосинтезе сложных переломов пилона. Все авторы согласны с тем, что выбор хирургических доступов должен базироваться на 3D реконструкции перелома, выполненной с помощью компьютерной томографии, учитывать локализацию повреждения и быть результатом тщательного предоперационного планирования [35, 36]. Все больше авторов доказывают целесообразность применения нескольких доступов для улучшения визуализации внутрисуставных отломков и стабильной фиксации сложных переломов изучаемой локализации [37], хотя существует и противоположное мнение. Так, D. S. Chan et al. (2017) отмечают, что применение второго заднего доступа повышает риск несращения переломов пилона за счет нарушения кровоснабжения отломков [38].

Следует отметить, что независимо от количества применяемых доступов в случаях высокоэнергетических переломов всегда имеется противоречие между желанием уменьшить

травматичность вмешательства для того, чтобы избежать возможных осложнений, и необходимостью адекватной визуализации суставного компонента перелома, что требует выполнения обширных доступов, увеличивающих тяжесть операции. При этом с целью снижения травматичности открытого остеосинтеза многие травматологи при рассматриваемых переломах отдают предпочтение малоинвазивным технологиям остеосинтеза с закрытой репозицией костных отломков.

**Малоинвазивный остеосинтез пластинами** (МИРО – minimally invasive plate osteosynthesis) применяется в первую очередь при внесуставных переломах (типа 43-А по классификации АО), а также при простых внутрисуставных переломах (типа 43-С1). Цель лечения пациентов с такими переломами, вызванными ротационными механизмами, – сохранение кровоснабжения в метаэпифизарной зоне ББК, достижение относительной стабильности отломков при сохранении микроподвижности в зоне перелома, что способствует образованию костной мозоли и непрямому сращению перелома [8, 10].

Технология МИРО хорошо известна и используется многими травматологами уже в течение 15 лет. Так, Т. Borg et al еще в 2004 году представили серию из 21 пациента с внесуставными переломами дистального отдела ББК, которым было проведено оперативное лечение с применением титановых пластин LC-DCP, устанавливаемых подкожно на медиальную поверхность ББК через мини-доступ над медиальной лодыжкой по технологии МИРО. Авторы получили у 14 пациентов репозицию отломков, близкую к анатомичной, и приемлемую – у 4 пациентов. У двоих пациентов потребовалась повторная операция из-за неудовлетворительной репозиции отломков. У 17 (81%) пациентов переломы консолидировались в течение 6 месяцев. У двоих (9%) было зафиксировано замедленное сращение, еще у двоих (9%) – несращение. Кроме того, было также отмечено два случая глубокой инфекции (9%). В отдаленном периоде у 9 из 20 отслеженных пациентов было отмечено умеренное ограничение объема движений в голеностопном суставе, у 11 пациентов – умеренные ограничения при ходьбе. Таким образом, авторы получили неплохие результаты, несмотря на применение пластин без угловой стабильности [39].

В настоящее время широко используются современные низкопрофильные пластины с угловой стабильностью винтов, имеющие анатомически предызогнутую форму, облегчающие репозицию отломков, минимально травмирующие мягкие ткани и обеспечивающие стабильную фиксацию отломков, достаточную для ранней разработки функции конечности. Авторы приводят серии пациентов с переломами пилона типов А, В и С, получавших лечение с применением технологии МИРО пластинами с угловой стабильностью винтов [40, 41]. Авторы отмечают, что у всех пациентов были достигнуты сращение переломов без признаков нестабильности фиксации, хорошие функциональные

результаты и сравнительно небольшое количество осложнений.

Следует, однако, отметить, что малоинвазивная техника операции возможна лишь при внесуставных переломах и частично внутрисуставных с минимальным смещением отломков. Имеющиеся приемы закрытой репозиции ограничены и не позволяют добиться качественного восстановления конгруэнтности дистальной суставной поверхности ББК при сложных внутрисуставных переломах (типы С2 и С3 по АО). Для более адекватного визуального контроля репозиции суставной поверхности ББК некоторые авторы пытаются применять технологию МРО в сочетании с интраоперационной артроскопией при лечении внутрисуставных переломов пилона. Так, Н. Luo et al. (2016) применили технологию малоинвазивного остеосинтеза пластинами с применением АВФ-ассистированной репозиции костных отломков в сочетании с интраоперационным артроскопическим контролем дистальной суставной поверхности ББК у 13 пациентов с переломами пилона типов В и С. Авторы получили 9 отличных, 2 хороших и 2 неудовлетворительных результата, проявившихся посттравматическим артритом и легкими болями при ходьбе. При этом все переломы срослись в сроки от 8 до 16 недель, а глубокой инфекции и некрозов кожи отмечено не было. Авторы рекомендуют данную технологию лишь для переломов типов В и С1 по классификации АО с умеренным смещением отломков [42]. Описанная технология пока не нашла широкого применения как из-за сложности, необходимости использования дополнительного оборудования и наличия определенных навыков у хирургической бригады, так и из-за ограниченных репозиционных возможностей методики. Еще одним недостатком технологии МРО является то, что, несмотря на его малую травматичность и технологическую возможность сохранения кровоснабжения отломков, в ряде случаев наличие дефицита костной ткани и/или повреждения мягких тканей в зоне перелома, полученные в момент травмы, могут привести к замедленному сращению или несращению. При этом факторами риска замедленного сращения являются многооскольчатый характер перелома, наличие дефектов костной ткани и открытые переломы.

Таким образом, метод МРО показал свои преимущества перед традиционным накостным остеосинтезом лишь у пациентов с внесуставными переломами или при внутрисуставных переломах с незначительным смещением внутрисуставных фрагментов пилона.

В целом можно констатировать, что в настоящее время оперативное лечение пациентов с переломами пилона является сложной и до конца не решенной задачей. Все известные способы остеосинтеза имеют свои преимущества и недостатки, консенсус специалистов в вопросах выбора оптимального метода операции отсутствует. Большинство авторов сходятся лишь во мнении, что такие сложные повреждения должны лечиться в

соответствии с определенным алгоритмом, который предполагает двухэтапный протокол лечения данной группы пациентов [10, 43]. При этом первый этап заключается в применении наружного фиксатора, обеспечивающего временную тракцию костных отломков, необходимую для восстановления длины, оси и устранения ротационного смещения отломков. В последующем проводится контроль состояния мягких тканей. После купирования отека и эпителизации фликтен (в среднем через 10–14 дней после травмы) выполняется второй этап – окончательный внутренний остеосинтез.

Следует отметить, что описанное этапное лечение с последовательным остеосинтезом позволяет даже при открытых переломах добиться хороших исходов. Так, J.R. Danoff et al. (2015) привели серию из 28 пациентов с открытыми переломами пилона типов В и С1 при ШВ степени по классификации Gustilo–Anderson, которым проводили первичную фиксацию в АВФ с последующими этапными хирургическими обработками ран и остеосинтезом суставной поверхности пилона после нормализации состояния мягких тканей. Авторы получили лишь 4 случая глубокой инфекции, успешно купированные этапными хирургическими обработками и антибактериальной терапией. У двоих пациентов потребовались повторные операции с костной пластикой, а у остальных переломы срослись. Только у двоих пациентов в последующем был выполнен артродез голеностопного сустава по поводу посттравматического артроза [44].

Основываясь на двухэтапном протоколе, N. Jacob et al. (2015) [2] предложили свой алгоритм лечения пациентов с переломами пилона и отметили следующие важные позиции.

1. Во всех случаях первично накладывается фиксирующий АВФ.
2. При открытом переломе показаны тщательная хирургическая обработка, наружный фиксатор и лечение отрицательным давлением в вакуумных повязках. Желательно закрыть рану в течение 5 суток после травмы.
3. При закрытых переломах окончательная фиксация производится через 7–14 дней после уменьшения отека мягких тканей. В течение этого периода производится компьютерная томография сегмента с целью планирования операции, и на основании ее результатов выбирается доступ, который должен обеспечивать прямой подход к перелому, вызывать минимальное натяжение мягких тканей и обеспечивать формирование по краям хорошо кровоснабжаемых кожно-жировых лоскутов. Импактированные фрагменты суставной поверхности пилона должны быть репонированы под прямым визуальным контролем. Реконструкция суставной поверхности ББК производится сзади наперед с фиксацией спицами Киршнера и винтами для малых сегментов с частичной резьбой.
4. При переломах типа С1 в случаях наличия трех крупных суставных фрагментов и при отсутствии мелких осколков в метадиафизарной зоне предпочтительно применение

метода МРО с использованием пластин с угловой стабильностью и мостовидной фиксацией суставных фрагментов к диафизу.

5. При переломах типов С2 и С3 предпочтительно наложение циркулярного АВФ по Илизарову с фиксацией стопы на срок 6–8 недель.

Необходимо отметить, что в изложенном выше алгоритме авторы отразили современные представления о лечении пациентов с переломами пилона и показали необходимость соблюдения общих принципов лечения и в то же время применения индивидуального подхода к каждому конкретному пациенту. Безусловно, обозначенные этими и другими авторами проблемы, касающиеся лечения пострадавших с обсужденными сложными переломами пилона, нуждаются в дальнейшем изучении и поиске новых путей их решения.

**Заключение.** Проблема оперативного лечения пострадавших с тяжелыми высокоэнергетическими переломами пилона в настоящее время окончательно не решена. В основе существующих разногласий специалистов лежит конфликт между стремлением, с одной стороны, выполнить качественную анатомичную репозицию костных отломков, формирующих дистальную суставную поверхность ББК, что требует адекватной визуализации костных отломков через широкие доступы, и необходимостью, с другой – снизить травматичность операции с целью уменьшения риска развития послеоперационных осложнений. Это противоречие, по сути, определяет необходимость поиска новых подходов к хирургическому лечению пациентов обсуждаемого профиля, которые обеспечивали бы адекватную визуализацию суставного компонента перелома без критической девитализации тканей в зоне повреждения и прежде всего сохраняли бы кровоснабжение имеющихся костных отломков.

Современная травматология предложила ряд решений указанной проблемы. Так, общепринятым в настоящее время является двухэтапный протокол лечения, предложены различные варианты малоинвазивной фиксации и использование АВФ в качестве окончательного метода лечения. Однако все перечисленные методы имеют специфические недостатки и окончательно не решают имеющуюся проблему.

На сегодняшний день разработано достаточно много хирургических доступов к дистальному метаэпифизу ББК, которые позволяют осуществить подход к ее суставной поверхности с любой стороны. Выполнение коротких линейных доступов позволяет выполнить адекватную репозицию основных костных фрагментов без их критической девитализации, а окончательный остеосинтез может быть выполнен малоинвазивно с введением пластин снизу вверх через доступы к суставу с фиксацией диафизарной части пластин из отдельных мини-доступов. Разработка техники подобных операций является, на

наш взгляд, перспективным направлением научных исследований в области хирургии переломов дистального отдела ББК.

Таким образом, можно отметить, что оперативное лечение пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости является сложной задачей. Все имеющиеся способы остеосинтеза имеют свои преимущества и недостатки. Консенсус в выборе оптимального метода операции отсутствует. Общеизвестным в настоящее время является лишь двухэтапный протокол лечения данной группы пациентов. При этом перспективным направлением научных исследований в обсуждаемой области является разработка концепции малоинвазивной внутренней фиксации отломков дистального метаэпифиза ББК.

### Список литературы

1. Dujardin F. Total fractures of the tibial pilon/ F. Dujardin, H. Abdulmutalib, A.C. Tobenas // *Orthop Traum Surg Res.* – 2014. – Vol. 100. — P. 65–74.
2. Jacob N. Management of high-energy tibial pilon fractures / N. Jacob, A. Amin, N. Giotakis, B. Narayan, S. Nayagam, A.J. Trompeter // *Strat Traum Limb Recon.*— 2015. – Vol. 10. – P. 137–147.
3. Martín O.F. Tibial pilon fractures / O.F. Martín, P.Z. Acosta, A.V. Castrillo, M. A. Martín Ferrero, M.A. De la Red Gallego // *J.S M Foot Ankle.* – 2016. – Vol. 1. – № 1. – P. 1001.
4. Tomas-Hernandez J. High-energy pilon fractures management: State of the art / J. Tomas-Hernandez // *EFORT Open Rev.* – 2017. – Vol. 13. – № 1(10). – P. 354–361.
5. Ruedi T.P. Fractures of the lower end of the tibia into the ankle-joint / T.P. Ruedi, M. Allgower // *Injury.* – 1969. – Vol. 1. – P. 92–99.
6. Topliss C. Anatomy of pilon fractures of the distal tibia / C. Topliss, M. Jackson, R. Atkins // *J Bone Joint Surg Br.* – 2005. – Vol. 87. – № 5. – P. 692–697.
7. Tornetta P. 3rd. The posterolateral approach to the tibia for displaced posterior malleolar injuries / P. 3rd. Tornetta, W. Ricci, S. Nork, C. Collinge, B. Steen // *J Orthop Trauma.* – 2011. – Vol. 25. – № 2. – P. 123–126.
8. Assal M. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures / M. Assal, A. Ray, R. Stern // *J Orthop Trauma.* – 2015. – Vol. 29. – № 2. – P. 69–79.
9. Wang X. Preliminary application of virtual preoperative reconstruction planning in pilon fractures / X. Wang, Z. Wei, J. Huang, L. Chen, S. Hu, W. Wu, Y. Tu, S. Guo, G. Xu, Z. Deng // *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* – 2016. – Vol. 30. – № 1. – P. 44-9.
10. Canale S.T. *Campbell's Operative Orthopaedics* / S.T. Canale, J.H. Beaty. –12th ed. – St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier . – 2013. – 4635 p.

11. Bonato L.J. Patient reported health related quality of life early outcomes at 12 months after surgically managed tibial plafond fracture / L.J. Bonato, E.R. Edwards, C.M. Gosling, R. Hau, D.J. Hofstee, A. Shuen, B.J. Gabbe // *Injury*. – 2017. – Vol. 48. – № 4. – P. 946–953.
12. Penny P. Ability of modern distal tibia plates to stabilize comminuted pilon fracture fragments: Is dual plate fixation necessary?/ P. Penny, M. Swords, J. Heisler, A. Cien, A. Sands, P. Cole // *Injury*. – 2016. – Vol. 47. – № 8. – P. 1761-9.
13. Kent M. The service impact of failed locking plate fixation of distal tibial fractures: a service and financial evaluation at a major trauma centre / M. Kent, A. Mumith, J. McEwan, N. Hancock // *Eur J Orthop Surg Traumatol*. – 2015. – Vol. 25. – № 8. – P. 1333-42.
14. Viberg B. Complications and functional outcome after fixation of distal tibia fractures with locking plate – A multicentre study / B. Viberg, S. Kleven, E. Hamborg-Petersen, O. Skov // *Injury* – 2016. – Vol. 47. – № 7. – P. 1514-8.
15. Leonetti D. Pilon fractures: A new classification system based on CT-scan / D. Leonetti, D. Tigani // *Injury* – 2017. – Vol. 48. – P. 2311–2317.
16. Беленький И.Г. Экспериментальное и теоретическое обоснование двухколонной теории остеосинтеза при переломах дистального отдела бедренной кости / И.Г. Беленький, Г.Д. Сергеев, Б.А. Майоров, С.Г. Семенов, А.В. Бенин // *Травматология и ортопедия России*. – 2017. – № 23(3). – С. 86–94.
17. Беленький И.Г. Переломы мыщелков большеберцовой кости: современные подходы к лечению и хирургические доступы (обзор литературы) / И.Г. Беленький, А.Ю. Кочиш, М.А. Кислицын // *Гений ортопедии*. – 2016. – № 4. – С. 114–122.
18. Busel G.A. Plating of pilon fractures based on the orientation of the fibular shaft component: A biomechanical study evaluating plate stiffness in a cadaveric fracture model / G.A. Busel, J.T. Watson // *J Orthop*. – 2017. – Vol. 14. – № 2. – P. 308–312.
19. Busel G.A. Evaluation of fibular fracture type vs location of tibial fixation of pilon fractures / G.A. Busel, J.T. Watson, H. Israel // *Foot Ankle Int*. – 2017. – Vol. 38. – № 6. – P. 650–655.
20. Balioglu M.B. Treatment of malreduced pilon fracture: A case report and the result in the long-term follow-up / M.B. Balioglu, Y.E. Akman, H. Bahar, A. Albayrak // *Int J Surg Case Rep*. – 2016. – Vol. 19. – P. 82–86.
21. Daghino W. Temporary stabilization with external fixator in 'Tripolar' configuration in two steps treatment of tibial pilon fractures / W. Daghino, M. Messina, M. Filipponi, M. Alessandro // *Open Orthop J*. – 2016. – Vol. 30. – № 10. – P. 49–55.
22. Tornetta P. 3rd. Pilon fractures: treatment with combined internal and external fixation / P. 3rd. Tornetta, L. Weiner, M. Bergman, N. Watnik, J. Steuer, M. Kelley, E. Yang // *J. Orthop. Trauma*. – 1993. – Vol. 7. – № 6. – P. 489-96.

23. Watson J.T. Pilon fractures. Treatment protocol based on severity of soft tissue injury / J.T. Watson, B.R. Moed, D.E. Karges, K.E. Cramer // *Clin Orthop Relat Res.* – 2000. – Vol. 375. – P. 78–90.
24. Guo Y. External fixation combined with limited internal fixation versus open reduction internal fixation for treating Ruedi-Allgower type III pilon fractures / Y. Guo, L. Tong, S. Li, Z. Liu // *Med Sci Monit.* – 2015. – Vol. 21. – P. 1662–1667.
25. Meng Y.-C. External fixation versus open reduction and internal fixation for tibial pilon fractures: A meta-analysis based on observational studies / Y.-C. Meng, X.-H. Zhou // *Chinese Journal of Traumatology.* – 2016. – Vol. 19. – P. 278–282.
26. Imren Y. Mid-Term results of minimally invasive plate osteosynthesis and circular external fixation in the treatment of complex distal tibia fractures / Y. Imren, E.E. Desteli, M. Erdil, H.H. Ceylan, I. Tuncay, C. Sen // *J Am Podiatr Med Assoc.* – 2017. – Vol. 107. – № 1. – P. 3–10.
27. Buckley R.E. AO principles of fracture management / R.E. Buckley, C.G. Moran, Th. Apivattthakakul // 3d ed. – Thieme. – 2018. – P. 1120.
28. Wang Z. A two-stage protocol with vacuum sealing drainage for the treatment of type C pilon fractures / Z. Wang, W. Qu, T. Liu, Z. Zhou, Z. Zhao, D. Wang, L. Cheng // *J Foot Ankle Surg.* – 2016. – Vol. 55. – № 5. – P. 1117–1120.
29. Jia S.H. Surgical treatment for posterior pilon fracture through posterolateral approach / S.H. Jia, C.L. Huang, H.M. Xu, S.L. Gong // *Zhongguo Gu Shang.* – 2016. – Vol. 29. – № 6. – P. 557–560.
30. Hoekstra H. Direct fixation of fractures of the posterior pilon via a posteromedial approach / H. Hoekstra, W. Rosseels, S. Rammelt, S. Nijs // *Injury.* – 2017. – Vol. 48. – № 6. – P. 1269–1274.
31. Wang Y. Modified posteromedial approach for treatment of posterior pilon variant fracture / Y. Wang, J. Wang, C.F. Luo // *BMC Musculoskelet Disord.* – 2016. – Vol. 5. – № 17. – P. 328.
32. Chen Z. 360 degrees internal fixation by double approaches for high-energy closed pilon fractures / Z. Chen, D. Chen, H. Yang, W. Wu, Z. Dai // *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* – 2015. – Vol. 29. – № 10. – P. 1226–1229.
33. Dai C.H. Omnidirectional internal fixation by double approaches for treating Rüedi-Allgöwer type III pilon fractures / C.H. Dai, J. Sun, K. Q. Chen, H.B. Zhang // *J. Foot Ankle Surg.* – 2017. – Vol. 56. – № 4. – P. 756–761.
34. Carbonell-Escobar R. Analysis of the variables affecting outcome in fractures of the tibial pilon treated by open reduction and internal fixation / R. Carbonell-Escobar, J.C. Rubio-Suarez, A. Ibarzabal-Gil, E.C. Rodriguez-Merchan // *J. Clin Orthop Trauma.* – 2017. – Vol. 8. – № 4. – P. 332–338.
35. Krettek C. Pilon fractures. Part 1: Diagnostics, treatment strategies and approaches / C.

- Krettek, S. Bachmann // *Chirurg.* – 2015. – Vol. 86. – № 1. – P. 87–101.
36. Krettek C. Pilon fractures. Part 2: Repositioning and stabilization technique and complication management / C. Krettek, S. Bachmann // *Chirurg.* – 2015. – Vol. 86. – № 2. – P. 187–201.
37. Klaue K. Operative access for treatment of pilon fractures / K. Klaue // *Unfallchirurg.* — 2017. – Vol. 120. – № 8. – P. 648–651.
38. Chan D.S. Does a staged posterior approach have a negative effect on OTA 43C fracture outcomes? / D.S. Chan, P.M. Balthrop, B. White, D. Glassman, R.W. Sanders // *J. Orthop Trauma.* – 2017.- Vol. 31. – № 2. – P. 90–94.
39. Borg T. Percutaneous plating of distal tibial fractures. Preliminary results in 21 patients / T. Borg, S. Larsson, U. Lindsjö // *Injury.* – 2004. – Vol. 35. – № 6. – P. 608–614.
40. Li Q. Locking compression plate (LCP) combined with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) for the treatment of Pilon fracture / Q. Li , W.B. Zhao, C.Q. Tu, T.F. Yang, Y. Fang, H. Zhang, L. Liu // *Zhongguo Gu Shang.* – 2014. – Vol. 27. – № 12. – P. 1029–1032.
41. Paluvadi S.V. Management of fractures of the distal third tibia by minimally invasive plate osteosynthesis – A prospective series of 50 patients / S.V. Paluvadi, H. Lal, D. Mittal, K. Vidyarthi // *J Clin Orthop Trauma.* – 2014. – Vol. 5. – № 3. – P. 129–136.
42. Luo H. Minimally invasive treatment of tibial pilon fractures through arthroscopy and external fixator-assisted reduction / H. Luo, L. Chen, K. Liu, S. Peng, J. Zhang, Y. Yi // *Springerplus.* – 2016. – Vol. 5. – № 1. – P. 1923.
43. Chan R. Optimal management of high-energy pilon fractures / R. Chan, B.C. Taylor, J. Gentile // *Orthopedics.* – 2015. – Vol. 38. – № 8. – P. 708-14.
44. Danoff J.R. Outcome of 28 open pilon fractures with injury severity-based fixation / J.R. Danoff, C. Saifi, D.C. Goodspeed, J.S. Reid // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* – 2015. – Vol. 25. – № 3. – P. 569–575.