

МАЛОИНВАЗИВНЫЙ НАКОСТНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА ГОЛЕНИ И ПИЛОНА. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Майоров Б.А.^{1,2,3}, Беленький И.Г.^{1,2}, Сергеев Г.Д.^{1,2}, Гадовев К.К.², Рефицкий Ю.В.¹

¹Санкт-Петербургский НИИ Скорой помощи имени И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

²ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург;

³Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, Санкт-Петербург

При остеосинтезе высокоэнергетических переломов пилон имеет противоречие между качественным восстановлением анатомии суставной поверхности, требующим открытой репозиции из относительно обширных хирургических доступов, и стремлением уменьшить объем хирургической агрессии для уменьшения риска связанных с травматизацией мягких тканей осложнений. Решением проблемы может стать разумное использование методики малоинвазивного остеосинтеза. В работе описаны современные взгляды на применение малоинвазивного на костного остеосинтеза при около- и внутрисуставных переломах дистального отдела большеберцовой кости. Кратко освещены вопросы показаний к выбору данного метода хирургического лечения при изучаемой травме, особенности методов репозиции и фиксации отломков, применяемые доступы и имплантаты. Освещены результаты, представленные современными авторами, отмечены наиболее часто возникающие проблемы и осложнения. Метод малоинвазивного на костного остеосинтеза, обозначаемый в иностранной литературе аббревиатурой МИПО, благодаря своей малой травматичности и щадящему отношению к мягким тканям находит все более широкое применение в лечении не только около- и простых внутрисуставных переломов дистального отдела ББК, но и в различных его модификациях при остеосинтезе сложных переломов данной локализации. Он позволяет добиться стабильной фиксации отломков, сращения перелома, хороших функциональных результатов у большинства пациентов и сопровождается низкой долей осложнений. Однако в ряде случаев имеются сложности, связанные с устранением остаточной угловой деформации, точной анатомичной репозицией суставной поверхности ББК и сращением простых метадиафизарных переломов. Совершенствование методик малоинвазивного на костного остеосинтеза позволит расширить показания к его применению и улучшить клинические результаты.

Ключевые слова: перелом пилон, остеосинтез, малоинвазивный остеосинтез, малоинвазивный остеосинтез пластинами.

MINIMALLY INVASIVE PLATE OSTEOSYNTHESIS OF DISTAL TIBIA AND PILON FRACTURES. MODERN STATE OF ART

Mayorov B.A.^{1,2,3}, Belenkiy I.G.^{1,2}, Sergeev G.D.^{1,2}, Gadoev K.K.², Refitskiy U.V.¹

I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, Saint Petersburg, e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru;

²*St. Petersburg State University, Saint Petersburg;*

³*First Saint Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg*

Osteosynthesis of high-energy pilon fractures is associated with conflict between precise restoration of articular surface, which requires open reduction and rather wide surgical approaches, and intention to minimize soft tissue surgical trauma and to reduce the risk of complications. Minimally invasive osteosynthesis may become the solution of this problem. Modern views on MIPO in case of para- and intraarticular fractures of distal tibia are presented in our study. Indications for this surgical method, special questions of reduction and fixation, surgical approaches and implants methods are briefly discussed. Results of studies, performed by modern researchers are presented and the most frequent problems and complications are marked out. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) and its modifications are widely used not only in case of para- and intraarticular fractures, but also in case of comminuted fractures of distal tibia due to minimal soft tissue traumatization. It provides stable fixation, good functional outcomes in most cases with low complication rate. However, in some cases it is difficult to eliminate residual angle deformity, to achieve anatomical reduction and consolidation of simple metaphyseal fractures. Further development of MIPO permits to broaden the indications for its use and to improve clinical results.

Keywords: pilon fracture, osteosynthesis, minimally invasive osteosynthesis, minimally invasive plate osteosynthesis.

Переломы дистального отдела голени (пилона), по данным современной литературы, составляют до 5–7% от всех переломов большеберцовой кости [1]. Наряду с переломами проксимального отдела большеберцовой кости эта травма заслуженно привлекает внимание специалистов как одна из наиболее сложных, сопровождающихся значительной долей неудовлетворительных исходов травм конечностей [2, 3]. Переломы пилона принято разделять на две группы исходя из преимущественного механизма повреждения: низкоэнергетические переломы, обусловленные непрямым механизмом травмы и ротационными силами, и высокоэнергетические, возникающие в результате аксиальной компрессии. Последние характеризуются массивным разрушением суставной поверхности большеберцовой кости за счет размозжения ее таранной костью, сопровождаются значительным повреждением мягких тканей и вызывают наибольшие проблемы с точки зрения возможности реконструкции и последствий травмы как для функции конечности, так и для пациента [4, 5]. Хорошо известно исследование A.N. Pollak et al. (2003), изучавших отдаленные результаты после перенесенного перелома пилона. Авторы отметили высокую неудовлетворенность качеством жизни пациентов после травмы, оцененную по шкале SF-36, среднее значение которой у пострадавших с переломами пилона было ниже, чем у пациентов с ВИЧ-инфекцией. При этом 70% пациентов в группе исследования перенесли оперативное лечение по поводу сложного перелома пилона типа C (по классификации AO/ASIF). И именно эти переломы закономерно сопровождаются наибольшей долей осложнений как со стороны мягких тканей в виде длительного заживления послеоперационных ран, повреждения магистральных сосудов и нервов, инфекции, так и со стороны костной ткани в виде замедленного сращения, несращения, неправильного сращения, нестабильности и миграции металлоконструкций, необходимости повторных вмешательств и посттравматического артроза [6].

Широкое распространение тактики двухэтапного лечения с первичным ранним наложением аппарата внешней фиксации (АВФ) и первичной репозицией отломков за счет лигаментотаксиса и восстановления длины, оси и ротации сегмента позволило несколько снизить долю осложнений, прежде всего связанных с мягкими тканями [2, 7, 8]. Сама по себе операция открытой репозиции и внутренней фиксации (Open Reduction Internal Fixation, ORIF) при внутрисуставном характере перелома пилона остается вынужденной мерой, связанной с необходимостью широкого обнажения суставной поверхности для ее точной репозиции и стабильной фиксации. Однако большие доступы и широкое обнажение отломков приводят к девитализации отломков и описанным выше осложнениям. Так, в недавнем исследовании A. Andalib et al. (2021) в группе из 28 больных с переломами пилона, которые были прооперированы методом накостного остеосинтеза с применением низкопрофильных

пластин, авторы получили 7 случаев (26%) поверхностной инфекции послеоперационной раны, 3 случая (11,1%) глубокой инфекции, 2 случая несращения (7,4%), 5 случаев (18,5%) неправильного сращения, связанных с остаточной угловой деформацией [9]. С целью снижения риска развития неудовлетворительных исходов оперативного лечения изучаемой травмы все больше специалистов склоняются в пользу малоинвазивных методов фиксации отломков без широкого их обнажения и визуализации. Интрамедуллярный остеосинтез имеет ограниченное применение при лечении переломов дистального отдела голени и особенно внутрисуставном характере переломов, так как не позволяет добиться стабильной фиксации отломков при коротком дистальном фрагменте ББК и требователен к модели применяемых фиксаторов [3, 10]. Комбинированное использование техники наложения гибридного АВФ в сочетании с фиксацией внутрисуставных отломков отдельными винтами также не нашло широкого применения в силу свойственных методу наружной фиксации недостатков – неудобства для пациента, ограниченных возможностей для ранней реабилитации и склонности к инфекционным осложнениям в области ран от фиксирующих элементов [11, 12, 13]. Напротив, малоинвазивный накостный остеосинтез получил бурное развитие в последние годы за счет разработки низкопрофильных имплантатов с анатомической формой и угловой стабильностью винтов. В современной литературе определяется отчетливая тенденция к расширению показаний к малоинвазивному накостному остеосинтезу при переломах пилона различных типов [14, 15, 16]. С нашей точки зрения, такая тенденция абсолютно оправдана, так как сочетает в себе преимущества накостного остеосинтеза и малотравматичной техники хирургической операции. Более детальное изучение современного состояния проблемы применения метода малоинвазивного накостного остеосинтеза, традиционно обозначаемого в иностранной литературе аббревиатурой MIPO (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis), при хирургическом лечении переломов дистального отдела голени и пилона и послужило поводом для настоящего исследования.

Цель работы – на основании анализа данных современной литературы проанализировать возможности метода малоинвазивного накостного остеосинтеза при около- и внутрисуставных переломах дистального отдела большеберцовой кости, обсудить варианты хирургической техники, применяемые доступы, способы репозиции и результаты лечения этих травм.

Диагностика. Определение показаний к применению метода малоинвазивного накостного остеосинтеза, выбор определенных доступов и имплантатов, приемов и последовательности репозиции отломков должны проводиться оперирующим хирургом перед каждой операцией. Корректное предоперационное планирование невозможно без четкого понимания индивидуальной архитектоники перелома, четкой локализации и типа

повреждения дистального метаэпифиза большеберцовой кости (ББК). Строение пилона ББК, с точки зрения современных представлений о сложных переломах этого сегмента, принято рассматривать в виде трех колонн – медиальной, переднелатеральной и задней [17]. Некоторые авторы также рассматривают дистальный отдел малоберцовой кости (МБК) в качестве четвертой латеральной колонны [18]. При внутрисуставном характере переломов в соответствии с колонным строением выделяют типичные суставные фрагменты: задний – фрагмент Volkman's, переднелатеральный – фрагмент Tillaux-Charput, фрагмент медиальной лодыжки и, в случае сложных переломов, фрагмент центральной импрессии, так называемый в англоязычной литературе die-punch фрагмент [19, 20]. Современные подходы к диагностике повреждения позволяют за счет анализа данных рентгенографии и спиральной компьютерной томографии определить имеющиеся в каждом конкретном клиническом случае фрагменты и спланировать оперативное вмешательство [21, 22]. Стандартные рентгенограммы должны выполняться в двух проекциях и включать весь сегмент голени с захватом коленного и голеностопного суставов. При этом рентгенограммы, выполненные при первичном обследовании сразу после травмы, позволяют определиться с видом первичной угловой деформации. Вальгусный перелом дистального отдела голени характеризуется компрессией латеральной колонны, многооскольчатым переломом малоберцовой кости и с биомеханических позиций и, с точки зрения устойчивости к вторичным смещениям, требует в первую очередь восстановления стабильности латеральной колонны. Варусные переломы, напротив, характеризуются компрессией медиальной колонны и являются показанием к восстановлению стабильности именно медиальной колонны с предпочтительным медиальным расположением опорной пластины [23, 24, 25]. Третья группа переломов пилона без выраженной угловой деформации характеризуется более выраженной центральной импрессией суставной поверхности и импрессией метадиафизарной зоны, в которой после реимпакции суставной поверхности образуется костный дефект, требующий замещения [8]. Доступ к импрессированному фрагменту и реконструкция суставной поверхности пилона ББК в этих случаях вызывают большие технические сложности, требуют прямого подхода и широкой визуализации и часто выходят за рамки возможностей отдельных разновидностей малоинвазивного накостного остеосинтеза [5, 8, 10]. Кроме того, на конкретную архитектуру перелома оказывает влияние положение стопы в момент травмы, которое определяет направление воздействия аксиальной повреждающей энергии. При тыльном сгибании стопы происходит более выраженное повреждение передних отделов пилона, при разгибании – задних [10]. Современная компьютерная томография позволяет детально оценить все компоненты повреждения и является золотым стандартом диагностики внутрисуставных переломов, в том числе и переломов пилона. Причем, по мнению многих

авторов [5, 8, 10], компьютерную томографию лучше производить после устранения первичного смещения и distraction перелома путем первичного наложения аппарата внешней фиксации [26]. Изучение 3Д-модели перелома, аксиальных, фронтальных и сагиттальных срезов пилона ББК позволяет определиться с преимущественными плоскостями перелома, выявить зоны наибольшей импрессии отломков. Актуальными классификациями переломов дистального отдела голени являются классификация АО/ASIF в редакции 2018 г., выделяющая околоуставные (тип А), частичные внутрисуставные (тип В) и полные внутрисуставные (тип С) переломы [27], и классификация D. Leonetti и D. Tigani, подразделяющая внутрисуставные переломы на 2 группы: сагиттальные и фронтальные в зависимости от направления плоскости перелома околоуставной поверхности, и 4 типа в зависимости от количества внутрисуставных фрагментов и импрессии. Исходя из этой классификации, рекомендуется располагать имплантаты так, чтобы фиксирующие винты проходили перпендикулярно линии перелома и обеспечивали межфрагментарную компрессию, анатомичную репозицию и абсолютную стабильность фиксации внутрисуставных фрагментов [20].

Таким образом, предоперационное планирование служит необходимым этапом хирургического лечения пациентов с переломами пилона всех типов, по результатам которого необходимо получить ответы на следующие вопросы: как выполнить восстановление оси длины и ротации околоуставного компонента перелома; как выполнить анатомическую репозицию внутрисуставных фрагментов; возможно ли сделать это закрытыми методами без обнажения зоны перелома или необходима открытая прямая репозиция; как расположить имплантаты для создания стабильной фиксации, достаточной для ранней разработки движений в голеностопном суставе; какие доступы необходимы для полноценной реконструкции сустава и установки имплантата и можно ли сделать все перечисленные этапы операции малоинвазивно через мини-доступы.

Итак, основное *преимущество техники МПО*, отмечаемое абсолютным большинством специалистов, – сохранение кровоснабжения отломков, перифрактурной гематомы за счет мостовидной фиксации зоны перелома, т.е. создание оптимальных условий для формирования костной мозоли и вторичного сращения перелома [3, 8]. Эта положительная сторона изучаемой методики позволяет многим авторам добиться консолидации перелома в кратчайшие сроки, даже при оскольчатых и внутрисуставных переломах пилона. Так, A. Ballal et al. (2016) в группе из 18 пациентов с внутрисуставными переломами пилона I–III типов по Ruedi-Allgower применили метод МПО и получили сращение в срок 12 недель у 15 пациентов (83%) и у 3 оставшихся в срок 6 месяцев после операции. Однако, оценивая отдаленные результаты, авторы отмечают худшие результаты у 3 своих пациентов с более сложными переломами III типа по Ruedi-Allgower, что, безусловно, связано с качеством репозиции

отломков и ограниченной возможностью реконструкции суставной поверхности при данном методе остеосинтеза [28].

Современные принципы хирургического лечения переломов пилона не зависят от типа перелома и выбранного метода операции. Даже если в качестве метода остеосинтеза выбран малоинвазивный накостный остеосинтез, он должен обеспечивать анатомичную репозицию и абсолютную стабильность фиксации фрагментов суставной поверхности ББК, функциональную репозицию метафизарного компонента перелома с восстановлением оси, длины и ротации ББК с шинированием метадиафизарной зоны перелома, фиксацию всех поврежденных колонн, замещение костного дефекта при его наличии, сохранение кровоснабжения отломков и возможность ранней активной разработки движений для скорейшего и полного восстановления функции голеностопного сустава [2, 8, 10]. Таким образом, с одной стороны, хирург должен добиться максимально возможного восстановления анатомии поврежденного дистального отдела голени, с другой – обеспечить стабильность фиксации отломков, достаточную для физиологических движений в голеностопном и коленном суставах без риска вторичного смещения и миграции имплантатов. Безусловно, состояние мягких тканей, качество кости, сочетанные повреждения, коморбидный фон должны приниматься во внимание при планировании и выполнении операции, но соблюдение описанных выше принципов при прочих равных условиях позволяет снизить риск осложнений и неудовлетворительных исходов. Таким образом, можно сказать, что применение малоинвазивного накостного остеосинтеза показано при всех типах переломов дистального отдела голени, однако не во всех случаях позволяет выполнить все перечисленные выше условия успешного остеосинтеза за счет ограниченных возможностей визуализации и репозиции суставных фрагментов. Поэтому малоинвазивный накостный остеосинтез многими авторами в основном применяется при околосуставных и простых внутрисуставных переломах, репозиция которых возможна закрытыми методами [2, 3, 10].

Ряд авторов справедливо считают важным этапом лечения первичную distraction зоны перелома в простейшем аппарате наружной фиксации, что обеспечивает предварительную репозицию отломков за счет лигаментотаксиса [5, 26]. Такая тактика получила распространение в качестве двухэтапного протокола хирургического лечения при около- и внутрисуставных переломах коленного и голеностопного суставов, с первичным как можно более ранним наложением АВФ в состоянии умеренной тракции с коррекцией первичной деформации. Такой подход часто позволяет существенно улучшить первичное положение отломков и снизить травматичность последующего окончательного вмешательства, а во многих случаях и свести его к возможности выполнить малоинвазивную фиксацию достигнутого ранее положения отломков, не демонтируя первичный АВФ [2, 3, 10].

Так, D. Vidovic et al. (2015) представили группу из 21 пациента с высокоэнергетическими околоуставными и простыми внутрисуставными переломами пилона, которым было выполнено первичное наложение АВФ с последующей конверсией на малоинвазивный накостный остеосинтез в среднем через 10,4 дня после травмы. Авторы получили сращение переломов через 19,7 недели. Средний объем движений в голеностопном суставе на сроке 12 месяцев после травмы составил от 10 градусов тыльного сгибания до 28,38 градуса подошвенного сгибания. Авторы описывают 23,8% осложнений, из которых они отметили 2 случая замедленного сращения, 1 случай неправильного сращения с рекурвацией в 10 градусов, не имевшего, однако, клинического проявления, и 2 случая имплантат-ассоциированных осложнений, потребовавших отсроченного удаления металлоконструкций. В обсуждении своих результатов авторы отдельно отмечают, что оба их случая несращения выявлены у пациентов с простым характером перелома и связаны, по их мнению, с технической сложностью создания анатомичной репозиции отломков и межфрагментарной компрессии закрытыми методами, так как при минимальных ошибках в репозиции и направлении введения винтов винты выполняют нейтрализующую функцию, а не являются компрессирующими [29].

Такой же «недостаток» малоинвазивного накостного остеосинтеза при простом переломе отмечают и другие авторы. E. Hasenboehler et al., 2007, в группе из 32 пациентов с переломами пилона и дистального отдела голени, у 8 из которых были открытые переломы, получили клиническое и рентгенологическое сращение перелома у 10 пациентов в срок 3 месяца, у 23 пациентов в срок 6 месяцев и у 27 в срок 9 месяцев. Реоперации потребовали 3 пациента: 1 – из-за деформации пластины в срок 5 месяцев вследствие многооскольчатого характера перелома и нарушения режима осевой нагрузки, и 2 – из-за несращения в срок 13 месяцев. Оба пациента с несращением имели открытый характер перелома Gustillo-Anderson I и II типов соответственно и осложненный анамнез в виде периферической сосудистой патологии и длительного стажа курения и алкоголизации. Замедленное сращение отмечено авторами также при простом типе перелома, при фиксации которого применялась мостовидная техника. Авторы рекомендуют в случае простого перелома сочетать техники чрескожного введения стягивающих винтов и межфрагментарной компрессии и нейтрализующей пластины или, если этого не удалось добиться, более длительно ограничивать осевую нагрузку, так как на формирование вторичного сращения при простом переломе может потребоваться срок до 6 месяцев и более. В качестве основного фиксатора авторы применяли прямую длинную узкую пластину с угловой стабильностью винтов, которую они изгибали и укладывали по медиальной поверхности ББК. У всех своих пациентов авторам удалось восстановить анатомию ББК в пределах допустимых значений в сравнении с

контралатеральной конечностью: ось и ротацию ББК в пределах 5 градусов и длину в пределах 1 см. Однако все 29 пациентов, отслеженных в срок более 1 года, отмечали легкий локальный дискомфорт в области верхушки медиальной лодыжки из-за контурирования пластины [30]. Похожие жалобы отмечены и у двух пациентов D. Vidovic et al. (2015), которые использовали дистальные медиальные анатомические пластины, что говорит о том, что специализированные предызогнутые пластины более приспособлены для техники малоинвазивного накостного остеосинтеза, однако в ряде случаев они также могут требовать дополнительного моделирования перед имплантацией [29].

T.C. Lai et al. (2018) в своей работе, посвященной малоинвазивному остеосинтезу при переломах дистального отдела голени, еще раз подчеркивают, что для снижения риска осложнений необходимо проводить тщательное планирование операции. Раннее восстановление оси, длины и ротации голени за счет наложения стержневого АВФ способствует скорейшему уменьшению местного отека и помогает в лечении мягких тканей. Выбор вида имплантата, его позиционирование, а также применяемые приемы репозиции должны проводиться на основании анализа данных предоперационной компьютерной томографии. АВФ возможно использовать в качестве дистрактора во время этапа окончательного остеосинтеза. Временную фиксацию фрагментов с помощью спиц Киршнера и костодержателей необходимо контролировать интраоперационной флюороскопией. Пластину, устанавливаемую по медиальной поверхности ББК, следует моделировать или использовать анатомические имплантаты. Возможно применение специального «компрессирующего устройства» для проведения «репозиции на пластине». Позиционирование дополнительных межфрагментарных винтов должно уточняться на основании изучения индивидуальной архитектоники перелома [31].

Возвращаясь к вопросу техник репозиции, применяемых специалистами для улучшения положения отломков, отметим, что в случае внутрисуставного характера повреждения репозиция суставного компонента перелома является наиболее важной задачей, определяющей успех операции в целом. Поэтому многие специалисты применяют технику малоинвазивного накостного остеосинтеза только при простых переломах без значительного смещения внутрисуставных фрагментов, а при сложных переломах рекомендуют выполнять ограниченно открытую реконструкцию суставной поверхности пилона ББК [5, 8, 10].

Так, O. Vorens et al. (2006) в своей группе из 17 пациентов, в которую входили 9 пациентов с переломами 43 C1, 2 и 8 пациентов 43 C3, при простых внутрисуставных переломах пилона в ходе этапа окончательного остеосинтеза, выполняемого после нормализации состояния мягких тканей в среднем через 12,4 дня после травмы, производили интраоперационную закрытую репозицию отломков с применением остроконечных

костодержателей и установкой стягивающих винтов, фиксирующих относительно крупные суставные фрагменты, через проколы кожи. При этом позиционирование костодержателей и винтов планировалось перед операцией по результатам компьютерной томографии. При выраженном смещении отломков и невозможности выполнить чрескожную фиксацию, что было отмечено у 10 пациентов, выполняли ограниченную переднюю артротомию, открытую репозицию, заполнение дефекта костными трансплантатами и фиксацию мини-пластинами. Основным фиксатором диафизарного фрагмента служила низкопрофильная стальная пластина, моделируемая интраоперационно и устанавливаемая из двух переднемедиальных мини-доступов. При этом за счет относительной эластичности фиксаторов авторы добивались хорошего контакта «пластина – кость», в ряде случаев вводя кортикальные межфрагментарные винты через среднюю часть пластины. Авторы применяли АВФ в качестве дистрактора и снимали его только после установки медиальной пластины. Для фиксации латеральной колонны, еще на стадии первичного наложения АВФ, выполняли остеосинтез МБК из стандартного заднелатерального доступа, применяя прямую пластину с ограниченным контактом для малых фрагментов. Выбранная авторами тактика позволила получить хорошие результаты. У 9 пациентов (52,9%) рентгенологические результаты репозиции отломков признаны отличными, т.е. на контрольных рентгенограммах не выявлено остаточной степени суставной поверхности, имелась симметричная суставная щель в проекции «mortise», т.е. не выявлено подвывиха в голеностопном суставе и нарушения осевых взаимоотношений диафиза ББК относительно суставной линии. У 6 пациентов репозиция признана хорошей: имелись ступенька до 2 мм, или расхождение линии перелома до 2 мм, или асимметрия линии сустава в проекции «mortise» менее 1 мм, ось диафиза ББК была правильной. У 2 пациентов результаты репозиции были удовлетворительными: имелись ступень от 2 до 4 мм, асимметрия суставной щели до 2 мм или остаточная угловая деформация до 10 градусов. Все переломы срослись в срок 14 недель. Не выявлено ни одного инфекционного осложнения, перелома или миграции имплантатов. Функциональные результаты по шкале AOFAS составили в среднем 86,1 балла, при этом средний объем движений составил 30 градусов (от 15 до 50 градусов). У 7 пациентов (41%) отмечены клинические и рентгенологические признаки умеренного деформирующего артроза, и только у 1 пациента выявлены показания к артродезированию голеностопного сустава [7]. Результаты, полученные O. Vorens et al., следует признать впечатляющими. Несмотря на высокую долю сложных внутрисуставных переломов 43 С3 и применение пластин без угловой стабильности винтов, за счет бережного отношения к мягким тканям, этапного хирургического лечения, раннего восстановления длины и оси сегмента, за счет наложения АВФ и остеосинтеза МБК, тщательного планирования, основанного на данных КТ, и малотравматичной техники репозиции суставного фрагмента с малоинвазивной

фиксацией диафизарного фрагмента авторы получили отличные и хорошие результаты у 88% своих пациентов.

G.V. Kim et al., 2018, применяли сходную технику комбинации ограниченно открытого переднелатерального доступа, производя репозицию и фиксируя передние фрагменты Т-образной малой пластиной с винтами 3,5 или 2,4 мм, с малоинвазивным остеосинтезом из медиальных доступов, устанавливая низкопрофильную дистальную медиальную пластину или 1/3-трубчатую пластину, при лечении 28 пациентов с переломами пилона, из которых 14 имели перелом типа С1 (50%), 8 пациентов (28,6%) – типа С2 и 6 пациентов (21,6%) – типа С3. Все переломы срослись без дополнительных вмешательств, средний объем движений, оцененный в среднем через 25 недель, составил 13 градусов тыльного сгибания и 38 градусов подошвенного сгибания. Из осложнений отмечены 1 случай глубокой инфекции (3,6%) и 1 случай поверхностного некроза кожи (3,6%) в области переднелатерального доступа. Обосновывая предложенный метод использования переднелатерального доступа, авторы отмечают, что именно переднелатеральный фрагмент является ключевым во многих случаях сложного внутрисуставного перелома, а он технически труднодостижим из медиальных доступов [32].

Тем не менее сложности с репозицией отломков наблюдаются не только при внутрисуставных переломах дистального отдела голени. Многие авторы отмечают, что медиальное позиционирование пластины не всегда позволяет добиться корректного восстановления оси большеберцовой кости. А. Varis et al. (2020) проводили операцию малоинвазивного на костного остеосинтеза анатомичной медиальной пластиной в раннем периоде, без первичного наложения АВФ, в средний срок 2 суток после травмы. В группе из 62 пациентов со средним возрастом $45,3 \pm 14,9$ года у 34 (54,8%) был перелом 43-А, у 8 (12,9%) – 43-В и у 20 (32,3%) – 43-С. Ранее оперативное лечение позволило авторам добиться репозиции отломков закрытыми методами, путем лигаментотаксиса, в то же время сохранив перифрактурную гематому и кровоснабжение отломков. Эта особенность, отмеченная авторами, является важным преимуществом предложенной техники. Ни в одном случае не было отмечено проблем с консолидацией переломов. Несмотря на хорошие функциональные результаты, оцененные в отдаленном периоде в среднем через $42,7 \pm 4,6$ месяца (средний балл по шкале AOFAS составил $86,6 \pm 9,1$), и низкий уровень осложнений в своей группе пациентов, авторы отмечают довольно большую долю остаточной угловой деформации, более выраженную в сагиттальной плоскости. Так, у 4 пациентов (6,5%) отмечен остаточный варус менее 5 градусов, у 2 (3,2%) – остаточный вальгус менее 5 градусов, у 39 пациентов (62,9%) – рекурвация, из них у 34 – менее 5 градусов и у 5 – менее 10 градусов, у 14 пациентов (22,6%) – прокурвация, из них у 12 – менее 5 градусов и у 2 – менее 10 градусов. Авторы заметили

определенный уровень сагиттальной нестабильности у многих пациентов своей группы, что они связывают с технической сложностью контроля «сагиттальной стабильности» при медиальном расположении пластины [33]. Возможно, позиционирование пластины по передней или задней поверхности ББК могло бы улучшить данную ситуацию и снизить риск остаточного смещения в сагиттальной плоскости.

D. Wu et al. (2020) попытались решить обе обозначенные выше проблемы открытой прямой репозиции суставных фрагментов и переднелатерального позиционирования опорной пластины, предложив метод малоинвазивного накостного остеосинтеза через изогнутый переднелатеральный доступ. В своей работе авторы продемонстрировали 17 пациентов с высокоэнергетическими переломами пилона, средний возраст которых составил 37,4 года. По классификации АО в исследование вошли 5 случаев перелома типа 43-B2, 7 случаев 43-C1, 3 случая 43-C2 и 2 случая 43-C3, в том числе 2 открытых перелома 1-го и 2-го типов 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 дня после травмы. В 11 случаях первично выполняли ORIF МБК. 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 сухожилий разгибателей 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 анатомичную реконструкцию дистального отдела голени у 70,5% пациентов, хорошую репозицию у 23,6% и не удалось добиться этого у 1 пациента (5,9%). При этом авторы отметили остаточную вальгусную деформацию в 7 и 8 градусов у двух пациентов (11,8%). Все переломы срослись в средний срок 3,6 месяца. 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 нейропатии малоберцового нерва и 2 случая посттравматического артроза голеностопного сустава легкой степени [34]. Хорошие

результаты, полученные авторами, заставляют обратить более пристальное внимание на предложенный ими метод малоинвазивного на костного остеосинтеза пилона ББК. Метод позволил выполнить анатомичную 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 сохранение кровоснабжения 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 [34].

Таким образом, проведя анализ данных современной литературы, в своей работе мы осветили лишь малую долю противоречий и проблем, возникающих при остеосинтезе переломов пилона с использованием малоинвазивных технологий. Конечно, этот вопрос требует дальнейших исследований. Однако уже сейчас можно отметить определенные преимущества и недостатки изучаемой технологии остеосинтеза. Метод малоинвазивного на костного остеосинтеза, применяемый при переломах дистального отдела большеберцовой кости и пилона, в полной мере соответствует концепции биологичного остеосинтеза, сохраняет кровоснабжение и питание отломков, перифрактурную гематому и способствует вторичному костному сращению, в то же время не ухудшая состояние мягких тканей, что, в свою очередь, сохраняет возможность ранней активной реабилитации, хороших функциональных результатов при низком риске осложнений.

Современные варианты техник МІРО разнообразны. В зависимости от локализации и типа перелома, необходимости поддержки соответствующих колонн пилона большеберцовой кости можно применять как медиальную, так и переднелатеральную пластину, использовать пластины анатомической формы с угловой стабильностью винтов и традиционные, моделируемые интраоперационно. В зависимости от сложности разрушения суставной поверхности допустимо использовать закрытую репозицию и установку межфрагментарных винтов с целью компрессии или ограниченно открытую репозицию и комбинацию пластин.

Следует также сказать, что метод МІРО не лишен недостатков. Он малоприменим при внутрисуставном характере перелома, так как не позволяет выполнить открытую прямую репозицию при большинстве типов внутрисуставных переломов пилона. Кроме того, он довольно часто не до конца устраняет остаточную вальгусную деформацию и вальгусную

нестабильность. В подобных случаях даже дополнительная фиксация МБК не всегда решает этот вопрос, так как при вальгусном переломе перелом МБК в большинстве случаев будет многооскольчатый, а восстановить корректную длину МБК технически сложно. Многие авторы отмечают склонность к «сагиттальной» нестабильности, остаточной ретро- и прокурвации при изолированном применении медиальной опорной пластины. Техника позиционирования пластины по переднелатеральной поверхности с применением малоинвазивных техник в современной литературе описана недостаточно полно. Мы встретили лишь одну статью, посвященную подобной технике операции, с малым количеством наблюдений. Многие авторы также указывают на замедленное сращение при простых переломах метадиафизарной зоны, требующих точной анатомической репозиции, абсолютной стабильности и прямого сращения, чего сложно добиться при использовании малоинвазивного метода. При неточном контурировании имплантатов, а также применении пластин стандартного профиля многие пациенты жалуются на дискомфорт в области кожных покровов, что чаще требует удаления имплантатов.

Однако, несмотря на перечисленные недостатки, мы видим, что современные возможности метода МРО расширяются, все больше авторов пытаются применять данную технику даже при сложных внутрисуставных переломах типа 43 С3. Справедливо и то, что необходимыми условиями для МРО являются тщательное планирование по данным всестороннего анализа компьютерной томографии и рентгенографии и понимание того, что цели операции – анатомическая репозиция суставной поверхности и функциональная репозиция метадиафизарной зоны, а также стабильная фиксация отломков, что может быть достигнуто при выборе малоинвазивного накостного остеосинтеза.

Заключение. Таким образом, малоинвазивный накостный остеосинтез по праву занимает одно из ведущих мест в оперативном лечении переломов дистального отдела голени и пилона. Этот метод показан при всех околосуставных переломах. При внутрисуставных переломах метод МРО показан всегда, когда возможно добиться анатомической репозиции отломков без вскрытия зоны перелома. Если же это невозможно, следует применять ограниченную открытую репозицию суставного компонента перелома и малоинвазивную фиксацию его диафизарного компонента. Применяемые при этом доступы и техники репозиции отломков разнообразны, их выбор должен базироваться на тщательном предоперационном планировании, зависеть от индивидуальной архитектоники перелома, состояния мягких тканей, особенностей пациента и предпочтений хирурга.

Список литературы

1. Martín O.F., Acosta P.Z., Castrillo A.V., Martín Ferrero M.A., De la Red Gallego M.A. Tibial pilon fractures. *JSM Foot & Ankle*. 2016. Vol. 1. N. 1. P. 1001.
2. Canale S.T., Beaty J.H. *Campbell's Operative Orthopaedics*. 12th ed. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier. 2013. 4635 p.
3. Buckley R.E., Moran C.G. Apivatthakakul Th. *AO principles of fracture management*. 3d ed. Stuttgart. Thieme. 2018. P. 1120.
4. Dujardin F., Abdulmutalib H., Tobenas A.C. Total fractures of the tibial pilon. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2014. Vol. 100. P. 65-74. DOI: 10.1016/j.otsr.2013.06.016
5. Jacob N., Amin A., Giotakis N., Narayan B., Nayagam S., Trompeter A. J. Management of high-energy tibial pilon fractures. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*. 2015. Vol. 10. P. 137–147. DOI: 10.1007/s11751-015-0231-5.
6. Pollak A.N., McCarthy M.L., Bess R.S., Agel J., Swiontkowski M.F. Outcomes after treatment of high-energy tibial plafond fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*. 2003. Vol. 85. N. 10. P.1893-1900. DOI: 10.2106/00004623-200310000-00005.
7. Borens O., Kloen P., Richmond J., Roederer G., Levine D.S., Helfet D.L. Minimally invasive treatment of pilon fractures with a low profile plate: preliminary results in 17 cases. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2009. Vol. 129. N. 5. P. 649-659. DOI: 10.1007/s00402-006-0219-1.
8. Беленький И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Усенов М.Б. Современные взгляды на оперативное лечение пациентов с переломами пилона // *Современные проблемы науки и образования*. 2018. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27955> (дата обращения: 13.10.2022).
9. Andalib A., Etemadifar M.R., Rafiee Zadeh A., Moshkdar P. Treatment of pilon fractures with low profile plates. *International Journal of Burns and Trauma*. 2021. Vol. 11. N. 6. P. 486-493.
10. Court-Brown Ch. M., Heckman J.D., McQueen M.M., Ricci W.M., Tornetta (III) P., McKee M.D. *Rockwood and Green's fractures in adults*. 8th ed. Wolters Kluwer Health. 2015. 2769 p.
11. Daghino W., Messina M., Filipponi M., Alessandro M. Temporary stabilization with external fixator in 'Tripolar' configuration in two steps treatment of tibial pilon fractures. *The Open Orthopaedics Journal*. 2016. Vol. 30. N. 10. P. 49–55. DOI: 10.2174/1874325001610010049.
12. 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. *Medical Science Monitor*. 2015. Vol. 21. P. 1662–1667. DOI: 10.12659/MSM.893289.
13. Meng Y.-C., Zhou X.-H. External fixation versus open reduction and internal fixation for tibialpilon fractures: A meta-analysis based on observational studies. *Chinese Journal of Traumatology*. 2016. Vol. 19. P. 278–282. DOI: 10.1016/j.cjtee.2016.06.002.

14. Li Q., Zhao W.B., Tu C.Q., Yang F., Fang Y., Zhang H., Liu L. Locking compression plate (LCP) combined with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) for the treatment of Pilon fracture. *Zhongguo Gu Shang*. 2014. Vol. 27. N. 12. P. 1029–1032.
15. Paluvadi S.V., Lal H., Mittal D., Vidyarthi K. Management of fractures of the distal third tibia by minimally invasive plate osteosynthesis – A prospective series of 50 patients. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2014. Vol. 5. N. 3. P. 129–136. DOI: 10.1016/j.jcot.2014.07.010.
16. Luo H., Chen L., Liu K., Peng S., Zhang J., Yi Y. Minimally invasive treatment of tibial pilon fractures through arthroscopy and external fixator-assisted reduction. *Springerplus*. 2016. Vol. 5. N. 1. P. 1923. DOI: 10.1186/s40064-016-3601-7.
17. Assal M., Ray A., Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2015. Vol. 29. N. 2. P. 69-79. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000218.
18. Tang X., Tang P.F., Wang M.Y., Lü D.C., Liu M.Z., Liu C.J., Liu Y., Sun L.Z., Huang L.J., Yu L., Zhao Y.G. Pilon fractures: a new classification and therapeutic strategies. *Chinese Medical Journal (English)*. 2012. Vol. 125. N. 14. P. 2487-2492.
19. Topliss C., Jackson M., Atkins R. Anatomy of pilon fractures of the distal tibia. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 2005. Vol. 87. N. 5. P. 692–697. DOI: 10.1302/0301-620X.87B5.15982.
20. Leonetti D., Tigani D. Pilon fractures: A new classification system based on CT-scan. *Injury*. 2017. Vol. 48. N. 10. P. 2311–2317. DOI: 10.1016/j.injury.2017.07.026.
21. Tomas-Hernandez J. High-energy pilon fractures management: State of the art. *EFORT Open Reviews*. 2017. Vol. 13. N. 1 (10). P. 354–361. DOI: 10.1302/2058-5241.1.000016.
22. Sommer C., Nork S.E., Graves M., Blauth M., Rudin M., Stoffel K. Quality of fracture reduction assessed by radiological parameters and its influence on functional results in patients with pilon fractures—A prospective multicentre study. *Injury*. Vol. 48. N. 12. P. 2853–2863. DOI:10.1016/j.injury.2017.10.031.
23. Wang X., Wei Z., Huang J., Chen L., Hu S., Wu W., Tu Y., Guo S., Xu G., Deng Z. Preliminary application of virtual preoperative reconstruction planning in pilon fractures. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2016. Vol. 30. N. 1. P. 44-49.
24. Busel G.A., Watson J.T. Plating of pilon fractures based on the orientation of the fibular shaft component: A biomechanical study evaluating plate stiffness in a cadaveric fracture model. *Journal of Orthopaedics*. 2017. Vol. 14. N. 2. P. 308-312. DOI: 10.1016/j.jor.2017.04.001.
25. Busel G.A., Watson J.T., Israel H. Evaluation of fibular fracture type vs location of tibial fixation of pilon fractures. *Foot & Ankle International*. 2017. Vol. 38. N. 6. P. 650-655. DOI: 10.1177/1071100717695348.

26. Saad B.N., Yingling J.M., Liporace F.A., Yoon R.S. Pilon fractures: challenges and Solutions. *Orthopedic Research and Reviews*. 2019. Vol. 11. P. 149-157. DOI: 10.2147/ORR.S170956.
27. Kellam J., Meinberg E., Agel J., Karam M., Roberts C. Fracture and Dislocation Classification Compendium – 2018. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2018. V. 32. N. 1 Supplement. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001063.
28. Ballal A., Rai H.R., Shetty S.M., Mathias L.J., Shetty V., Shetty A. A Prospective Study on Functional Outcome of Internal Fixation of Tibial Pilon Fractures with Locking Plate using Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Technique. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016. Vol. 10. N. 1. RC01-4. DOI: 10.7860/JCDR/2016/15284.7013.
29. Vidović D., Matejčić A. Ivica M. Jurišić D. Elabjer E. Bakota B. Minimally-invasive plate osteosynthesis in distal tibial fractures: results and complications. *Injury*. 2015. Vol. 46. Suppl. 6. P. 96-99. DOI: 10.1016/j.injury.2015.10.067.
30. Hasenboehler E., Rikli D., Babst R. Locking compression plate with minimally invasive plate osteosynthesis in diaphyseal and distal tibial fracture: a retrospective study of 32 patients. *Injury*. 2007. Vol. 38. N. 3. P. 365-370. DOI: 10.1016/j.injury.2006.10.024.
31. Lai T.C., Fleming J.J. Minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibia fractures. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*. 2018. Vol. 35. N. 2. P. 223-232. DOI: 10.1016/j.cpm.2017.12.005.
32. Kim G.B., Shon O.J., Park C.H. Treatment of AO/OTA type C pilon fractures through the anterolateral approach combined with the medial MIPO technique. *Foot & Ankle International*. 2018. Vol. 39. N. 4. P. 426-432. DOI: 10.1177/1071100717746628.
33. Barış A., Çirci E., Demirci Z., Öztürkmen Y. Minimally invasive medial plate osteosynthesis in tibial pilon fractures: longterm functional and radiological outcomes. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 2020. Vol. 54. N. 1. P. 20-26. DOI: 10.5152/j.aott.2020.01.489.
34. Wu D., Peng C., Ren G., Yuan B., Liu H. Novel anterior curved incision combined with MIPO for Pilon fracture treatment. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020. Vol. 21. N. 1. P. 176. DOI: 10.1186/s12891-020-03207-3.