

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ ПИЛОНА:
КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК
И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

Кондратьев И.П.

ГБУ "Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им.И.И.Джанелидзе"

*(Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская 3, тел: +7(921)935-88-62, e-mail: darksun -
-30@mail.ru)*

Резюме. Хирургическое лечение переломов дистального отдела большеберцовой кости - пилон - относится к наиболее сложным задачам травматологии. В статье дан обзор 40-летней истории применения хирургических методов при лечении пострадавших с переломами пилон, а также анализ методов на костного остеосинтеза, предложенных в последние годы.

Ключевые слова: переломы пилон, методы хирургического лечения, остеосинтез, имплант, хирургический доступ.

**SURGICAL TREATMENT OF FRACTURES OF THE PYLONS: A BRIEF
HISTORICAL OUTLINE AND THE MODERN STATE OF THE PROBLEM**

I.P. Kondratyev

"Saint-Petersburg Institute of Emergency Care im.I.I.Dzhanelidze"

Summary. Surgical treatment of fractures of the distal tibial bone – pylon – refers to the most complicated tasks of traumatology. The article presents a review of the 40-year history of the application of surgical methods in treatment of patients with the fractures of the pylon? As well as the analysis of the methods of on-bone osteosynthesis, proposed in recent years.

Key words: fracture of the pylon, methods of surgical treatment, osteosynthesis, implant, surgical access.

Введение.

В последние годы появляется все больше количество работ, посвященных проблемам лечения переломов костей в нижней трети голени - так называемых переломов пилона. Наряду с работами отечественных, западноевропейских и американских травматологов и ортопедов, возрастает число исследований, выполненных учеными из стран Азии - Китая, Южной Кореи, Индии и др. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и др.]. Повышенный интерес к проблемам переломов пилона прежде всего объясняется тем, что "лечение переломов пилона является одним из наиболее серьезных вызовов травматологам" [10] и, кроме того, служит косвенным свидетельством неудовлетворенности специалистов результатами лечения данной патологии.

История развития хирургических методов лечения переломов пилона.

В течение многих лет единственным приемлемым методом лечения переломов костей считался консервативный, и лишь в начале 40-х годов прошлого века G.Kuntscher и R.Danis были предложены методы оперативного лечения переломов [цит. по: 11]. M.E.Müller реализовал эту идею в лечении 80 пациентов. Его сообщение об оперативном лечении переломов, опубликованное в 1963 г., подчеркивало преимущества ранней открытой репозиции и внутренней фиксации переломов. Этот метод получил название ORIF (open reduction, internal fixation - открытое восстановление, внутренняя фиксация). Вскоре стало очевидно, что активный подход к лечению переломов не только кардинальным образом улучшает исходы травмы, но способствует снижению частоты развития таких осложнений, как жировая эмболия, легочная и полиорганная недостаточность [12]. Оперативное лечение переломов постепенно становилось нормой, однако применение хирургических методов в таких сложных сегментах, как область голеностопного сустава, по-прежнему считалось заведомо обреченным на провал. Еще в 1959 г. Jergesen утверждал, что открытое вправление и стабилизация тяжелых переломов пилона невозможны [цит. по: 13].

В конце 60-х годов T.P.Ruedi, M.Allgower [14] опубликовали статью, в которой представили результаты лечения 84 переломов пилона у 82 пострадавших. В 74 % случаев были достигнуты отличные и хорошие результаты: 70 (90 %) пострадавших, в том числе 12 из 18 военнослужащих, вернулись к своей профессии. И, хотя около половины пациентов жаловались на периодические боли (в основном в дождливую погоду) и/или отеки оперированных конечностей, полученные результаты для своего времени были выдающимися. Между тем, в отчетах других исследователей [15, 16, 17, 18, 19], которые

применяли концепцию ORIF при лечении пострадавших с переломами пилона, говорилось о значительном количестве серьезных неудач. Авторы указывали, что хорошие результаты гораздо чаще получаются при лечении низкоэнергетических травм. Тем не менее, концепция ORIF и в настоящее время остается одной из основополагающих в подходе к лечению переломов пилона [20, 21, 22, 23], однако с некоторыми дополнениями и изменениями, определившими границы ее применения и необходимость учета состояния мягких тканей.

Признание необходимости отсрочки репозиции и фиксации костных отломков до заживления травмы мягких тканей явилось одним из наиболее важных этапов в оптимизации хирургического лечения переломов пилона. Повреждение мягких тканей происходит при переломах пилона любого механогенеза - низко- и высокоэнергетических. Под воздействием низкоэнергетических факторов в прилегающих к зоне перелома мягких тканях развивается воспалительный процесс, сочетающийся с частичным разрушением микроциркуляторной сети сосудов и, как следствие, появляются признаки тканевых гипоксии и ацидоза. Чаще всего, такого рода изменения купируются в течение 5-7 дней. В то же время, нанесение дополнительной - операционной – травмы в эти сроки значительно усугубляет тканевые расстройства и может вызвать развитие раневой инфекции. Тяжелые нарушения трофики мягких тканей могут стать причиной замедленной консолидации или несращения костных отломков, а в некоторых случаях - развития остеомиелита [5, 24, 25, 26].

Положение о необходимости отсрочки оперативного вмешательства до нормализации патологических процессов в мягких тканях в настоящее время не подвергается сомнению. Это, если угодно, есть приложение концепции damage control к проблеме лечения переломов пилона [27, 28]. Некоторые разногласия существуют в вопросе рекомендуемой продолжительности отсрочки, когда разные авторы определяют ее сроки от 3-8 суток до нескольких недель [5, 26, 29, 30, 31, 32, 33].

Дальнейшее изучение механогенеза переломов пилона, особенностей повреждения костных структур и мягких тканей, а также течения травматической болезни и ее осложнений, послужили основой для появления новых концепций лечения, в том числе отсроченного ORIF, ограниченного ORIF, MIPO (minimally invasive plate osteosynthesis) - минимально инвазивного остеосинтеза пластиной [34, 35, 36].

В основе концепции MIPO лежит поиск разумного компромисса между стремлением, с одной стороны, максимально бережно отнестись ко всем структурам, которые оказались вовлеченными в патологический процесс вследствие перелома пилона,

а с другой - достичь возможно более полного восстановления функции голеностопного сустава [37].

Щадящее отношение к мягким тканям заключается не только в отсрочке остеосинтеза. При выполнении операции топографо-анатомическое расположение доступа или взаимное расположение доступов, если их больше одного, размер операционного разреза рассчитываются так, чтобы принести минимальный вред прилежащим мягким тканям, кровеносной сети, суставному аппарату и, опосредованно, костным структурам. Как известно, до трети кровоснабжения кость получает из окружающих мягких тканей [38]. В тех случаях, когда перелом сопровождается нарушениями внутримозгового кровоснабжения, окружающие область перелома мягкие ткани становятся единственным источником питания для костных отломков. После стабилизации перелома гемодинамика в костномозговом канале восстанавливается в течение 1-2 недель [39]. Здесь мы имеем, с одной стороны, еще одно подтверждение физиологичности двухэтапного протокола хирургического лечения переломов пилона, с другой, поскольку роль прилежащих мягких тканей в адекватном кровоснабжении костных структур велика, - дополнительное обоснование минимально инвазивного подхода при выполнении окончательного остеосинтеза: чем шире рассечение, тем выше вероятность деваскуляризации кости [40].

Преимущества концепции МІРО перед более агрессивной ORIF подтверждены во многих исследованиях [7, 21, 41, 42, 43, 44, 45, 46 и др.]. Авторы отмечают, что при применении техники МІРО снижается количество послеоперационных осложнений, быстрее восстанавливаются функции конечности. В то же время, B.D.Crist et al. [47] считают, что доказательств преимущества концепции МІРО пока недостаточно. Основная трудность, с которой сталкивается хирург при использовании техники МІРО, заключается в том, что кость непосредственно не визуализируется. Иранские специалисты H.Namazi, K.Mozaffarian [48] отмечают, что применение техники МІРО требует тщательного предоперационного планирования, скрупулезного учета состояния мягких тканей в области перелома и виртуозной хирургической техники. Без соблюдения этих условий, по мнению авторов, остеосинтез пластинами становится "новой ловушкой" (new pitfall) для не обладающих достаточным опытом травматологов, за которую пациенты будут расплачиваться послеоперационными осложнениями.

Современные представления о выполнении накостного остеосинтеза при переломах пилона.

Хирургическое пособие, как считает большинство исследователей, является

методом выбора при лечении пострадавших с переломами пилона. D.P.Barei, S.E.Nork [49] отмечают, что в настоящее время консервативный подход к лечению переломов пилона применяется редко. Использование хирургических методов лечения перелома пилона нецелесообразно при непереносимости анестезии, артериальной гипертензии III ст., хронической сердечной недостаточности III ст., хронической венозной недостаточности III ст. Противопоказания к хирургическому лечению перелома пилона могут возникнуть также у пострадавших с политравмой тяжелой или крайне тяжелой степени. Кроме того, консервативный подход целесообразен, если запланирован артродез голеностопного сустава [30, 33].

Хирургическое лечение переломов пилона, за исключением тех случаев, когда состояние мягких тканей в зоне перелома признается хорошим или хотя бы удовлетворительным, проводится в два этапа - two-staged protocol [13, 30, 42, 50].

На первом - ургентном - этапе (emergency phase), помимо проведения ПХО ран мягких тканей, выполняют вправление и фиксацию отломков и осколков. Данную манипуляцию, по мнению P.L.Horn et al. [33], необходимо выполнить не позднее 8 часов от момента травмы. По завершении первого этапа наступает время второго - плановой операции остеосинтеза.

Вопрос выбора доступа (доступов) при вмешательствах на пилоне до настоящего времени остается дискуссионным. Для техники ORIF стандартным является антеромедиальный доступ [47]. Он локализован на 0,5 см ниже суставной щели, несколько медиальнее сухожилия передней большеберцовой мышцы, латеральнее внутренней лодыжки и проксимальнее медиального края купола таранной кости.

По мнению же F.J.Müller, M.Nerlich [30], оптимальным доступом к пилону большеберцовой кости является медиальный или антеромедиальный. Расстояние между начальным боковым разрезом для фиксации малоберцовой кости и доступом к большеберцовой кости, чтобы сохранить васкуляризацию и предотвратить ишемию мягких тканей, должно быть не менее 6,0-7,0 см. Впрочем, при необходимости расстояние может быть уменьшено. J.L.Howard et al. [51] описывают опыт лечения 46 переломов пилона у 42 пациентов. В 17 % случаев расстояние между разрезами было равно или даже превышало 7 см, а у остальных больных оно колебалось от 5,0 до 6,9 см. При этом инфекционные осложнения развились в 4 случаях (8,7 %), и лишь в одном из них пациенту потребовалось оперативное вмешательство по поводу осложнения. Отсюда авторы делают вывод, что расстояние между хирургическими разрезами, при необходимости, может быть уменьшено и до 5 см, что дает хирургу большую свободу при

выборе оптимальной хирургической тактики.

В работе Y.-Sh.Lee et al. [4] представлены результаты сравнительного анализа применения медиального и латерального доступов при выполнении накостного остеосинтеза. По мнению авторов, применение обоих доступов позволяет получать хорошие функциональные результаты, однако при использовании латерального доступа возникает меньше технических проблем, и реже развиваются осложнения.

M.J.Manninen et al. [52] сообщают об опыте применения латерального доступа при лечении 20 пострадавших с переломами пилона, которые сопровождались переломом малоберцовой кости. У 4 пациентов в послеоперационном периоде отмечены незначительные инфекционные осложнения, которые были устранены консервативно. Отдаленные результаты лечения оценивались, в среднем, спустя 31 месяц по шкале Ankle-Hindfoot. При этом у 17 пациентов они были оценены как хорошие, у 1 - как удовлетворительные, у 2 - как неудовлетворительные. О достоинствах латерального доступа пишут также J.E.Femino, T.Vaseenon [53].

В последние годы все популярнее становится антеролатеральный доступ [26, 47, 54, 55). Он находится на 0,5 см дистальнее суставной щели, несколько латеральнее сухожилия V пальца, медиальнее наружной лодыжки, проксимальнее латеральной части купола таранной кости. При таком доступе дополнительная травматизация мягких тканей минимальна, что подтверждается более низким уровнем инфекционных осложнений, однако, по мнению D.J.Nak [8], для полной оценки достоинств антеролатерального доступа необходимо выполнение ретроспективных многоцентровых исследований, которые способны выявить, в частности, уровень отдаленных послеоперационных осложнений.

Сообщения об использовании постеромедиального доступа крайне немногочисленны. Постеромедиальный и/или постеролатеральный доступ L.F.Amorosa et al. [56] рекомендуют применять при лечении тех достаточно редких переломов пилона, которые происходят под совместным воздействием вращательной и осевой нагрузки. По мнению J.Hong et al. [57], постеромедиальный доступ адекватен задаче лечения перелома пилона, особенно в тех случаях, когда серьезно повреждены мягкие ткани. В то же время авторы предупреждают, что этот доступ более сложен, чем антеромедиальный и антеролатеральный, и хирург должен обладать хорошими знаниями анатомии голени и высокопрофессиональной техникой.

Другим, не менее важным вопросом при хирургическом лечении переломов пилона имеет выбор импланта - пластины для остеосинтеза.

Основные принципы фиксации с использованием стандартной системы Т- или L-пластины и винта - это прямое восстановление анатомической формы и устойчивая накостная фиксация перелома. Однако при этом необходимо широкое обнажение кости, чтобы обеспечить хорошую видимость зоны перелома для его восстановления и фиксации пластиной. Фактически стабильность достигается сцеплением между пластиной и костью [58].

Следующим этапом в развитии техники накостного остеосинтеза стало создание LCP (locking compression plates) - охватывающих, или захватывающих, компрессионных пластин. Первыми появились моноаксиальные охватывающие пластины (monoaxial, or uniaxial, locking plate) - "Clover leaf", "Pilon" и др.. В отличие от обычных, они обеспечивают более высокую степень фиксации перелома при отсутствии прямого контакта пластины с костью [58, 59]

Хотя применение моноаксиальных пластин с винтами, направленными под заранее рассчитанным углом, обеспечивает создание множества точек опоры для достижения угловой стабильности, но при этом отсутствует возможность изменить траекторию винтов, которая возникает во время остеосинтеза бесконечноограниченного разнообразия вариантов переломов пилона. Эта проблема была решена за счет полиаксиальной модели пластины, в которой стал возможен выбор необходимого угла направления винта, что позволяет обеспечить остеосинтез с учетом индивидуальных особенностей каждого конкретного перелома [3]. Авторы представили результаты лечения 32 пострадавших с переломами пилона, из которых 9 были открытыми, 23 - закрытыми. В 9 случаях перелом пилона был в составе политравмы. Техника МПО была применена в 21 случае, в остальных 11 - техника ORIF. Для остеосинтеза использовали пластины II® Polyaxial Locking System (Stryker, Selzach, Switzerland). Результаты лечения оценивались независимым специалистом. Ни в одном случае применения техники МПО в послеоперационном периоде не отмечалось глубоких инфекционных осложнений (при применении техники ORIF у двух пациентов была отмечена поверхностная инфекция). Не было случаев поломки пластины или нарушения фиксации какого-либо из полиаксиальных винтов. Средний балл оценки по шкале Ankle-Hindfoot составил 87,3.

В 2007 г. DePuy Orthopaedics, Inc. (Warsaw, California, US) представила принципиально новый вид импланта. Предложенная ими пластина сочетает преимущества анатомического дизайна со смешанной (моно- и полиаксиальной) техникой крепления. Форма титановой пластины позволяет свести к минимуму дискомфорт и раздражение мягких тканей в области перелома. Эти конструкции получили название "anatomic locked

plating systems" (ALPS). H.Tan et al. [60] в своей статье приводят результаты лечения 21 закрытого перелома пилона с применением медиальной и антеролатеральной ALPS пластин. Во всех случаях был применен двухэтапный протокол лечения, время от момента травмы до операции остеосинтеза составило от 1 до 14 суток. Продолжительность пребывания в стационаре составила от 4 до 27 суток. Клинические и функциональные результаты лечения пациентов были хорошими, 15 из них возвратились к прежней работе.

В 2011 г. J.Hong et al. [57] продемонстрировали пластины, специально разработанные для остеосинтеза переломов пилона, сопровождающихся повреждениями мягких тканей, - posteromedial anatomical plate, которые производит Xiamen Double Engine Medical Material Co (Xiamen, China). Они представляют собой анатомически точный "отпечаток" постеромедиальной поверхности нижней трети большеберцовой кости взрослого человека. В своей статье авторы описали технику остеосинтеза предложенной пластиной и результаты лечения 26 пострадавших с переломами пилона, из которых 12 (46,2 %) были открытыми, а 14 (53,8 %) - закрытыми. У 18 пациентов (69,2 %) перелом пилона сопровождался переломом малоберцовой кости. В тех случаях, когда состояние мягких тканей позволяло, остеосинтез выполнялся спустя 3-6 часов от момента получения травмы. В остальных случаях операция производилась спустя 6-18 суток. Среднее время оперативного вмешательства составило $72,5 \pm 15,8$ минут. У всех 26 пациентов послеоперационный период был гладким. Отдаленные результаты оценивались в сроки от 12 до 43 месяцев по шкале Ankle-Hindfoot. При этом у 10 пациентов (38,5 %) они оказались отличными, у 13 (50,0 %) - хорошими, у 3 (11,0 %) - удовлетворительными. Среднее значение оценки по шкале Ankle-Hindfoot составил $87,3 \pm 9,2$ балла. Авторы особо подчеркивают, что ни в одном случае не было отмечено не только отторжения импланта, но и какого-либо дискомфорта, связанного с постеромедиальным размещением разработанной ими пластины.

Заключение.

История развития методов хирургического лечения переломов пилона насчитывает немногим более 40 лет. Этот короткий с исторической точки зрения промежуток времени включает огромный объем исследовательской и клинической работы травматологов всего мира. При этом общепризнанными можно считать лишь немногие факты.

1. Переломы пилона обладают большой вариабельностью и представляют собой одну из наиболее сложных задач для травматолога.

2. Хирургическое лечение при переломе пилона является методом выбора. Консервативный подход может рассматриваться только как временный или

паллиативный, когда по состоянию здоровья пострадавшим категорически противопоказано оперативное вмешательство.

3. Методами выбора диагностики переломов пилона являются рентгенография и компьютерная томография.

Все остальные вопросы, начиная от оценки доли переломов пилона в общей структуре повреждений костей скелета и заканчивая техникой остеосинтеза, остаются дискуссионными. Во многом это обусловлено двумя причинами. Во-первых, переломы пилона многовариантны, поэтому не случайно то, что ни одна из предложенных классификаций не охватывает все их многообразие. Во-вторых, переломы пилона относительно редки. Так большинство авторов анализирует лечение 17-25 человек, включая группу контроля, гораздо реже встречаются статьи, в которых представлены результаты лечения 30-40 пациентов, и совсем редко, в единичных случаях, выборка (обычно за 7-8 лет) содержит более 60 пациентов.

Тем не менее, по результатам обзора литературы можно сделать вывод, что двухэтапный подход к хирургическому лечению переломов пилона представляется более физиологичным. Это подтверждает и тот факт, что около трети кровоснабжения кости обеспечивается за счет прилегающих к ней мягких тканей. В этой связи любые меры, направленные на сокращение дополнительной травмы, которая неизбежна при выполнении немедленной открытой репозиции отломков, будут способствовать более быстрому и качественному сращению перелома. Накостный остеосинтез, выполненный в технике МІРО с применением современных пластин, по тем же причинам более физиологичен по сравнению с другими способами оперативного пособия.

В последние 3-4 года продолжают появляться работы, посвященные изучению клинической эффективности использования различных доступов и имплантов при хирургическом лечении переломов пилона. Это можно рассматривать, с одной стороны, как следствие многовариантности переломов пилона, а с другой - как свидетельство незавершенности поиска наиболее эффективного метода травматологического пособия.

Литература.

1. Неверов В.А. Лечение метафизарных переломов костей голени методом блокирующего остеосинтеза / В.А.Неверов, А.А.Хромов, С.Н.Черняев и др. // Вестн. хирургии. - 2008. - Т. 167, № 1. - С. 43-47.

2. Корж Н.А. Переломы костей голени на уровне дистального эпиметафиза (переломы pilon'a) и их последствия, диагностика и лечение / Н.А.Корж, К.К.Романенко,

Л.Д.Горидова, Д.В.Прозоровский // Травма. - 2011. - Т. 12, № 2. - С. 47-54.

3. Gao H. Fractures of the distal tibia treated with polyaxial locking plating / H.Gao, Ch.-Q.Zhang, C.-F.Luo et al. // Clin. Orthop. Relat. Res. - 2009. - Vol. 467, N 3. - P. 831-837.

4. Lee Y.-Sh. Surgical treatment of distal tibia fractures: A comparison of medial and lateral plating / Y.-Sh.Lee, Sh.-H.Chen, J.-Ch.Lin et al. // Orthopedics. - 2009. - Vol. 32, N 3. - P. 163.

5. Cannada L.K. The no-touch approach for operative treatment of pilon fractures to minimize soft tissue complications / L.K.Cannada // Orthopedics. - 2010. - Vol. 33, N 10. - P. 734.

6. Evans.J.M. Intramedullary fixation of fibular fractures associated with pilon fractures / J.M.Evans, M.J.Gardner, M.L.Brenner et al. // J. Orthop. Trauma. - 2010. - Vol. 24, N 8. - P. 491-494.

7. Zhang Z.D. Case-control study on minimally invasive percutaneous locking compression plate internal fixation for the treatment of type II and III pilon fractures / Z.D.Zhang, X.Y.Ye, L.Y.Shang et al. // Zhongguo Gu Shang. - 2011. - Vol. 24, N 12. - P. 1010-1012.

8. Hak D.J. Anterolateral approach for tibial pilon fractures / D.J.Hak // Orthopedics. - 2012. - Vol. 35, N 2. - P. 131.

9. White T.O. Primary internal fixation of AO C-type tibial pilon fractures is safe / T.O.White, P.Guy, S.A.Kennedy et al. // J Bone Joint Surg. Brit. - 2012. - Vol. 94-B, suppl. III. - P. 131.

10. Chowdhry M. The pilon fracture / M.Chowdhry, K.Porter // J. Trauma. - 2010. - Vol. 12, N 2. - P. 89-103.

11. Müller M.E. Technik der operativen frakturenbehandlung / M.E.Müller, M.Allgöwer, H.Willenegger. - Berlin: Springer. D.M., 1963. - 361 s.

12. Rüedi T.P. Vermeidung posttraumatischer Komplikationen durch frilhe definitive Versorgung von Polytraumatisierten mit Frakturen des Bewegungsapparates / T.P.Rüedi, G.Wolff // Helv. Chir. Acta. 1975. Vol. 42. S. 507-512.

13. Tarkin I.S. An update on the management of high-energy pilon fractures / I.S.Tarkin, M.P.Clare, A.Marcantonio, H.C.Pape // Injury. - 2008. - Vol. 39, N 2. -P. 142-154.

14. Rüedi T.P. Fractures of the lower end of the tibia into the ankle-joint / T.P.Rüedi, M.Allgöwer // Injury. - 1969. - Vol. 1. - P. 92-99.

15. Moll B.N. Intra-articular fractures of the distal tibia / B.N.Moll, B.Kerb // Acta Orthop. Scand. - 1982. - Vol. 53. - P. 991-996.

16. Egol K.A. Open reduction and internal fixation of tibial pilon fractures / K.A.Egol, P.Wollinsky, K.J.Koval // Foot Ankle Clin. - 2000. - Vol. 5. - P. 873-885.
17. Leunig M. The evolution of indirect reduction techniques for the treatment of fractures / M.Leunig, R.Hertel, K.A.Siebenrock et al. // Clin. Orthop. - 2000. - Vol. 375. - P. 7-14.
18. Oh C.W. Distal tibia metaphyseal fractures treated by percutaneous plate osteosynthesis / C.W.Oh, H.S.Kyung, I.H.Park et al. // Clin. Orthop. Relat. Res. - 2003. - Vol. 408. - P. 286-291.
19. Schutz M. Revolution in plate osteosynthesis: new internal fixator systems / M.Schutz, N.P.Sudkamp // J. Orthop. Sci. - 2003. - Vol. 8, N 2. - P. 252-258.
20. Boraiah S. Outcome following open reduction and internal fixation of open pilon fractures / S.Boraiah, T.J.Kemp, A.Erwteman et al. // J. Bone Joint Surg. Amer. - 2010. - Vol. 92, N 2. - P. 346-352.
21. Clare M.P. Percutaneous ORIF of periarticular distal tibia fractures / M.P.Clare, R.W.Sanders // Minimally Invasive Surgery in Orthopedics. - 2010. - Part 4. - P. 515-522.
22. White T.O. The results of early primary open reduction and internal fixation for treatment of OTA 43.C-type tibial pilon fractures: A cohort study / T.O.White, P.Guy, C.J.Cooke et al. // J. Orthop. Trauma. - 2010. - Vol. 24. - P. 757-763.
23. White T.O. Primary internal fixation of AO C-type tibial pilon fractures is safe / T.O.White, P.Guy, S.A.Kennedy et al. // J Bone Joint Surg. Brit. - 2012. - Vol. 94-B, suppl. III. - P. 131.
24. Pollak A.N. Short-term wound complications after application of flaps for coverage of traumatic soft-tissue defects about the tibia. The Lower Extremity Assessment Project (LEAP) Study Group / A.N.Pollak, M.L.McCarthy, A.R.Burgess // J. Bone Joint Surg. Amer. - 2000. - Vol. 82, N 12. - P. 1681-1691.
25. Assal M. The extensile approach for the operative treatment of high-energy pilon fractures: surgical technique and soft-tissue healing / M.Assal, A.Ray, R.Stern // J. Orthop Trauma. - 2007. - Vol. 21, N 3. - P. 198-206.
26. Mehta S. Reduction strategies through the anterolateral exposure for fixation of type B and C pilon fractures / S.Mehta, M.J.Gardner, D.P.Barei et al. // J. Orthop. Trauma. - 2011. - Vol. 25. - P. 116-122.
27. Carson J.H. Damage control orthopedics - when and why / J.H.Carson // J. Lancaster Gen. Hosp. - 2007. - Vol. 2, N 3. - P. 103-106.
28. Prater B.A. Specific application of limb damage control by pilon fracture /

B.A.Prater, C.S.Roberts // Damage control management of polytrauma patient. - New York: Springer-Verlag New York, LLC, 2009. - P. 69-83.

29. Gupta R.K. Locking plate fixation in distal metaphyseal tibial fractures: series of 79 patients / R.K.Gupta, R.K.Rohilla, K.Sangwan et al. // Int. Orthop. - 2010. - Vol. 34, N 8. - P. 1285-1290.

30. Müller F.J. Tibial pilon fractures / F.J.Müller, M.Nerlich // Acta Chir. Orthop. Traumatol. Čechosl. - 2010. - Vol. 77. - P. 266-276.

31. Dunbar R.P. Early limited internal fixation of diaphyseal extensions in select pilon fractures: upgrading AO/OTA type C fractures to AO/OTA type B / R.P.Dunbar, D.P.Barei, E.N.Kubiak et al. // J. Orthop. Trauma. - 2008. - Vol. 22, N 6. - P. 426-429.

32. Gardner M.J. Treatment protocol for open AO/OTA type C3 pilon fractures with segmental bone loss / M.J.Gardner, S.Mehta, D.P.Barei, S.E.Nork // J. Orthop. Trauma. - 2008. - Vol. 22, N 7. - P. 451-457.

33. Horn P.L. Orthopaedic Trauma: Pilon Fractures / P.L.Horn, M.C.Price, S.E. van Aman // Orthopaedic Nursing. - 2011. - Vol. 30, N 5. - P. 293-298.

34. Brumback R.J. Fractures of the tibial plafond. Evolving treatment concepts for the pilon fracture / R.J.Brumback, W.C.McGarvey // Orthop. Clin. North Amer. -1995. - Vol. 26, N 2. - P. 273-285.

35. Panchbhavi V.K. Minimally invasive stabilization of pilon fractures / V.K.Panchbhavi // Techniques in foot and ankle surgery. - 2005. - Vol. 4, N 4. - P. 240-248.

36. Borens O. Minimally invasive treatment of pilon fractures with a low profile plate: preliminary results in 17 cases / O.Borens, P.Kloen, J.Richmond et al. // Arch. Orthop. Trauma Surg. - 2009. - Vol. 129, N 5. - P. 649-659.

37. Clare M.P. Percutaneous ORIF of periarticular distal tibia fractures / M.P.Clare, R.W.Sanders // Minimally Invasive Surgery in Orthopedics. - 2010. - Part 4. - P. 515-522.

38. Rhinlander F. The normal microcirculation of diaphyseal cortex and its response to fracture / F.Rhinlander // J. Bone Joint Surg. - 1968. - Vol. 50, N 4. - P. 784-800.

39. Farouk O. The topography of the perforating vessels of the deep femoral artery / O.Farouk, C.Krettek, T.Miclau et al. // Clin. Orthop. - 1999. - Vol. 368. - P. 255-259.

40. Borrelli J. Jr. Extraosseous blood supply of the tibia and the effects of different plating techniques: a human cadaveric study / J.Borrelli Jr., W.Prickett, E.Song // J Orthop Trauma. - 2002. - Vol. 16, N 10. - P. 691-695.

41. Lau T.W. Wound complication of minimally invasive plate osteosynthesis in distal tibia fractures / T.W.Lau, F.Leung, C.F.Chan, S.P.Chow // Intern. Orthop. 2007. - Vol. 32, N 5.

- P. 697-703.

42. Caloria M. Tibial pilon fractures: Which method of treatment? / M.Caloria, L.Tagliabuea, E.Mazza et al. // Injury. - 2010. - Vol. 41, is. 11. - P. 1183-1190.

43. Ma C.H. Staged external and internal locked plating for open distal tibial fractures / C.H.Ma, S.W.Yu, Y.K.Tu et al. // Acta Orthop. - 2010. - Vol. 81, N 3. - P. 382-386.

44. Nayak R.M. Minimally invasive plate osteosynthesis using a locking compression plate for distal femoral fractures / R.M.Nayak, M.R.Koichade, A.N.Umre, M.V.Ingle // J. orthop. Surg. Hong Kong. - 2010. - Vol. 19, is. 2. - P. 185-190.

45. Ronga M. Minimally invasive locked plating of distal tibia fractures is safe and effective / M.Ronga, U.G.Longo, N.Maffulli // Clin. Orthop. Relat. Res. - 2010. - Vol. 468, N 4. - P. 975-982.

46. Sohn O.J. Staged protocol in treatment of open distal tibia fracture: using lateral MIPO / O.J.Sohn, D.H.Kang // Clin. Orthop. Surg. - 2011. - N 3(1). - P. 69-76.

47. Crist B.D. Pilon fractures: Advances in surgical management / B.D.Crist, M.Khazzam, Y.M.Murtha, G.J.Della Rocca // J. Amer. Acad. Orthop. Surg. - 2011. - Vol. 19, N 10. - P. 612-622.

48. Namazi H. Awful considerations with LCP instrumentation: a new pitfall / H.Namazi, K.Mozaffarian // Arch. Orthop. Trauma Surg. - 2007. - Vol. 127, N 7. - P. 573-575.

49. Barei D.P. Fractures of the tibial plafond / D.P.Barei, S.E.Nork // Foot Ankle Clin. - 2008. - Vol. 13, N 4. - P. 571-591.

50. Chen L. The use of medial and lateral surgical approaches for the treatment of tibial plafond fractures / L.Chen, K.O'Shea, J.S.Early // J. Orthop Trauma. - 2007. - Vol. 21, N 3. - P. 207-211.

51. Howard J.L. A prospective study evaluating incision placement and wound healing for tibial plafond fractures / J.L.Howard, J.Agel, D.P.Barei et al. // J. Orthop. Trauma. - 2008. - Vol. 22, N 5. - P. 299-305.

52. Manninen M.J. Lateral approach for fixation of the fractures of the distal tibia. Outcome of 20 patients. Technical note / M.J.Manninen J.Lindahl, J.Kankare, E.Hirvensalo // Arch. Orthop. Trauma Surg. - 2007. - Vol. 127, N 5. - P. 349-353.

53. Femino J.E. The direct lateral approach to the distal tibia and fibula: a single incision technique for distal tibial and pilon fractures / J.E.Femino, T.Vaseenon // Iowa Orthop. J. - 2009. - Vol. 29. - P. 143-148.

54. Khazzam M.S. Anterolateral approach for pilon fractures: rate of wound complications in the early postoperative period / M.S.Khazzam, B.D.Crist, A.M.Wade et al. // 27

Ann. Meeting of Mid-America Orthopedic Assotiation. - Amelia Island, Florida. - 2009. - www2.ejbs.org/misc/maoa09.pdf.

55. Yenna Z.C. Anterolateral and medial locking plate stiffness in distal tibial fracture model / Z.C.Yenna, A.K.Bhadra, N.I.Ojike et al. // Foot Ankle Int. -2011. - Vol. 32. - P. 630-637.

56. Amorosa L.F. A surgical approach to posterior pilon fractures / L.F.Amorosa, G.D.Brown, J.Greisberg // J. Orthop Trauma. - 2010. - Vol. 24, N 3. - P. 188-193.

57. Hong J. Posteromedial anatomical plate for the treatment of distal tibial fractures with anterior soft tissue injury / J.Hong, R.Zeng, D. Lin et al. // Orthopedics. - 2011. - Vol. 34, N 6. - P. 161-169.

58. Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP / M.Wagner // Injury. - 2003. - Vol.34, suppl 2. - P. B31-B42.

59. Collinge C. Minimally invasive plating of high-energy metaphyseal distal tibia fractures / C.Collinge // J. Orthop. Trauma. - 2007. - Vol.21. - P. 355-361.

60. Tan H. Outcome of distal tibial metaphyseal/pilon fractures treated with the alps polyaxial locked plating system / H.Tan, N.Kanakaris, N.Harris, P.Giannoudis // J Bone Joint Surg. Brit. - 2011. - Vol. 93-B, suppl. II. - P. 122.