

УДК 617-089.844

**ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ РАЗНЫХ ТИПОВ
ВНУТРИСУСТАВНОЙ ПЕРЕЛОМ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА
БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ – ПЕРЕЛОМ PILON (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)****Машьянов Павел Андреевич,**
студент – pavel03072016@gmail.com**Бездетко Мария Николаевна,**
студент – cava1601682@gmail.com**Куцина Мария Сергеевна,**
студент – mnogowhite@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Аннотация

Внутри- и околоуставные переломы дистального отдела большеберцовой кости встречаются довольно редко (<1% всех переломов нижней конечности) в повседневной жизни. В основном поражают мужчин трудоспособного возраста (около 45 лет). 40% всех переломов пилонна наблюдаются у пострадавших с политравмой, что особенно актуально для военного времени. Переломы типа С, в частности, чрезвычайно трудно поддаются лечению, приводят к серьезному повреждению мягких тканей, окружающих зону перелома и часто ведут к инвалидизации больных. Таким образом, отдаленные результаты часто неблагоприятны, и правильное первоначальное лечение имеет решающее значение. “Золотым стандартом” лечения является двухэтапный протокол, который подробно изучен в данной статье.

Ключевые слова: “внутриуставной перелом”, “внутриуставной перелом дистального отдела костей голени”, “перелом pilon”, “двухэтапная тактика”, “лечение переломов”, “остеосинтез”, “последствия перелома”, “посттравматическая деформация”

**GENERAL ISSUES AND FEATURES OF TREATMENT OF DIFFERENT TYPES
OF INTRAARTICULAR FRACTURE OF THE DISTAL TIBIA – PILON
FRACTURE (LITERATURE REVIEW)****Mashyanov Pavel Andreevich,**
student – pavel03072016@gmail.com

Bezdetko Maria Nikolaevna,
student – cava1601682@gmail.com

Kutsina Maria Sergeevna,
student – mnogowhite@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education " Ural State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation

ABSTRACT

Intra- and periarticular fractures of the distal tibia are quite rare (<1% of all fractures of the lower limb) in everyday life. They mainly affect men of working age (about 45 years old). 40% of all pilon fractures are observed in victims with polytrauma, which is especially important for wartime. Fractures of type C, in particular, are extremely difficult to treat, lead to serious damage to the soft tissues surrounding the fracture zone and often lead to disability of patients. Thus, long-term results are often unfavorable, and proper initial treatment is crucial. The “gold standard” of treatment is a two-step protocol, which is studied in detail in this article.

Keywords: “intra-articular fracture”, “intra-articular fracture of the distal tibia”, “pilon fracture”, “two-stage tactics”, “fracture treatment”, “osteosynthesis”, “consequences of fracture”, “post-traumatic deformation”

Цель: проанализировать и обобщить имеющиеся литературные данные зарубежных и отечественных источников по этиопатогенезу, классификации, дифференциальной диагностике и современным методам консервативного и оперативного лечения перелома типа “pilon”.

Материалы и методы: был проведен обзор литературных источников за период с 1992 по 2019 год. Материалами для исследования послужили многочисленные исследования, включающие сведения о этиопатогенезе, диагностике и методах лечения. Для написания обзора было использовано 42 источника литературы, проведен поиск доступных научных публикаций в базах данных Cyberleninka, Pubmed, Web of Science, Google Scholar, Scienedirect и Scopus.

Введение. Переломы дистального отдела большеберцовой кости были впервые описаны Этьеном Десто (Er Tienne Destot) в 1911 году, который для описания механической функции дистального отдела большеберцовой кости в голеностопном суставе использовал французское слово “пилон” (pilon), что переводится как «пестик» – инструмент для дробления различных субстанции в «ступке» [31]. Это связано с тем, что дистальный отдел большеберцовой кости действует как “пестик”, оказывая сильное осевое воздействие на таранную кость, что в основном приводит к разрыву большеберцовой кости. На сегодняшний день существует множество различных классификационных систем, при этом классификация АО является наиболее часто используемой в клинических условиях.

В начале этого столетия лечение перешло на двухэтапный протокол, который в настоящее время является золотым стандартом лечения. Важной проблемой в настоящее время являются ошибки, допускаемые при диагностике и выборе лечебной тактики

переломов дистального отдела костей голени, так как именно они в последующем обуславливают длительный период нетрудоспособности, а в ряде случаев могут приводить к инвалидизации [41]. Таким образом, целью данного обзора является обобщение протоколов лечения этих сложных переломов, обзор литературы о последних достижениях и, следовательно, предоставление хирургам лучшего понимания и навыков лечения переломов большеберцовой кости.

Эпидемиология. Внутри- и околоуставные переломы дистального отдела большеберцовой кости встречаются довольно редко (3–10% всех переломов большеберцовой кости, <1% всех переломов нижней конечности, 20–32,8% от внутрисуставных переломов длинных трубчатых костей и 7–10% от всей скелетной травмы) [1–3]. Мужчины страдают чаще, чем женщины, большинство травм происходит в возрасте около 45 лет, т.е. в трудоспособном возрасте [3–4, 37]. В 75–90% случаев ассоциируется с переломом малоберцовой кости. Сочетание перелома большеберцовой и малоберцовых костей в термин перелома типа “пилон” не включается и обозначается, как перелом обеих костей голени в нижней трети. [5]. Переломы большеберцовой кости, вероятно, будут менее оскольчатыми и тяжелыми, если малоберцовая кость остается интактной [6].

Этиология. Переломы голени обычно возникают в результате высокоэнергетической травмы с большим осевым усилием (чаще всего травмы в результате падений или прыжков с большой высоты (44–49%) или дорожно-транспортных происшествий (20–27%)), которая в основном приводит к разрыву большеберцовой пластины над таранной костью, в отличие от простых переломов голеностопного сустава [5,7,8,37]. Иногда вращательные усилия с низкой энергией (например, катание на лыжах), также могут привести к переломам связок, но раздробление обычно менее серьезное [5]. Около 6% всех пациентов с переломами пилон большеберцовой кости имеют множественные повреждения и нуждаются в отделении интенсивной терапии [7,8]. Часто перелом типа “pilon” может быть сочетанным и реже частью политравмы [34].

Патогенез. Переломы “пилон” вызваны избыточной осевой нагрузкой, являясь наиболее тяжелыми внутрисуставными повреждениями дистального отдела большеберцовой кости и голеностопного сустава. При таких переломах происходит дисторсия с разрушением суставной поверхности кости, что связано с воздействием со стороны ротированного и скрученного тела таранной кости. Решающим фактором с точки зрения характера перелома и степени измельчения, по-видимому, является положение стопы в момент осевого удара [9,10]:

- стопа в варусном положении – сагиттальные переломы, чаще всего наблюдаются у молодых пациентов при травме с высокой энергией;
- стопа в вальгусном положении – коронарные переломы, чаще наблюдаются у пожилых пациентов при травме с низкой энергией [10]
- стопа в подошвенном сгибании – перелом задней части большеберцовой кости
- стопа в тыльном сгибании – перелом передней части большеберцовой кости;
- стопа в нейтральном положении – таранная кость будет действовать как пестик, что приведет к разрушению всей суставной поверхности [8]




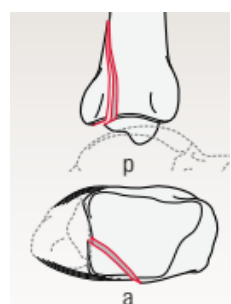
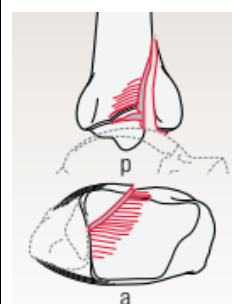
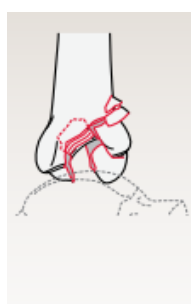
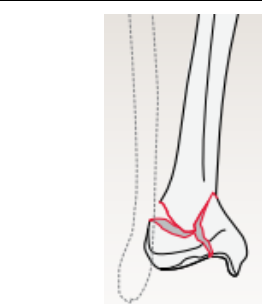
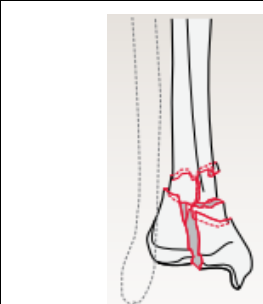
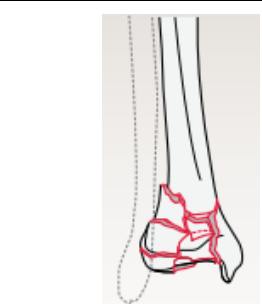
Частота открытых переломов сильно варьируется в зависимости от механизма травмы, при этом до 50% случаев приходится на травмы с высокой энергией [11].

Классификация. Рюэди и Альговер были одними из первых хирургов-травматологов, которые начали активно изучать переломы типа pilon. На основе проведенного ими когортного исследования они разработали классификацию, разделяющую переломы типа pilon на три категории в зависимости от степени раздробления и смещения суставной

поверхности. Кроме того, они разработали план лечения для каждого типа перелома пилона [11, 12]

Истинные переломы большеберцовой кости классифицируются в системе АО/ASIF под кодом 43 – дистальный сегмент голени, в зависимости от положения плоскостей излома относительно голеностопного сустава и количества отломков на типы 43А, 43В и 43С (табл.1).

Таблица.1. Классификация АО/ASIF для перелома дистального отдела голени*

43 А (внесуставной перелом)		
43 А1 (метафизарный простой)	43А2 (метафизарный клиновидный)	43 А3 (сложный)
		
43 В (неполный внутрисуставной перелом)		
43 В1 (по типу "раскола")	43 В2 (по типу "раскола и вдавления")	43 В3 (многооскольчатый и с вдавлением)
		
43 С (полный внутрисуставной перелом)		
43 С1 (простой, метафизарный, простой)	43 С2 (простой метафизарный многооскольчатый)	43 С3 (сложный, многооскольчатый)
		

* изображения взяты с сайта: <https://classification.aoeducation.org>

Дополнительные цифры добавляются для описания точного местоположения, степени измельчения и протяженности перелома. [12] Было высказано предположение, что регулярное использование 3D-изображений при таких сложных переломах еще больше повышает надежность классификаций. [7,13]

Topliss и соавт. представили более совершенную классификацию, использующую аксиальную компьютерную томографию для идентификации шести типичных фрагментов: переднебокового, переднего, заднего, заднебокового, медиального и центрального фрагмента. Они встречаются с разной частотой и требуют тщательного анализа, чтобы выбрать подходящий подход и положение пластины [10].

Алгоритм в условиях чрезвычайной ситуации. Около 6% всех переломов пилона большеберцовой кости наблюдаются у пациентов с политравмой. Пациент всегда должен проходить обследование по расширенным протоколам жизнеобеспечения при травмах ("ATLS") на месте и в отделении неотложной помощи [8]. При исключении угрожающих жизни травм, следует как можно раньше начать лечение переломов с явной деформацией голеностопного сустава при адекватном обезболивании или применении седативных препаратов. До и после вправления необходимо провести тщательное нейроваскулярное обследование. Раннее вправление уменьшает напряжение сосудисто-нервного пучка голени, замедляя отек мягких тканей, обычно значительно снижая уровень боли и вероятность дальнейшего повреждения хряща и некроза тканей [14].

Так как перелом дистального отдела большеберцовой кости часто входит в состав политравмы, медицинскую помощь должна начинаться с:

- оценки сознания пациента (шкала ком Глазго);
- адекватного поступления кислорода (очистка верхних дыхательных путей, ИВЛ при необходимости);
- адекватного обезбоживания (не- и наркотические и анальгетики);
- адекватного венозного доступа для инфузионной терапии;
- остановки наружного кровотечения (наложение давящей повязки, жгутов, зажимов на сосуды) [42].

Добиться удовлетворительного анатомического вправления перелома может быть довольно сложно при сильно оскольчатых переломах или при защемлении тканей, что делает перелом несращиваемым. В этих случаях временная внешняя фиксация должна быть проведена как можно быстрее, чтобы снизить риски, связанные с обширным повреждением мягких тканей [15,16]. После успешного вправления необходимо тщательное наблюдение за мягкими тканями, поскольку повреждения сосудов вокруг лодыжки часто наблюдаются при травмах с высокой энергией и могут привести к компартмент-синдрому [8].

При открытых переломах пилона большеберцовой кости рану следует тщательно промыть, иссечь и, по возможности, зашить. При большой утрате мягких тканей или сильном загрязнении раны, может потребоваться радикальная хирургическая обработка, промывание, лечение с помощью устройства для вакуумного закрытия (VAC) и временная внешняя фиксация. Дополнительно проводят внутривенную антибиотикотерапию, которую следует проводить как можно раньше [17].

Неоперативное лечение. Широко распространено мнение, что хирургическая фиксация и вправление являются методом выбора при переломах пилона [18–21]. В свете спинальной анестезии и современных методов лечения, по крайней мере, внешняя фиксация, вероятно, будет возможна у большинства пациентов. Тем не менее, у пожилых

пациентов иногда хирургическое вмешательство не может быть безопасным, и в этом случае лечение заключается в уменьшении веса и иммобилизации без нагрузки на 6–10 недель в тяжелой гипсовой повязке [8].

Оперативное лечение. В основные методы оперативного лечения переломов голени входят: реконструкция малоберцовой кости и суставной поверхности большеберцовой кости, а также восстановление механических осей сустава и стабилизация большеберцовой кости для облегчения движений в раннем послеоперационном периоде [38]. Вплоть до конца прошлого века было широко распространено мнение, что оперативное лечение должно проводиться как можно раньше, чтобы сократить продолжительность пребывания в больнице и связанные с этим осложнения. Сообщалось о хороших результатах, когда этот курс лечения применялся при травмах низкой энергии (Рюди–Альговер I и II), но результаты были плохими при травмах высокой энергии, сильно оскольчатых переломах и переломах со смещением пилона большеберцовой кости, а также при выявлении сопутствующих заболеваний у пациента [11, 18, 22–26]. Высокий уровень осложнений был в основном обусловлен тяжелой ятрогенной травмой во время открытой репозиции уже поврежденной оболочки мягких тканей [27, 35].

В настоящее время, учитывая высокий уровень осложнений, связанный, в первую очередь, с тем, в каком состоянии изначально находились мягкие ткани, активно применяется концепция двухэтапного лечения переломов типа pilon [34]. Многочисленные авторы сообщали о значительно более низкой частоте инфекций и несращений, а также о лучшем функциональном результате при двухэтапном протоколе лечения [18, 22, 28, 29]. 1-й этап двухэтапного протокола лечения необходимо выполнять в максимально ранние сроки от момента травмы. Производится репозиция и фиксация костных отломков, при необходимости выполняется первичная хирургическая обработка ран. В остром периоде, при наличии выраженного отека или же неудовлетворительного состояния мягких тканей, сначала выполняется иммобилизация конечности с помощью монтажа системы скелетного вытяжения или аппаратом внешней фиксации, а на последующем втором этапе производится окончательная фиксация конечности [30, 34].

Время перехода ко второму этапу хирургического лечения варьирует [32, 33]. При переломах пилона в соседних мягкотканых структурах происходит частичное разрушение микроциркуляторной сети сосудов, что является пусковым механизмом к формированию локальной тканевой гипоксии и ацидоза [33, 34]. Получение дополнительной травмы в этот период в виде оперативного вмешательства несёт в себе риски развития недопустимо высокого уровня инфекций (до 40%) и раневых осложнений, приводящих к высокому количеству ревизионных операций, несращению, остеомиелиту, плохим функциональным результатам и артриту при раннем открытом вправлении и внутренней фиксации [11, 18, 22–26]. Поэтому, по мнению многих клиницистов, оптимальное время для выполнения 2-го этапа оперативного лечения определяется степенью регресса патологических процессов в мягких тканях [33]. В этом случае, время отсрочки даёт врачу возможность как улучшить состояние мягких тканей, так и окончательно определить место доступа, а также его размер с соблюдением принципа минимальной травматичности мягких тканей. Для проведения 2-го этапа хирургического лечения перелома типа pilon существуют такие методы, как чрескостный и погружной остеосинтез. В тех ситуациях, когда невозможно полностью восстановить раздробленную суставную поверхность большеберцовой кости, следует выполнить первичный артрорез голеностопного сустава. Иногда при осуществлении миниинвазивного оперативного лечения внутрисуставного перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости применяется артроскопический мониторинг, позволяющий контролировать правильность репозиции фрагментов перелома и состояние суставной поверхности [42].

С целью подбора рационального способа лечения данного вида переломов, который бы обеспечивал наиболее низкую травматизацию как основных суставных элементов, так и окружающих его тканей выявлены некоторые закономерности, в частности внутри типов переломов 43В и 43С - был проведен анализ клинических и инструментальных данных по следующим параметрам: локализация основных отломков, их величина, особенности смещения относительно друг друга, их фиксированность.

Выбор метода лечения при переломах типа 43В основывался на таком параметре как "фиксированность отломка". Поскольку отломок имеет различную перемещаемость относительно окружающих его тканей - он может сместиться как значительно, так и незначительно, следовательно - оба варианта требуют совершенно разного подхода. В первом случае, что закономерно, происходит фиксация отломка в смещенном положении окружающими костными и/или мягкоткаными структурами, а значит провести "закрытое" его вправление не представляется возможным - все попытки не будут давать эффекта. Тогда на помощь приходит "открытое" - т.е. с использованием хирургического доступа, вправление с последующей фиксацией к тому мышечному ложу, где кость изначально находилась. При сочетании такого типа перелома с переломом малоберцовой кости, что часто встречается в практике врачей-травматологов, целесообразно фиксировать голень и стопу либо гипсовой повязкой, либо спице-стержневым аппаратом. Во втором случае выполнение "закрытого" вправления, например путем скелетного вытяжения, как раз таки возможно, так как несмотря на низкую перемещаемость свободного отломка, при попытке вправления он встает на свое изначальное место.

При переломах типа 43С также образуются отломки, однако их намного больше по количеству - часто свыше трех отломков одновременно, при этом, что ожидаемо, отломки абсолютно разные по размеру. Данная особенность объясняется наличием в переломе кости как горизонтальной, так и вертикальной плоскостей излома. Именно по этой причине так важно выделить самый крупный отломок и определить его характер смещения, так как именно он составляет наибольшую часть суставной поверхности. Исходя из этого выбирается соответствующая тактика. Условно, основываясь на вышеупомянутых параметрах, внутри данного типа перелома можно выделить три варианта "смещения отломков". Первый вариант: при смещении отломков относительно друг друга на незначительное расстояние - рационально использовать осевую тракцию за пяточную кость с помощью системы скелетного вытяжения или спице-стержневого аппарата. Второй вариант: в случаях, когда отломки образуют суставную поверхность большеберцовой кости и наблюдается значительное смещение между отломками и диафизарным фрагментом, при этом картина смещения отломков аналогична первому варианту, необходимо параллельно провести несколько мероприятий - фиксацию между собой отломков с одновременной фиксацией стопы спицей, фиксацию диафизарного отломка к наружной опоре, вправление отломков по линии горизонтального перелома. Допускается как закрытое вправление, так и открытое - выбор метода зависит от наличия или отсутствия препятствия к закрытому вправлению. Третий вариант: если образующие суставную поверхность отломки смещены относительно друг друга значительно, при этом диафизарный фрагмент смещен относительно эпифизарных отломков на различное расстояние, до выполнения различных манипуляций целесообразно выполнить тракционную пробу на системе скелетного вытяжения за пяточную кость. С помощью данной пробы можно выявить степень фиксированности отломков. Если отломки способны перемещаться, вставая на свое место - продолжать тракцию. Если таким способом удалось добиться полного сопоставления лишь основного отломка - далее выполнять открытое сопоставление - фиксация отломков спицами с последующим наложением спице-стержневого аппарата [39].

Что касается переломов типа 43А - при них смещение фрагментов минимально, а значит допустимым является применение малоинвазивных технологий - консервативное лечение с выполнением одномоментного вправления и фиксации гипсовой повязкой [41]. Говоря о консервативном лечении с использованием лишь гипсовой повязки, стоит отметить, что в настоящее время данный метод лечения имеет ограниченные показания, так как часто осложняется полным несращением, неправильным сращением, формированием псевдо-сустава, вторичным артритом и рефлекторной симпатической дистрофией (синдром Зудека) [40].

Результаты и исходы терапии зависят от множества факторов, к которым относятся: возраст, состояние костной ткани, общий преморбидный фон (сахарный диабет, сердечнососудистая патология, длительный прием антикоагулянтов, аллергические заболевания, аутоиммунные заболевания, иммунодефицитные состояния), выбор метода лечения [30]. Характер перелома и особенности повреждения близлежащих мягких тканей в том числе отражаются и на результатах проведенной терапии. К примеру, остеоартрит и хроническая боль, вероятнее всего, последствие многооскольчатых внутрисуставных переломов [34]. По статистике, как минимум у 6–8% пациентов с данной патологией появляется стойкая или длительная инвалидность, причиной которой является раннее развитие посттравматического деформирующего артроза (60–80%), деформация сустава (12–20%), контрактуры (29–50%), выраженный болевой синдром [36]. Часто это приводит к тому, что появляется необходимость проведения повторной, намного более агрессивной операции - артродеза голеностопного сустава [34]. Оценка результатов оперативного лечения пациентов с переломами пилона проводится в краткосрочном и долгосрочном периоде после проведения операции. В первом периоде оцениваются такие показатели, как: продолжительность лечения на стационарном и амбулаторном этапах, характер ранних послеоперационных осложнений, сроки ограничения нагрузки на оперированную конечность. Во втором периоде - в течение года после операции и более, исход терапии оценивают по таким признакам, как: количество и характер послеоперационных осложнений, сформировавшихся после завершения лечения. Таким образом, основными критериями качества лечения «перелома пилона» считаются: амплитуда движений в голеностопном суставе, конгруэнтность суставных поверхностей, стабильность голеностопного и подтаранного суставов [34, 35].

Послеоперационное ведение. Длительность этапов реабилитации пациента и особенности консервативной терапии определяются строго индивидуально и зависят от выраженности процессов репарации, тяжести повреждений костных и мягких тканей, состоянии суставных поверхностей (особенно при наличии длительно существующих деформаций). В обязательном порядке в терапию должны быть включены: противовоспалительная, противоотечная, хондромодулирующая и остеотропная терапия. Обязательным пунктом является выполнение контрольных рентгенограмм спустя 2, 6 и 12 недель после проведения оперативного вмешательства. Полная осевая нагрузка на оперированную конечность разрешается только по достижении сращения [41].

Выводы: Перелом типа "pilon" относится к достаточно тяжелым повреждениям не только костно-хрящевых структур, но и мягких тканей. Для выбора тактики лечения необходимо тщательное предоперационное обследование и планирование последовательности этапов операционного вмешательства. Послеоперационный мониторинг за репарацией костных и мягких тканей с последующей реабилитацией необходимы для оценки качества операционного вмешательства. При своевременной диагностике и индивидуальной тактике лечения, возможно практически полное восстановление утраченных функций поврежденной конечности, что приведет к снижению инвалидизации трудоспособного слоя населения.

Список литературы:

1. Luo TD, Eady JM, Aneja A, Miller AN. Classifications in brief: ruedi-allgower classification of tibial plafond fractures. *Clin Orthop Relat Res.* (2017) 475:1923–8. doi: 10.1007/s11999-016-5219-z
2. Chen H, Cui X, Ma B, Rui Y, Li H. Staged procedure protocol based on the four-column concept in the treatment of AO/OTA type 43-C3. pilon fractures. *J Int Med Res.* (2019) 47:2045–55. doi: 10.1177/0300060519836512
3. Mauffrey C, Vasario G, Battiston B, Lewis C, Beazley J, Seligson D. Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment, and complications. *Acta Orthop Belg.* (2011) 77:432–40
4. Cutillas-Ybarra MB, Lizaur-Utrilla A, Lopez-Prats FA. Prognostic factors of health-related quality of life in patients after tibial plafond fracture. A pilot study injury. *Injury.* (2015) 46:2253–7. doi: 10.1016/j.injury.2015.06.025
5. Bartoníček J, Mittlmeier T, Rammelt S. [Anatomy, biomechanics and pathomechanics of the tibial pilon]. *Ful Sprunggelenk.* (2012) 10:3–11. doi: 10.1016/j.fuspru.2012.01.017
6. Luk PC, Charlton TP, Lee J, Thordarson DB. Ipsilateral intact fibula as a predictor of tibial plafond fracture pattern and severity. *Foot Ankle Int.* (2013) 34:1421–6. doi: 10.1177/1071100713491561
7. Saad BN, Yingling JM, Liporace FA, Yoon RS. Pilon fractures: challenges and solutions. *Orthop Res Rev.* (2019) 11:149–57. doi: 10.2147/ORR.S170956
8. Krettek C, Bachmann S. [Pilon fractures. Part 1: Diagnostics, treatment strategies and approaches]. *Chirurg.* (2015) 86:87–101. doi: 10.1007/s00104-014-2895-7
9. Renzi Brivio L, Lavini F, Cavina Pratesi F, Corain M, Bartolozzi P. The use of external fixation in fractures of the tibial pilon. *Chir Organi Mov.* (2000) 85:205–14.
10. Topliss CJ, Jackson M, Atkins RM. Anatomy of pilon fractures of the distal tibia. *J Bone Joint Surg Br.* (2005) 87:692–7. doi: 10.1302/0301-620X.87B5.15982
11. Liporace FA, Yoon RS. Decisions and staging leading to definitive open management of pilon fractures: where have we come from and where are we now? *J Orthop Trauma.* (2012) 26:488–98. doi: 10.1097/BOT.0b013e31822fbdbe
12. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and dislocation classification compendium-2018. *J Orthop Trauma.* (2018) 32(Suppl. 1):S1–170. doi: 10.1097/BOT.0000000000001063
13. Millar SC, Arnold JB, Thewlis D, Fraysse F, Solomon LB. A systematic literature review of tibial plateau fractures: what classifications are used and how reliable and useful are they? *Injury.* (2018) 49:473–90. doi: 10.1016/j.injury.2018.01.02
14. Dean DB. Field management of displaced ankle fractures: techniques for successful reduction. *Wilderness Environ Med.* (2009) 20:57–60. doi: 10.1580/08-WEME-CON-240.1
15. Ellanti P, Hammad Y, Kosutic D, Grieve PP. Irreducible tibial pilon fracture caused by incarceration of the fibula in the tibial medullary canal. *J Foot Ankle Surg.* (2012) 51:362–4. doi: 10.1053/j.jfas.2011.10.047

16. Peterson ND, Shah F, Narayan B. An Unusual ankle injury: the bosworth-pilon fracture. *J Foot Ankle Surg.* (2015) 54:751–3. doi: 10.1053/j.jfas.2014.09.016
17. Cross WW, Swiontkowski MF. Treatment principles in the management of open fractures. *Indian J Orthop.* (2008) 42:377–86. doi: 10.4103/0019-5413.43373
18. Blauth M, Bastian L, Krettek C, Knop C, Evans S. Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures: a study of three techniques. *J Orthop Trauma.* (2001) 15:153–60. doi: 10.1097/00005131-200103000-00002
19. Sitnik A, Beletsky A, Schelkun S. Intra-articular fractures of the distal tibia: current concepts of management. *EFORT Open Rev.* (2017) 2:352–61. doi: 10.1302/2058-5241.2.150047
20. Stapleton JJ, Zgonis T. Surgical treatment of tibial plafond fractures. *Clin Podiatr Med Surg.* (2014) 31:547–64. doi: 10.1016/j.cpm.2014.06.002
21. Newman SD, Mauffrey CP, Krikler S. Distal metadiaphyseal tibial fractures. *Injury.* (2011) 42:975–84. doi: 10.1016/j.injury.2010.02.019
22. Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici D, Jr. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma.* (1999) 13:78–84. doi: 10.1097/00005131-199902000-00002
23. Borrelli J, Jr., Ellis E. Pilon fractures: assessment and treatment. *Orthop Clin North Am.* (2002) 33:231–45. doi: 10.1016/S0030-5898(03)00082-8
24. McCormack RG, Leith JM. Ankle fractures in diabetics. Complications of surgical management. *J Bone Joint Surg Br.* (1998) 80:689–92. doi: 10.1302/0301-620X.80B4.0800689
25. Teeny SM, Wiss DA. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop Relat Res.* (1993) 292:108–17. doi: 10.1097/00003086-199307000-00013
26. McFerran MA, Smith SW, Boulas HJ, Schwartz HS. Complications encountered in the treatment of pilon fractures. *J Orthop Trauma.* (1992) 6:195–200. doi: 10.1097/00005131-199206000-00011
27. Calori GM, Tagliabue L, Mazza E, de Bellis U, Pierannunzii L, Marelli BM, et al. Tibial pilon fractures: which method of treatment? *Injury.* (2010) 41:1183–90. doi: 10.1016/j.injury.2010.08.041
28. Anglen JO. Early outcome of hybrid external fixation for fracture of the distal tibia. *J Orthop Trauma.* (1999) 13:92–7. doi: 10.1097/00005131-199902000-00004
29. Patterson MJ, Cole JD. Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma.* (1999) 13:85–91. doi: 10.1097/00005131-199902000-00003
30. Кондратьев И.П. Хирургическое лечение переломов пилона: краткий исторический очерк и современное состояние. www.medline.ru/public/art/tom13/art59.html [Kondrat'ev I.P. Surgical treatment of fractures of the pilons: a brief historical outline and the modern state of the problem. In Russian].
31. Помогаева Е.В. Вопросы терминологии и классификации внутрисуставных переломов дистального отдела костей голени. *Вестник Уральской медицинской академической науки.* 2015; 4: 132-138 [Pomogaeva E.V. Terminology and classification of intra-articular fractures of the distal tibia. *Vestnik Ural'skoj medicinskoj akademicheskoy nauki.* 2015; 4: 132-138. In Russian].

32. Muller F.J., Nerlich M. Tibial pilon fractures. *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cechosl.* 2010; 77: 266-276.
33. Gupta R.K., Locking plate fixation in distal metaphyseal tibial fractures: series of 79 patients. *Int. Orthop.* 2010; 34(8): 1285-1290 DOI: 10.1007/s00264-009-0880-4
34. Бояринцев В.В., Редько И.А., Миронов А.В. Лечение переломов пилона большеберцовой кости ФГБУ «Клиническая больница №1» УД Президента РФ, Москва, 2 ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента, Москва
35. Hong J., Zeng R., Lin D. et al. Posteromedial anatomical plate for the treatment of distal tibial fractures with anterior soft tissue injury. *Orthopedics.* 2011; 34(6): 161-169 DOI:10.3928/01477447-20110427-15.
36. Сластин В.В., Клюквин И.Ю., Филиппов О.П., Боголюбовский Ю.А. Внутрисуставные переломы дистального отдела большеберцовой кости: эволюция взглядов на хирургическое лечение (обзор литературы). *Журнал им. Н.В. Склифосовского. Неотложная медицинская помощь.* 2015; (3): 23-29
37. Миронов А.В, Редько И.А. Перелом пилона: случай оперативного лечения ФГБУ «Клиническая больница №1» УД Президента РФ, Москва, 2 ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента, Москва
38. Wei SJ, Han F, Lan SH, Cai XH. Surgical treatment of pilon fracture based on ankle position at the time of injury/initial direction of fracture displacement: a prospective cohort study. *Int J Surg.* 2014;12(5):418-25. doi: 10.1016/j.ijvsu.2014.03.008. Epub 2014 Mar 18. PMID: 24657711
39. Побел А.Н., д.м.н., профессор, Труфанов И.И., Гацак В.С. Особенности переломов pilon и выбор рациональной методики лечения. //Травма - 2012 г. - Том 13, №1 - С.136-240
40. Felipe Chaparro, Ximena Ahumada, Christian Urbina, Leonardo Lagos, Fernando Vargas, Manuel Pellegrini, Maximiliano Barahona, Christian Bastias. Posterior pilon fracture: Epidemiology and surgical technique//*Injury -Volume 50, Issue 12 - 2019 - P. 2312-2317*Harm Hoekstra, Wouter Rosseels, Stefan Rammelt, Stefaan Nijs. Direct fixation of fractures of the posterior pilon via a posteromedial approach//*Injury - Volume 48, Issue 6 - 2017 - P 1269-1274*
41. Корж Н.А., Романенко К.К., Горидова Л.Д., Прозоровский Д.В. Переломы костей голени на уровне дистального эпиметафиза (переломы pilon'a) и их последствия, диагностика и лечение. //Травма - 2011 г. - Том 12, №2 - С. 6-9.
42. Atesok K., Doral M.N., Whipple T. et al. Arthroscopyassisted fracture fixation. *Knee Surg. Sports Traumatol.Arthrosc.* 2011; 19(2): 320-329

References:

1. Luo TD, Eady JM, Aneja A, Miller AN. Classifications in brief: ruedi-allgower classification of tibial plafond fractures. *Clin Orthop Relat Res.* (2017) 475:1923-8. doi: 10.1007/s11999-016-5219-z

2. Chen H, Cui X, Ma B, Rui Y, Li H. Staged procedure protocol based on the four-column concept in the treatment of AO/OTA type 43-C3. pilon fractures. *J Int Med Res.* (2019) 47:2045–55. doi: 10.1177/0300060519836512
3. Mauffrey C, Vasario G, Battiston B, Lewis C, Beazley J, Seligson D. Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment, and complications. *Acta Orthop Belg.* (2011) 77:432–40
4. Cutillas-Ybarra MB, Lizaur-Utrilla A, Lopez-Prats FA. Prognostic factors of health-related quality of life in patients after tibial plafond fracture. A pilot study injury. *Injury.* (2015) 46:2253–7. doi: 10.1016/j.injury.2015.06.025
5. Bartoníček J, Mittlmeier T, Rammelt S. [Anatomy, biomechanics and pathomechanics of the tibial pilon]. *Ful Sprunggelenk.* (2012) 10:3–11. doi: 10.1016/j.fuspru.2012.01.017
6. Luk PC, Charlton TP, Lee J, Thordarson DB. Ipsilateral intact fibula as a predictor of tibial plafond fracture pattern and severity. *Foot Ankle Int.* (2013) 34:1421–6. doi: 10.1177/1071100713491561
7. Saad BN, Yingling JM, Liporace FA, Yoon RS. Pilon fractures: challenges and solutions. *Orthop Res Rev.* (2019) 11:149–57. doi: 10.2147/ORR.S170956
8. Krettek C, Bachmann S. [Pilon fractures. Part 1: Diagnostics, treatment strategies and approaches]. *Chirurg.* (2015) 86:87–101. doi: 10.1007/s00104-014-2895-7
9. Renzi Brivio L, Lavini F, Cavina Pratesi F, Corain M, Bartolozzi P. The use of external fixation in fractures of the tibial pilon. *Chir Organi Mov.* (2000) 85:205–14.
10. Topliss CJ, Jackson M, Atkins RM. Anatomy of pilon fractures of the distal tibia. *J Bone Joint Surg Br.* (2005) 87:692–7. doi: 10.1302/0301-620X.87B5.15982
11. Liporace FA, Yoon RS. Decisions and staging leading to definitive open management of pilon fractures: where have we come from and where are we now? *J Orthop Trauma.* (2012) 26:488–98. doi: 10.1097/BOT.0b013e31822fbdbe
12. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and dislocation classification compendium-2018. *J Orthop Trauma.* (2018) 32(Suppl. 1):S1–170. doi: 10.1097/BOT.0000000000001063
13. Millar SC, Arnold JB, Thewlis D, Fraysse F, Solomon LB. A systematic literature review of tibial plateau fractures: what classifications are used and how reliable and useful are they? *Injury.* (2018) 49:473–90. doi: 10.1016/j.injury.2018.01.02
14. Dean DB. Field management of displaced ankle fractures: techniques for successful reduction. *Wilderness Environ Med.* (2009) 20:57–60. doi: 10.1580/08-WEME-CON-240.1
15. Ellanti P, Hammad Y, Kosutic D, Grieve PP. Irreducible tibial pilon fracture caused by incarceration of the fibula in the tibial medullary canal. *J Foot Ankle Surg.* (2012) 51:362–4. doi: 10.1053/j.jfas.2011.10.047
16. Peterson ND, Shah F, Narayan B. An Unusual ankle injury: the bosworth-pilon fracture. *J Foot Ankle Surg.* (2015) 54:751–3. doi: 10.1053/j.jfas.2014.09.016
17. Cross WW, Swiontkowski MF. Treatment principles in the management of open fractures. *Indian J Orthop.* (2008) 42:377–86. doi: 10.4103/0019-5413.43373
18. Blauth M, Bastian L, Krettek C, Knop C, Evans S. Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures: a study of three techniques. *J Orthop Trauma.* (2001) 15:153–60. doi: 10.1097/00005131-200103000-00002

19. Sitnik A, Beletsky A, Schelkun S. Intra-articular fractures of the distal tibia: current concepts of management. *EFORT Open Rev.* (2017) 2:352–61. doi: 10.1302/2058-5241.2.150047
20. Stapleton JJ, Zgonis T. Surgical treatment of tibial plafond fractures. *Clin Podiatr Med Surg.* (2014) 31:547–64. doi: 10.1016/j.cpm.2014.06.002
21. Newman SD, Mauffrey CP, Krikler S. Distal metadiaphyseal tibial fractures. *Injury.* (2011) 42:975–84. doi: 10.1016/j.injury.2010.02.019
22. Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici D, Jr. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma.* (1999) 13:78–84. doi: 10.1097/00005131-199902000-00002
23. Borrelli J, Jr., Ellis E. Pilon fractures: assessment and treatment. *Orthop Clin North Am.* (2002) 33:231–45. doi: 10.1016/S0030-5898(03)00082-8
24. McCormack RG, Leith JM. Ankle fractures in diabetics. Complications of surgical management. *J Bone Joint Surg Br.* (1998) 80:689–92. doi: 10.1302/0301-620X.80B4.0800689
25. Teeny SM, Wiss DA. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop Relat Res.* (1993) 292:108–17. doi: 10.1097/00003086-199307000-00013
26. McFerran MA, Smith SW, Boulas HJ, Schwartz HS. Complications encountered in the treatment of pilon fractures. *J Orthop Trauma.* (1992) 6:195–200. doi: 10.1097/00005131-199206000-00011
27. Calori GM, Tagliabue L, Mazza E, de Bellis U, Pierannunzii L, Marelli BM, et al. Tibial pilon fractures: which method of treatment? *Injury.* (2010) 41:1183–90. doi: 10.1016/j.injury.2010.08.041
28. Anglen JO. Early outcome of hybrid external fixation for fracture of the distal tibia. *J Orthop Trauma.* (1999) 13:92–7. doi: 10.1097/00005131-199902000-00004
29. Patterson MJ, Cole JD. Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma.* (1999) 13:85–91. doi: 10.1097/00005131-199902000-00003
30. Kondrat'ev I.P. Surgical treatment of fractures of the pilons: a brief historical outline and the modern state of the problem. In Russian
31. Pomogaeva E.V. Terminology and classification of intra-articular fractures of the distal tibia. *Vestnik Ural'skoj medicinskoj akademicheskoy nauki.* 2015; 4: 132-138. In Russian
32. Muller F.J., Nerlich M. Tibial pilon fractures. *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cechosl.* 2010; 77: 266-276.
33. Gupta R.K., Locking plate fixation in distal metaphyseal tibial fractures: series of 79 patients. *Int. Orthop.* 2010; 34(8): 1285-1290 DOI: 10. 1007/s00264-009-0880-4
34. Bojarincev V.V., Redko I.A., Mironov A.V. Treatment of tibial pilon fractures Clinical hospital №1, Moscow, Russia, 2 Central State Medical Academy of the Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia
35. Hong J., Zeng R., Lin D. et al. Posteromedial anatomical plate for the treatment of distal tibial fractures with anterior soft tissue injury. *Orthopedics.* 2011; 34(6): 161-169 DOI:10.3928/01477447-20110427-15.
36. Slastin V.V., Klyukvin I.Yu., Filippov O.P., Bogolyubsky Yu.A. [Intra-articular fractures of the distal tibia: evolving of views on surgical treatment]. *Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo*

- neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch' [Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care". 2015; (3): 23-29. In Russian].
37. Mironov A.V., Redko I.A. Pilon-fracture: case of surgical treatment Clinical hospital №1, Moscow, Russia, 2 Central State Medical Academy of the Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia
 38. Wei SJ, Han F, Lan SH, Cai XH. Surgical treatment of pilon fracture based on ankle position at the time of injury/initial direction of fracture displacement: a prospective cohort study. *Int J Surg.* 2014;12(5):418-25. doi: 10.1016/j.ijsu.2014.03.008. Epub 2014 Mar 18. PMID: 24657711
 39. Pobel A.N., MD, professor, Trufanov I.I., Gatsak V.S..Features of pilon fractures and the choice of a rational treatment method.//*Trauma - 2012 - Volume 13, No.1 - pp.136-240*
 40. Felipe Chaparro, Ximena Ahumada, Christian Urbina, Leonardo Lagos, Fernando Vargas, Manuel Pellegrini, Maximiliano Barahona, Christian Bastias. Posterior pilon fracture: Epidemiology and surgical technique//*Injury -Volume 50, Issue 12 - 2019 - P. 2312-2317*
 41. Korzh N.A., Romanenko K.K., Goridova L.D., Prozorovsky D.V. Fractures of the shin bones at the level of the distal epimetaphysis (pilon fractures) and their consequences, diagnosis and treatment.//*Trauma - 2011 - Volume 12, No.2 - P. 6-9.*
 42. Atesok K., Doral M.N., Whipple T. et al. Arthroscopyassisted fracture fixation. *Knee Surg. Sports Traumatol.Arthrosc.* 2011: 19(2): 320-329