

DOI: 10.33454/1728-1261-2026-3-14-19
УДК 616.718.56-001.5-08

Анатомо-биомеханические особенности перелома пилона и их значение в клинической практике

Н. В. Выговский¹, Д. В. Жуков¹, В. А. Головнёв², Е. А. Оленев²

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Новосибирск, Россия

² ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1», Новосибирск, Россия

Резюме

Переломы пилона являются сложными внутрисуставными повреждениями, возникающими в результате биомеханических особенностей механизма травмы. Это отражается в определении данного термина, в специфике классификации. Топографо-анатомическая локализация данной области характеризуется особенностями трофики тканей. Данные повреждения сопровождаются высокой частотой различных ранних и поздних осложнений. Эти обстоятельства требуют внимательного подхода в диагностике и лечении.

Ключевые слова: голеностопный сустав, внутрисуставной перелом, компрессионный механизм травмы, костная регенерация, крузартроз

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Н. В. Выговский – ORCID: 0009-0004-7783-9266

Д. В. Жуков – ORCID: 0000-0002-4334-217X

В. А. Головнёв – ORCID: 0009-0007-8907-7889

Е. А. Оленев – ORCID: 0009-0002-9499-655X

Для цитирования: Выговский Н. В., Жуков Д. В., Головнёв В. А., Оленев Е. А. Анатомо-биомеханические особенности перелома пилона и их значение в клинической практике. *Здравоохранение Дальнего Востока*. 2026, 3: 14–19. DOI: 10.33454/1728-1261-2026-3-14-19

Anatomical and Biomechanical Features of Pilon Fractures and Their Significance in Clinical Practice

N. V. Vygovsky¹, D. V. Zhukov¹, V. A. Golovnev², E. A. Olenev²

¹ Novosibirsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Novosibirsk, Russia

² City Clinical Hospital No. 1, Novosibirsk, Russia

Abstract

Pilon fractures are complex intra-articular injuries resulting from the biomechanical characteristics of the injury mechanism. This is reflected in the definition of this term and the specific classification. The topographic and anatomical location of this area is characterized by tissue trophic features. These injuries are accompanied by a high incidence of various early and late complications. These circumstances require a careful approach to diagnosis and treatment. Keywords: ankle joint, intra-articular fracture, compression injury mechanism, bone regeneration, crurarthrosis.

Keywords: ankle joint, intraarticular fracture, compression mechanism of injury, bone regeneration, crurarthrosis

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

N. V. Vygovsky – ORCID: 0009-0004-7783-9266

D. V. Zhukov – ORCID: 0000-0002-4334-217X

V. A. Golovnev – ORCID: 0009-0007-8907-7889

E. A. Olenev – ORCID: 0009-0002-9499-655X

To cite this article: Vygovsky N. V., Zhukov D. V., Golovnev V. A., Olenev E. A. Anatomical and Biomechanical Features of Pilon Fractures and Their Significance in Clinical Practice. *Public Health of the Far East*. 2026, 3: 14–19. DOI: 10.33454/1728-1261-2026-3-14-19

Введение

Среди вариантов повреждений голеностопного сустава по степени травматичности и последующих сложностей лечения, а также дальнейшим отдаленным результатам особое место занимают переломы дистального метаэпифиза большеберцовой кости (ДМЭ ББК), или перелом пилона [1]. Лечение таких внутрисуставных повреждений является одной из насущных, сложных и важных задач в травматологии и ортопедии.

Согласно отечественной классификации, перелом пилона является закрытым или открытым внутрисуставным компрессионным многооскольчатым переломом дистального метаэпифиза большеберцовой кости со смещением отломков.

Топографо-анатомические особенности голеностопного сустава

ДМЭ ББК участвует в образовании голеностопного сустава (*articulatio talocruralis*), который является сложным блоковидным одноосным суставом. Его образуют дистальные концы большеберцовой и малоберцовой костей, лодыжки которых охватывают блок (*trochlea*) таранной кости наподобие вилки. Также современная клиническая анатомия ДМЭ ББК выделяет в нем три колонны: медиальную – медиальная лодыжка, медиальная часть суставной поверхности; латеральную – фрагмент Тилло–Шапута, вырезка малоберцовой кости и переднелатеральной части суставной поверхности ББК; заднюю – треугольник Фолькмана, или задний край ББК – «задняя лодыжка» [2, 3, 4].

Суставная капсула фиксирована вдоль хрящевого края суставных поверхностей и спереди – верхней части шейки таранной кости.

Сустав имеет вспомогательные связки: медиальная (дельтовидная), которая в виде пластинки идет от медиальной лодыжки и прикрепляется к таранной, пяточной и ладьевидной костям; и латеральная, которая, идя от латеральной лодыжки, разделяется на три пучка – *lig. talofibulare anterior*, *lig. calcaneofibulare*, *lig. talofibulare posterior* [5]. Кровоснабжение происходит за счет *rete malleolare mediale et laterale*.

Движения в суставе происходят во фронтальной оси, их общий объем достигает 63–66°. Следует отметить, что данная анатомическая область отличается пониженной васкуляризацией кожных покровов, в том числе за счет отсутствия на передней поверхности мышечной массы, что существенно влияет как на регенерацию тканей, так и на развитие различных осложнений.

Этимология термина и его определение.

Эпидемиология

В медицинскую литературу термин «пилон» пришел после открытия Вильгельмом Конрадом Рентгеном икс-лучей в 1895 году [6]. В 1911 году французский врач-рентгенолог Étienne Destot описал многооскольчатый перелом ДМЭ ББК и назвал его *pylône*, предложив данный термин в клиническую практику [7]. Слово «пилон» (*pylôn*) переводится с греческого на русский язык как *ворота, массивные столбы*. Другое трактование слова «пилон» в переводе с греческого – *массивная опорная колонна* [8]. По-французски слово «пилон» (*pylône*) обозначается также как *опора, трамбовка, молот*. Автор отражал этим термином аналогию со специфическим повреждением дистального отдела большеберцовой кости таранной костью [9].

В 1950 году J. G. Bonin также предложил называть такие переломы термином *plafond* (*перелом плафона*), это французское слово на русский язык переводится как *свод, купол* [10].

В последующие годы зарубежными [11] и отечественными [12, 13] авторами было предложено еще несколько вариантов определений термина *pilon*. В своих трудах Е. В. Помогаева (2020) предлагает применять термин «перелом дистального эпиметафиза / метаэпифиза большеберцовой кости», который более подходит для повреждений данного сегмента голени [13]. Безусловно, определение перелома пилона должно отражать как анатомический компонент, так и механизм травмы. Таким образом, перелом пилона обусловлен чисто компрессионным (высокоэнергетичным) или компрессионно-вращательным (низкоэнергетичным) аксиальным механизмом воздействия травмы в сагиттальной, фронтальной и горизонтальной плоскостях за счет удара таранной кости о суставную поверхность дистального эпиметафиза большеберцовой кости по типу молота и наковальни.

Переломы пилона составляют до 7–10 % всех повреждений скелета, 2 % всех повреждений нижних конечностей и до 9 % случаев в структуре повреждений большеберцовой кости [1, 9, 13]. Открытые переломы составляют до 20 % [1]. В 85 % может быть сопутствующим повреждением малоберцовой кости [14]. Основными причинами данного повреждения, по отечественным данным, являются: кататравма (до 51 %) и дорожно-транспортные происшествия (27 %), реже – спортивная и бытовая травмы. По данным зарубежных авторов, причинами чаще являются автодорожные аварии. Примерно в половине случаев ДМЭ ББК входят в структуру политравмы [2, 9, 13].

Механизм травмы и морфологические особенности повреждения

В структуре механизмов возникновения переломов пилона определяют компрессионный механизм травмы, сопровождающийся входом линии перелома в суставную поверхность дистального эпиметафиза большеберцовой кости, что, собственно, и является раздробленным внутрисуставным эпиметафизарным переломом. При высокоэнергетичном повреждении, например кататравме, происходит центральная импрессия блоком таранной кости с импакцией суставной поверхности и губчатой кости в области ДМЭ ББК [2]. При этом возникает выраженный отек мягких тканей, который вызывает компартмент-синдром, ведущий к ухудшению кровообращения, иннервации, развитию фликтен кожи и некрозов, с учетом особенностей трофики данного сегмента голени.

В 2003 году А. В. Бабовников предложил классификацию переломов ДМЭ ББК пилона по механизму повреждения. Она включает семь вариантов повреждений: прямой удар (1-й вариант), не прямой удар (2-й вариант), аксиальная компрессия (3-й вариант), аксиальная компрессия в положении подошвенного сгибания (4-й вариант), аксиальная компрессия в положении тыльного сгибания (5-й вариант), аксиальная компрессия в положении приведения и отведения стопы (6-й и 7-й варианты) [15]. Особенностью таких повреждений является неудовлетворительное состояние мягких тканей (связанное с прямым воздействием и с трофическими нарушениями), а также фрагментация кости со значительным смещением и образованием дефектов суставной поверхности. Возникающие в раннем посттравматическом периоде трофические расстройства в виде геморрагического буллезного дерматита и некрозов исключают возможность выполнения адекватных исчерпывающих хирургических вмешательств, особенно при открытых повреждениях и позднем поступлении пациента. Это чревато развитием осложнений, вплоть до глубоких некрозов и остеомиелита.

Следует отметить, что после травмы организация и рассасывание экстравазата вокруг отломков происходит к 5–7-му дню. Поздние сроки репозиции и иммобилизации замедляют процессы организации и ведут к задержке консолидации. К 5–12-му дню на месте организованного экстравазата образуется рыхлая соединительная ткань между отломками – первичная мозоль, которая затем оссифицируется и превращается в зрелую. Причем при раннем анатомическом сопоставлении и стабильной фиксации отломков репаративная

регенерация начинается сразу с образования интермедиарной мозоли, потому что регенерат имеет хорошее кровоснабжение. Это необходимо учитывать при сроках оперативного лечения [2, 16, 17].

Переломы ДМЭ ББК имеют отрицательную травматологическую характеристику, нередко сопровождаются формированием крузартроза и отдаленными неблагоприятными функциональными исходами в сроки 2–5 лет после применения известных на данное время разных методов лечения.

Посттравматический деформирующий артроз голеностопного сустава (крузартроз) занимает 3-е место по частоте развития (до 78 %), уступая лишь артрозам тазобедренного и коленного суставов [18, 19]. Причем крузартроз III–IV стадии характеризуется выраженным болевым синдромом, наличием стойких, не поддающихся консервативному лечению контрактур, нарушением походки и невозможностью передвигаться без дополнительной опоры, что значительно ухудшает качество жизни данной категории пациентов.

Классификации перелома пилона и диагностика

Существуют различные классификации переломов пилона, но единой общей классификации на сегодняшний день нет. Среди них выделяют следующие: рентгенологические (Rüedi T. P. и Allgöwer M., 1969; AO/ASIF, 1991) [20, 21]; по данным МСКТ (Topliss C. J., 2005; Tang X., Lü D. C. и др., 2012) [11]; по степени повреждения мягких тканей (Каплан А. В., Маркова О. Н., 1967; Gustilo R. B., Anderson J. T., 1976, 1984; Tscherne H. G., Oestern H. J., 1984; Abdelgaid S. M., Ahmed M. A., Abdel-Mageed E. G., 2013) [16, 22, 23, 24]; по механизму повреждения (Бабовников А. В., 2003) [15] и другие [13, 25].

В настоящее время широко применяется классификация AO/ASIF [20, 26, 27], в которой к переломам пилона относятся типы В (неполные внутрисуставные) и типы С (полные внутрисуставные). Однако она не отражает механизм и тяжесть травмы и степень повреждения окружающих мягких тканей, что может затруднить выбор тактики лечения. Недостаток указания на механизм травмы касается и других рентгенологических классификаций. Классификация Abdelgaid S. M. et al. (2013) объединяет классификации AO/ASIF и Tscherne H. G. и включает разделение кожи голеностопной области на зоны А, В, С [13, 28]. Среди классификаций повреждений мягких тканей за рубежом наиболее распространена классификация Gustilo R. B., Anderson J. T. (1976, 1984), включающая по-

вреждение кости, размеры и загрязнение раны [29, 30, 31, 32]. Но в ней не отражен компонент позднего некроза тканей, связанный с их глубоким травмированием. Поэтому, на наш взгляд, сообразно определению перелома пилона и механизму его происхождения, наиболее подходящей является классификация А. В. Бабовникова. Для определения открытых переломов, мы считаем, более удобна классификация Каплана–Марковой, включающая I, II, III, IV типы повреждений, в зависимости от размера ран и характера их возникновения [16].

Диагноз данного повреждения голеностопной области основывается на клинико-анамнестических данных и данных лучевого исследования в трех проекциях: фронтальная, сагиттальная и 3/4. Как правило, достаточно рентгенологического исследования голеностопного сустава с захватом стопы. В сомнительных случаях и для более точной диагностики применяется МСКТ или ЯМРТ голеностопной области. Компьютерная томография является золотым стандартом диагностики внутрисуставных переломов, в том числе и голеностопного сустава [33]. Магнитно-резонансная томография с высокой точностью позволяет визуализировать повреждения и состояние хрящей, связок, мягких тканей, кровеносных сосудов и нервов.

Заключение

Переломы пилона являются очень сложными повреждениями как в топографо-анатомическом смысле, так и в лечении.

В основе данного повреждения лежит компрессионный или компрессионно-вращательный аксиальный механизм травмы суставной поверхности большеберцовой кости с поверхностью таранной кости в сагиттальной, фронтальной и горизонтальной проекциях, что и должно быть отражено в определении этой нозологической единицы.

Морфологию перелома исчерпывающе отражает отечественная классификация переломов, механизм травмы – классификация А. В. Бабовникова, а степень повреждения мягких тканей определяет классификация Каплана–Марковой.

Внесение ясности в определение и классификацию данных переломов необходимо для понимания особенностей анатомо-биомеханических нарушений.

Локализация ДМЭ ББК очень уязвима для инфекции при открытых переломах, наличия фликтен при закрытых переломах, особенно при ишемических поражениях артерий нижних конечностей, сахарном диабете, что требует наиболее щадящего отношения к этой анатомической области при последующем оперативном лечении.

Учитывая внутрисуставной характер перелома, необходимо ориентироваться на ранние сроки формирования репаративного костного регенерата для достижения оптимального первичного сращения костных отломков и восстановления объема движений голеностопного сустава.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Внутрисуставные переломы дистального отдела большеберцовой кости: эволюция взглядов на хирургическое лечение (обзор литературы) / В. В. Сластинин, И. Ю. Ключевин, О. П. Филиппов и др. // Журн. им. Н. В. Склифосовского. Неотложная мед. помощь. 2015. № 3. С. 23–29. URL: <https://clck.ru/3TQmit> (дата обращения: 15.02.2026).
2. Intra-articular fractures of the distal tibia: evolution of views on surgical treatment (literature review) / V. V. Slastinin, I. Yu. Klyukvin, O. P. Filippov et al. // Zhurn. im. N. V. Sklifosovsky. Emergency medical care. 2015. No. 3. P. 23–29. URL: <https://clck.ru/3TQmit> (Accessed: February 15, 2026).
3. Клинические рекомендации. Переломы лодыжек: утв. 2024 / М-во здравоохранения Рос. Федерации, Ассоц. травматологов-ортопедов России (АТОР). URL: <https://clck.ru/3TQkMe> (дата обращения: 12.03.2026).
4. Clinical guidelines. Ankle fractures: approved 2024 / Ministry of Health of the Russian Federation, Associated Society of Traumatologists and Orthopedists of Russia (ATOR). URL: <https://clck.ru/3TQkMe> (Accessed: March 12, 2026).
5. Assal M., Ray A., Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures // J. of Orthopaedic Trauma. 2015. Vol. 29, № 2. P. 69–79. DOI 10.1097/BOT.0000000000000218
6. A systematic review of posterior pilon variant fractures / E. M. Lassiter, K. J. Brown, D. Patel et al. DOI 10.1016/j.jor.2024.02.035 // J. of Orthopaedics. 2024. Vol. 53, № 28. P. 73–81.
7. Привес М. Г. Анатомия человека: учеб. / М. Г. Привес, Н. К. Лысенков, В. И. Бушкович. 12-е изд. СПб.: Изд. дом СПбМАПО, 2006. С. 177–181. URL: <https://archive.org/details/12-privess-2006-1551> (дата обращения: 17.12.2025).
8. Privess M. G. Human anatomy: textbook. / M. G. Privess, N. K. Lysenkov, V. I. Bushkovich. 12th ed. SPb.: Publishing house. House of SPbMAPO, 2006. P. 177–181. URL: <https://archive.org/details/12-privess-2006-1551> (Accessed: December 17, 2025).
9. Брокгауз Ф. А. Энциклопедический словарь: Т. 26а: Резонанс и резонаторы – Роза ди-Тиволи / под ред. И. Е. Андреевского; Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон. СПб.: Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон, 1890–1907, 1899. С. 589–590.
10. Brockhaus F. A. Encyclopedic Dictionary: Vol. 26a: Resonance and Resonators – Rosa di Tivoli / edited by I. E. Andreevsky; F. A. Brockhaus, I. A. Efron. St. Petersburg: F. A. Brockhaus, I. A. Efron, 1890–1907, 1899. P. 589–590.
11. Хирургическая реабилитация пациентов с последствиями перелома пилона / К. А. Гражданов, П. П. Зуев, О. А. Кауц и др. // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 3. С. 13–19.
12. Surgical rehabilitation of patients with consequences of pilon fracture / K. A. Grazhdanov, P. P. Zuev, O. A. Kauts et al. // N. N. Priorov Bulletin of Traumatology and Orthopedics. 2021. Vol. 28, No. 3. P. 13–19.

8. Советский энциклопедический словарь / под ред. А. М. Прохорова. 4-е изд. М.: Совет. энцикл., 1990. С. 1014. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008475537/?ysclid=mmneu0o02v167834561 (дата обращения: 22.03.2026).
- Soviet Encyclopedic Dictionary / edited by A. M. Prokhorov. 4th ed. M.: Soviet Encycl., 1990. P. 1014. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008475537/?ysclid=mmneu0o02v167834561 (Accessed: March 22, 2026).
9. Бояринцев В. В., Редько И. А., Миронов А. В. Лечение переломов пилона большеберцовой кости // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2018. № 2. С. 139–146. URL: <https://kremlin-medicine.ru/index.php/km/article/view/1167> (дата обращения: 14.02.2026).
- Boyarintsev V. V., Redko I. A., Mironov A. V. Treatment of tibial pylon fractures // Kremlin Medicine. Clinical Bulletin. 2018. No. 2. P. 139–146. URL: <https://kremlin-medicine.ru/index.php/km/article/view/1167> (Accessed: February 14, 2026).
10. Bonnin J. G. Injury to the ligaments of the ankle // The J. of Bone and Joint Surgery. Brit. vol. 1965. Vol. 47, № 4. P. 609–611.
11. Topliss C., Jackson M., Atkins R. Anatomy of pilon fractures of the distal tibia // The J. of Bone and Joint Surgery. Brit. vol. 2005. Vol. 87, № 5. P. 692–697. DOI 10.1302/0301-620X.87B5.15982
12. Кондратьев И. П. Хирургическое лечение переломов пилона: краткий исторический очерк и современное состояние проблемы (обзор литературы) // Medline.Ru. 2012. Т. 13. С. 881–894. URL: <https://medline.ru/public/art/tom13/art74.html> (дата обращения: 18.04.2026).
- Kondratiev I. P. Surgical treatment of pilon fractures: a brief historical outline and the current state of the problem (literature review) // Medline.Ru. 2012. Vol. 13. P. 881–894. URL: <https://medline.ru/public/art/tom13/art74.html> (Accessed: April 18, 2026).
13. Помогаева Е. В. Хирургическое лечение внутрисуставных переломов дистального отдела костей голени: дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук: специальность 14.01.15 «Травматология и ортопедия» / Помогаева Елена Вячеславовна; Приволж. исслед. мед. ун-т. Н. Новгород, 2020. 176 с. URL: <https://clck.ru/3TQkVr> (дата обращения: 14.02.2026).
- Pomogaeva E. V. Surgical treatment of intra-articular fractures of the distal tibia: dis. for the academic degree of candidate of medical sciences: specialty 14.01.15 "Traumatology and orthopedics" / Pomogaeva Elena Vyacheslavovna; Privolzhskiy Research Medical University. Nizhny Novgorod, 2020. 176 p. URL: <https://clck.ru/3TQkVr> (Accessed: February 14, 2026).
14. Ситник А. А. Внутрисуставные переломы дистального отдела большеберцовой кости – современные концепции лечения // Воен. медицина. 2020. Т. 55, № 2. С. 132–140. URL: <https://www.bsmu.by/upload/docs/militarymedicine/efcaa883d5eee3c57cd2fafb911fe08e.pdf> (дата обращения: 21.01.2026).
- Sitnik A. A. Intra-articular fractures of the distal tibia – modern treatment concepts // Military medicine. 2020. Vol. 55, No. 2. P. 132–140. URL: <https://www.bsmu.by/upload/docs/militarymedicine/efcaa883d5eee3c57cd2fafb911fe08e.pdf> (Accessed: January 21, 2026).
15. Бабовников А. В. Оперативное лечение переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости: дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук: специальность 14.00.22 «Травматология и ортопедия» / Бабовников Алексей Валерьевич; Моск. гос. мед.-стоматол. ун-т. М., 2003. 120 с. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004302229/?ysclid=mmnfl2qj80579651328 (дата обращения: 17.11.2025).
- Babovnikov A. V. Surgical treatment of fractures of the distal metaepiphysis of the tibia: dis. for the academic degree of candidate of medical sciences: specialty 14.00.22 "Traumatology and orthopedics" / Babovnikov Aleksey Valerievich; Moscow State Medical and Dental University. Moscow, 2003. 120 p. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004302229/?ysclid=mmnfl2qj80579651328 (Accessed: November 17, 2025).
16. Каплан А. В. Повреждения костей и суставов. 3-е изд. М.: Медицина, 1979. С. 468–531. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007643522/?ysclid=mmnfpudlw4367519524 (дата обращения: 24.12.2025).
- Kaplan A. V. Damage to bones and joints. 3rd ed. Moscow: Medicine, 1979. pp. 468–531. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007643522/?ysclid=mmnfpudlw4367519524 (Accessed: December 24, 2025).
17. Петров С. В. Общая хирургия: учеб. 4-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. С. 440–495. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004572215/?ysclid=mmnfsqtxjj224734293 (дата обращения: 18.03.2026).
- Petrov S. V. General surgery: textbook. 4th ed. Moscow: GEOTAR-Media, 2022. P. 440–495. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004572215/?ysclid=mmnfsqtxjj224734293 (Accessed: March 18, 2026).
18. Оценка эффективности вариантов артрорези-рования голеностопного сустава / Ж. Ван, И. Ф. Ахтямов, Ц. Цай и др. // Гений ортопедии. 2024. Т. 30, № 2. С. 210–220. URL: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-2-210-220> (дата обращения: 15.10.2025).
- Evaluation of the effectiveness of ankle arthrodesis options / Zh. Wang, I. F. Akhtyamov, Ts. Cai et al. // Genius of Orthopedics. 2024. Vol. 30, No. 2. P. 210–220. URL: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-2-210-220> (Accessed: October 15, 2025).
19. Ван Ж., Ахтямов И. Ф. Сравнительное исследование погружных вариантов фиксации при артрорезировании на поздних стадиях остеоартроза голеностопного сустава // Политравма. 2023. № 4. С. 28–34. URL: <https://clck.ru/3TQkZE> (дата обращения: 14.10.2025).
- Wang Zh., Akhtyamov I. F. Comparative study of immersion fixation options during arthrodesis in late stages of ankle osteoarthritis // Politravma. 2023. No. 4. P. 28–34. URL: <https://clck.ru/3TQkZE> (Accessed: October 14, 2025).
20. Manual of Internal Fixation: Techniques Recommended by the AO/ASIF / М. Е. Muller, М. Allgower, R. Schneider et al. 3rd ed. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1991. Vol. 28. P. 750. URL: https://archive.org/details/manualofinternal0000mull_j3r0 (Accessed: February 11, 2026).
21. Ruedi T. P., Allgower M. Fractures of the lower end of the tibia into the ankle-joint // Injury. 1969. Vol. 1, № 2. P. 92–99. DOI 10.1016/s0020-1383(73)80089-0
22. Gustilo R. B., Anderson J. T. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses // J. of Bone and Joint Surgery. Amer. vol. 1976. Vol. 58, № 4. P. 453–458.
23. Leonetti D., Tigani D. Pilon fractures: A new classification system based on CT-scan // Injury. 2017. Vol. 10, № 48. P. 2311–2317. DOI 10.1016/j.injury.2017.07.026
24. Tscherne H., Oestern H. J. Pathophysiology and classification of soft tissue injuries associated with fractures // Fractures associated with soft tissue injuries. NY: Springer-Verlag, 1984. P. 1–9. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-69499-8_1 (Accessed: December 18, 2025).
25. [Pilon Fractures] / M. Lodde, A. Milstrey, S. Ochman et al. DOI 10.1055/a-2652-5609 // Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie. 2025. Vol. 163, № 5. P. 477–491.
26. Management of Pilon Fractures-Current Concepts / O. Mair, P. Pflüger, K. Hoffeld et al. DOI 10.3389/fsurg.2021.764232 // Frontiers in Surgery. 2021. № 8. Art. 764232.
27. Luo T. D., Pilon H. Pilon Fracture. 2023. 8 Aug. // StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2026. Jan.

28. Posterior pilon fracture treated by opening the fibula fracture gap / Z. Jiang, C. Zhang, J. J. Qin et al. DOI 10.1186/s13018-022-03106-4 // *J. of Orthopaedic Surgery and Research*. 2022. Vol. 17, № 1. P. 214.

29. Weber J., Jasch-Boley I. Pilon fracture sustained 1400 years previously // *Deutsches Ärzteblatt Intern*. 2023. Vol. 120, № 42. P. 710. DOI 10.3238/arztebl.m2023.0049

30. Fracture Line Morphology and a Novel Classification of Pilon Fractures / J. Liu, C. Piao, G. Cui et al. DOI 10.1111/os.14304 // *Orthopaedic Surgery*. 2025. Vol. 17, № 2. P. 540–550.

31. Pilon fracture with central articular surface collapse treated by posterior tibial fenestration indirect reduction and compression technique: Two cases report / C. Sang, L. Zeng, H. Zhong et al. DOI 10.1097/MD.00000000000039151 // *Medicine (Baltimore)*. 2024. Vol. 103, № 33. e39151.

32. Закрытые переломы дистального отдела костей голени. Разнообразие форм и лечения (на примере старших возрастных групп). Ближайшие результаты / А. И. Дорохин, А. И. Крупаткин, А. А. Адрианова и др. // *Физ. и реабилитац. медицина, мед. реабилитация*.

2021. № 1. URL: <https://clck.ru/3TRaPR> (дата обращения: 17.01.2026).

Closed fractures of the distal tibia. Variety of forms and treatments (using older age groups as an example). Near-term results / A. I. Dorokhin, A. I. Krupatkin, A. A. Adrianova et al. // *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2021. No. 1. URL: <https://clck.ru/3TRaPR> (Accessed: January 17, 2026).

33. Гадоев К. К. Совершенствование тактики хирургического лечения внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости: дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук: специальность 3.1.8. «Травматология и ортопедия» / Гадоев Камолiddин Комилович; С.-Петерб. гос. ун-т. СПб., 2025. С. 5–39. URL: <https://clck.ru/3TRaS5> (дата обращения: 18.09.2025).

Gadoev K. K. Improving the tactics of surgical treatment of intra-articular fractures of the distal metaepiphysis of the tibia: dis. for the candidate of medical sciences: specialty 3.1.8. "Traumatology and orthopedics" / Gadoev Kamoliddin Komilovich; St. Petersburg state University, 2025. P. 5–39. URL: <https://clck.ru/3TRaS5> (Accessed: September 18, 2025).