

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ ПИЛОНА

А.В. Миронов^{1*}, И.А. Редько¹, В.В. Бояринцев²

¹ФГБУ «Клиническая больница №1» УД Президента РФ, Москва,

²ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва

MODERN VIEWS AT THE SURGICAL TREATMENT OF TIBIAL PILON FRACTURES

A.V. Mironov^{1*}, I.A. Redko¹, V.V. Boiarincev²

¹Clinical hospital № 1 of Department of President Affairs, Moscow, Russia,

²Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

E-mail: avmtravma@mail.ru

Аннотация

Данная статья представляет собой обзор современных мировых взглядов на подходы хирургическому лечению пациентов с внутрисуставным переломом дистального метаэпифиза большеберцовой кости, переломом пилон.

Ключевые слова: перелом пилон, обзор, внутрисуставные переломы дистального метаэпифиза большеберцовой кости.

Abstract.

The article is an analysis on modern world approaches to the surgical treatment of patients with intra-articular fractures of the distal tibia metaepiphysis, pylon fracture.

Key words: pylon fracture, review, intra-articular distal tibia fractures.

Ссылка для цитирования: Миронов А.В., Редько И.А., Бояринцев В.В. Современные представления об оперативном лечении переломов пилон. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2020; 1: 124-129.

Перелом пилон, внутрисуставной перелом дистального метаэпифиза большеберцовой кости, — тяжелая травма, имеющая многооскольчатый характер и в большинстве случаев сопровождающаяся локальным повреждением мягких тканей разной степени тяжести [1]. Переломы пилон возникают, как правило, в результате воздействия ротационных сил (повреждения низкоэнергетического характера), а также и в результате аксиальной нагрузки (переломы высокоэнергетического характера) [2, 3].

Погружной и чрескостный остеосинтез являются основными вариантами лечения перелома пилон. Оба метода имеют свои особенности, что формирует два лагеря приверженцев той или иной методики [4-8]. Противоречие между желанием снизить травматичность операции и необходимостью хорошей визуализации суставного компонента перелома определяет разногласия в выборе оптимального подхода к лечению данного заболевания [9, 10].

По мнению некоторых авторов, в качестве альтернативы общепринятым методам лечения в ряде случаев может быть применен первичный артродез [5, 11, 12].

Одномоментная фиксация и двухэтапный протокол лечения являются основными концепциями в хирургии внутрисуставного перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости. Однако «идеального» подхода в лечении не существует; незыблемыми принципами остаются: минимальная травматичность, стабильная фиксация и ранняя активизация [13-15].

Метод открытой репозиции и внутренней фиксации (ORIF)

Совершенствование техники погружного остеосинтеза при переломе пилон связано с развитием методов лучевой диагностики, в частности компьютерной томографии, улучшением дизайна пластин, обеспечивающих малотравматичность операции, накоплением научного и практического опыта [16].

ORIF при переломе пилона является стандартной процедурой, характеризующейся хорошей визуализацией, возможностью восполнения дефекта костной ткани и максимального восстановления конгруэнтности суставных поверхностей [1, 5, 17-19].

По данным публикации T.P.Ruedi, M.Allgower, положительные результаты лечения с помощью открытой репозиции и внутренней фиксации достигаются в 74 % случаев [20]. Однако, по мнению других авторов, применение ORIF у пациентов с высокоэнергетичными переломами характеризуется высокой вероятностью неудовлетворительных результатов, что, как правило, связано с недооценкой степени травматизации мягких тканей, особенно у пациентов с сахарным диабетом (СД) [14, 21, 22].

Минимально инвазивный остеосинтез (МИО)

Принципами минимально инвазивного остеосинтеза являются бережное отношение к поврежденным структурам и поддержание трофики тканей в зоне повреждения. Хорошие функциональные результаты чаще всего достигаются при внесуставных (43А) и при относительно простых внутрисуставных (43В-С1) переломах обсуждаемой зоны [23, 24].

Ограниченность возможностей закрытой репозиции, невозможность восполнения костного дефекта и полноценного восстановления конгруэнтности суставной площадки большеберцовой кости ограничивают применение метода МИО в случае сложного перелома пилона (43С2-3) [4].

Однако существует альтернативное мнение, что применение миниинвазивной техники лечения возможно при переломах I-II типов по классификации Rüedi-Allgöwer или 43-В1,-В2, 43-С1,-С2 по классификации АО, а в некоторых случаях данную методику также можно применять при переломах АО 43-В3 и -С3 [5].

Некоторые исследователи пытаются расширить возможности миниинвазивного остеосинтеза. Так, Н. Luo рекомендовал применение МИО с применением АВФ-ассистированной репозиции костных отломков в сочетании с интраоперационным артроскопическим контролем дистальной суставной поверхности для пациентов с переломами 43В и 43С1 с умеренным смещением отломков [7]. Таким образом, преимущества метода МИО перед традиционным наkostным остеосинтезом показаны лишь у пациентов с внесуставными переломами или при внутрисуставных переломах с незначительным смещением внутрисуставных фрагментов пилона [4].

По мнению многих авторов, погружной остеосинтез (техники ORIF и МИО) у пациентов с удо-

влетворительным состоянием мягких тканей следует производить в течение первых суток после травмы, что характеризуется хорошими результатами лечения [7, 8, 17, 25, 26].

Чрескостный остеосинтез

Решением проблемы хирургического лечения переломов пилона со значительным повреждением мягких тканей можно считать использование чрескостного остеосинтеза из-за малотравматичности, в некоторых случаях данный метод позволяет стабильно зафиксировать отломки и начать раннюю реабилитацию [1, 27].

Абсолютными показаниями к применению чрескостного остеосинтеза являются переломы пилона со значительным повреждением мягких тканей или предрасположенностью к развитию местных трофических расстройств; обоснованными - раздробленность внутрисуставной поверхности большеберцовой кости, достигающая диафиза большеберцовой кости, с сохранением удовлетворительного состояния отломков, синдром гипоккоагуляции, остеопороз; относительными - случаи, когда метод Илизарова не имеет никаких преимуществ перед другими методами оперативного лечения [14].

При достижении и сохранении удовлетворительного положения отломков аппаратный метод лечения остается основным. Критерии удовлетворительного положения отломков: достигнуто восстановление длины и оси малоберцовой и большеберцовой кости; 80% суставной поверхности большеберцовой кости конгруэнтны блоку таранной кости. При отсутствии хотя бы одного из критериев положение костных отломков считается неудовлетворительным и требует открытой репозиции. Сроки фиксации в аппарате наружной фиксации варьируют от 4 до 14 нед [27].

Согласно Джавад Али, частичный демонтаж аппарата в области пяточного полукольца производят на 4-5-й неделе и разрешают движения в голеностопном суставе без нагрузки. Полное снятие аппарата рекомендовано через 8-10 нед, так как длительная фиксация приводит к консолидации с образованием уступов и впадин, травмирующих таранную кость.

Основными специфическими осложнениями чрескостного остеосинтеза являются: прокалывание спицей сухожилия, повреждение сосудисто-нервных пучков, воспаление мягких тканей вокруг спиц.

Большими преимуществами чрескостного остеосинтеза являются меньшая продолжительность пребывания в стационаре и меньшая интраоперационная кровопотеря. К недостаткам метода относится ограниченная возможность репозиции.

Учитывая сложность предоперационного планирования, компоновки и сборки аппарата, необходимость динамического наблюдения за пациентом в послеоперационном периоде, в современной практической медицине метод чрескостного остеосинтеза используется небольшим числом хирургов.

Двухэтапное лечение

Трудности в выборе правильной тактики и метода лечения связаны с неудовлетворительным состоянием мягких тканей в зоне перелома, в связи с формированием посттравматического отека, приводящего к нарушению трофики окружающих тканей за счет развития внутритканевого гипертензивного синдрома [28].

На фоне локальных изменений возможно образование геморрагического буллезного дерматита и даже некрозов, что приводит к невозможности использования хирургических методов лечения [17, 29].

В первые часы после травмы, если отек невыраженный и состояние мягких тканей расценивается как удовлетворительное, выполняют погружной остеосинтез. В тех же случаях, когда время упущено, рекомендуется применять аппарат Илизарова [30, 31].

Неудовлетворенность высоким уровнем осложнений, связанных с изначальным состоянием мягких тканей, послужила стимулом к разработке нового метода лечения, используемого в современной врачебной практике и именуемого концепцией двухэтапного лечения переломов [15, 18, 33–35, 39].

При использовании данного метода на первом этапе следует произвести восстановление оси голени и фиксацию отломков, первичную хирургическую обработку ран, что благоприятно сказывается на нормализации состояния мягких тканей [36, 37]. Длительность первого этапа варьирует от 3 до 28 дней, что связано с компенсацией, развивающейся на фоне повреждения микроциркуляторной сети сосудов, локальной тканевой гипоксии и ацидоза [34]. Появление морщинистости на коже в области перелома («wrinkle sign» или «wrinkle test», «симптом появления морщинок») свидетельствует о регрессе патологических процессов в мягких тканях и готовности ко второму этапу лечения [36]. На втором этапе необходимо выполнить окончательную фиксацию перелома методом чрескостного или погружного остеосинтеза.

Двухэтапный протокол лечения считается эффективным при лечении высокоэнергетических внутрисуставных переломов пилона, при этом используются различные варианты внеш-

них фиксаторов с отличающимися характеристиками [4, 11].

Тем не менее данный подход имеет ряд недостатков. Во-первых, применение аппарата наружной фиксации для временной фиксации препятствует ранней разработке движений в голеностопном суставе, что ухудшает трофику суставной поверхности большеберцовой кости. Во-вторых, при применении стержневых аппаратов элементы, проходящие через мягкие ткани в кость, представляют собой потенциальное «слабое место» для возникновения хирургической инфекции. В-третьих, за время между первым и вторым этапом лечения мягкие ткани часто теряют эластичность, что в последующем требует расширения операционных доступов при погружном остеосинтезе [37].

Публикации о раннем погружном и чрескостном остеосинтезе в качестве основного метода лечения немногочисленны, однако многие авторы считают возможным применение погружного остеосинтеза в течение первых двух суток с момента травмы при хорошем состоянии кожных покровов и умеренном отеке [38].

По мнению М. Leonard, выполнение погружного малоинвазивного остеосинтеза допустимо в течение 36 ч с момента травмы и позволяет выполнить малотравматичную репозицию [39]. По данным Т.О. White, выполнявшего открытую репозицию и внутреннюю фиксацию в течение 48 ч после травмы у 95 пациентов с полными внутрисуставными переломами 43С, частота осложнений не превышает 6 %, что свидетельствует о возможности применения одноэтапного протокола лечения [26].

A.D. Duckworth и соавт. сравнили результаты лечения пациентов с переломами пилона с использованием метода первичной открытой репозиции и внутренней фиксации и двухэтапного метода. В раннем послеоперационном периоде частота инфекционных осложнений превалировала в группе, пролеченной согласно двухэтапному протоколу. Отдаленные результаты, оцененные через 6 лет после травмы, в обеих группах были сопоставимы [25].

Minator Sajjadi M. в 2018 г. провел сравнительный анализ по частоте развития инфекционных осложнений, нарушению консолидации, болевому синдрому, срокам пребывания в стационаре у пациентов с полными внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости без тяжелого повреждения мягких тканей, которым было выполнено лечение с помощью двухэтапного протокола и ранней открытой репозиции с внутренней фиксацией соответственно. Отдаленные результаты оценены по шкале AOFAS. Частот

та развития осложнений в обеих группах признана одинаковой, а результаты лечения сопоставимы. Minator Sajjadi M. рекомендует использовать одноэтапный протокол лечения с применением открытой репозиции и внутренней фиксации у пациентов с переломами типа 43C с удовлетворительным состоянием мягких тканей, соответствующим 0-2 степени по Tscherne. Оперативное лечение в таком случае необходимо выполнить в течение первых 24 ч с момента травмы [8].

Заключение

Двухэтапный протокол лечения с отсроченным погружным остеосинтезом должен был решить проблему высокой частоты осложнений при лечении внутрисуставного перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости. Тем не менее имеются данные, свидетельствующие о равнозначности использования двухэтапного протокола и раннего одномоментного остеосинтеза [8, 25].

Применение двухэтапного протокола лечения является общепризнанным и характеризуется высоким показателем удовлетворительных результатов у пациентов с полными внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости с тяжелым повреждением мягких тканей и при множественной травме, когда требуется отсрочить этап окончательной фиксации. Одноэтапное лечение с применением погружного остеосинтеза при тяжелых переломах пилона с удовлетворительным состоянием мягких тканей также применяется в клинической практике и дает хорошие результаты [40]. Y.C. Meng при сравнении погружного и чрескостного остеосинтеза не установил достоверных различий по срокам консолидации, частоте развития инфекционных осложнений и посттравматического артроза [41, 42].

Необходимость качественной репозиции, сроки оперативного лечения, возросшие затраты на здравоохранение, опасность развития инфекции в зоне проведения опорной части внешнего фиксатора побудили многих хирургов вернуться к принципу ранней окончательной внутренней фиксации [40].

Нами проведен анализ лечения 94 пациентов с переломом пилона согласно одноэтапной схеме лечения на основании разработанного нами алгоритма. При решении вопроса о выборе метода лечения имеет значение анализ общего состояния пациента, сопутствующей патологии, степени повреждения мягких тканей и характера перелома. Для полноценного представления о структуре перелома — количество и величина фрагментов, наличие свободных костных отломков, зоны импрессии — необходимо выполнение компью-

терной томографии. Лечение внутрисуставного перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости рекомендуется производить одномоментно в ранние сроки после травмы — 1-2 сут. В основном с целью максимального восстановления конгруэнтности суставной поверхности рекомендовано применение метода открытой репозиции и внутренней фиксации. Однако при тяжелом общем состоянии пациентов, выявлении синдрома гипокоагуляции, остеопороза, при открытых переломах, тяжелом закрытом повреждении мягких тканей, трофических расстройствах в нижних конечностях, а также многооскольчатых переломах с сохранением конгруэнтности суставной поверхности и при распространении на диафиз с минимальным смещением рекомендуется применять чрескостный остеосинтез. При выборе оптимального оперативного доступа в случае погружного остеосинтеза целесообразно ориентироваться на данные компьютерной томографии, проанализированной в соответствии с классификацией Tang, и выделить наиболее поврежденной колонны. Возможность выполнения желаемого доступа зависит от состояния мягких тканей в зоне предполагаемого разреза. Хорошие и отличные отдаленные результаты лечения (в 84,5 % через 1,5-2 года и 75 % через 4-5 лет по шкале AOFAS) свидетельствуют о возможности и целесообразности применения одноэтапного протокола лечения пациентов с переломами пилона.

Литература

1. Антониади Ю.В. Организация специализированной хирургической помощи пациентам с около- и внутрисуставными переломами костей нижних конечностей. *Гений ортопедии*. 2018; 2: 126-133. [Antoniadi Yu.V. Organization of specialized surgical care for patients with near- and intra-articular fractures of the lower extremities. *The genius of orthopedics*. 2018; 2: 126-133. In Russian].
2. Беккер Ю.Н., Митрошин А.Н., Лемин М.С., Нестеров С.А. Моделирование и проектирование динамического фиксатора для восстановления дистального межберцового синдесмоза. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2015; 4(16): 12-19. [Becker Yu.N., Mitroshin A.N., Lemin M.S., Nesterov S.A. Modeling and designing of a dynamic fixator for restoration of distal tibiofibular syndesmosis. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2015; 4 (16): 12-19. In Russian].
3. 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. Questions of terminology and classification of intraarticular fractures of the distal leg bones. *Bulletin of the Ural Medical Academic Science*. 2015; 4: 132-138. In Russian].
4. Бельский И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Усенов М.Б. Современные взгляды на оперативное лечение пациентов с переломами пилона. *Современные проблемы науки и образования*. 2018; 4: 243. [Belenky I.G., Mayorov B.A., Kochish A.Yu., Usenov M.B. Modern views on the surgical treatment of patients with pylon fractures. *Modern problems of science and education*. 2018; 4: 243. In Russian].

5. 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. [Slastin V.V., Klyukvin I.Yu., Filippov O.P., Bogolyubsky Yu.A. Intra-articular fractures of the distal tibia: evolution of views on surgical treatment. Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care". 2015; (3): 23–29. In Russian].
6. Хоминец В.В., Михайлов С.В., Шаповалов В.М. Переломы дистального отдела костей голени (механизм, диагностика, принципы консервативного и оперативного лечения), 2-е изд. СПб.: Синтез Бук; 2016. с. 168. [Khomintets V.V., Mikhailov S.V., Shapovalov V.M. Fractures of the distal leg bones (mechanism, diagnosis, principles of conservative and surgical treatment), 2nd ed. Saint-Petersburg: Synthesis Beech; 2016. p. 168. In Russian].
7. Luo H., Chen L., Liu K., Peng S., Zhang J., Yi Y. Minimally invasive treatment of tibial pilon fractures through arthroscopy and external fixator-assisted reduction. Springerplus 2016; 5(1):1923.
8. Minator Sajjadi M.; Ebrahimpour A.; Okhovatpour M.A.; Karimi A.; Zandi R.; Sharifzadeh A. The Outcomes of Pilon Fracture Treatment: Primary Open Reduction and Internal Fixation Versus Two-stage. Arch Bone Jt Surg 2018; 6(5): 412–419.
9. Assal M., Ray A., Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures. J Orthop Trauma. 2015; 29 (2): 69–79. doi: 10.1097/BOT.0000000000000218.
10. Jia S.H., Huang C.L., Xu H.M., Gong S.L. Surgical treatment for posterior pilon fracture through posterolateral approach. Zhongguo Gu Shang. 2016; 29(6): 557–60.
11. Bonato L.J., Edwards E.R., Gosling C.M., Hau R., Hofstee D.J., Shuen A. et al. Patient reported health related quality of life early outcomes at 12 months after surgically managed tibial plafond fracture. Injury. 2017; 48 (4): 946–953. doi: 10.1016/j.injury.2016.11.012.
12. Ho B., Ketz J. Primary arthrodesis for tibial pilon fractures. Foot Ankle Clin. 2017; 22(1):147–161. doi: 10.1016/j.fcl.2016.09.010.
13. Васюк В.Л., Коваль О.А. Закрытый малоинвазивный остеосинтез эпиметафизарных переломов дистального отдела костей голени. Травма. 2018; 5 (19): 106–117. [Vasyuk V.L., Koval O.A. Closed minimally invasive osteosynthesis of epimetaphyseal fractures of the distal leg bones. Injury. 2018; 5(19): 106–117. In Russian].
14. Львов С.Е., Али Д., Артемьев А.А., Писарев В.В., Васин И.В. Алгоритм остеосинтеза оскольчатых переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости. Гений ортопедии. 2011;(3):12–16. [Lvov S.E., Ali D., Artemiyev A.A., Pisarev V.V., Vasin I.V. Algorithm of osteosynthesis of intraarticular comminuted fractures of distal tibial meta-epiphysis. Genij ortopedii. 2011;(3):12–16. In Russian].
15. Якимов Л. А., Слияков Л. Ю., Кашеев А. А., Симонян А. Г., Наниев С. О. Современное состояние проблемы лечения пострадавших с тяжелыми внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости (Обзор литературы). Кафедра травматологии и ортопедии. 2017; 3(29); 74–81. [Yakimov L.A., Slinyakov L.Yu., Kashcheev A.A., Simonyan A.G., Naniev S.O. Current state of the problem of treatment of patients with severe intraarticular fractures of the distal metaepiphysis of the tibia (Literature review). Department of Traumatology and Orthopedics. 2017; 3 (29); 74–81. In Russian].
16. Tang X., Liu L., Tu C.Q., Li J., Li Q., Pei F.X. Comparison of early and delayed open reduction and internal fixation for treating closed tibial pilon fractures. Foot Ankle Int. 2014; 35(7): 657–64. doi: 10.1177/1071100714534214.
17. Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Печкуров А.Л., Федотов А.О., Наниев С.О. Сравнительный анализ результатов лечения пострадавших с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости типов В и С. Травматология и ортопедия России. 2017; 3(23): 69–79. [Khomintets V.V., Kudyashev A.L., Pechkurov A.L., Fedotov A.O., Naniev S.O. Comparative analysis of the results of treatment of patients with fractures of the distal metaepiphysis of the tibia type B and C. Traumatology and orthopedics of Russia. 2017; 3 (23): 69–79. In Russian].
18. McCann P.A., Jackson M., Mitchell S.T., Atkins R.M. Complications of definitive open reduction and internal fixation of pilon fractures of the distal tibia. Int. Orthop. 2011; 35(3): 413–8. doi: 10.1007/s00264-010-1005-9.
19. Куменов С.М., Волокитина Е.А., Помогаева Е.В., Антониади Ю.В., Двухэтапный метод лечения внутрисуставных переломов дистального отдела костей голени. Гений ортопедии. 2016; 3: 21–26. [Kutepov S.M., Volokitina E.A., Pomogaeva E.V., Antoniadu Yu.V., Two-stage method of treatment of intraarticular fractures of the distal leg bones. The genius of orthopedics. 2016; 3: 21–26. In Russian].
20. Rüedi T.P. Fractures of the lower end of the tibia into the ankle joint results: 9 years after open reduction. J Injury. 1973; 5(2):130–4.
21. Balioglu M.B., Akman Y.E., Bahar H., Albayrak A. Treatment of malreduced pilon fracture: A case report and result in the long-term follow-up. Int J Surg Case Rep. 2016; 19: 82–6. doi: 10.1016/j.ijscr.2015.12.024.
22. Hasenboehler E., Rikli D., Babst R. Locking compression plate with minimally invasive plate osteosynthesis in diaphyseal and distal tibial fracture: A retrospective study of 32 patients. Injury. 2007; 38(3): 365–70.
23. Paluvadi S.V., Lal H., Mittal D., Vidyarthi K. Management of fractures of the distal third tibia by minimally invasive plate osteosynthesis — A prospective series of 50 patients. J Clin Orthop Trauma. 2014; 5(3): 129–36. doi: 10.1016/j.jcot.2014.07.010.
24. Wang Z., Qu W., Liu T., Zhou Z., Zhao Z., Wang D., Cheng L. A two-stage protocol with vacuum sealing drainage for the treatment of type C pilon fractures. J Foot Ankle Surg. 2016; 55(5): 1117–20.
25. Duckworth A.D., Jefferies J.G., Clement N.D., White T.O.. Type C tibial pilon fractures. Short- and long-term outcome following operative intervention. Bone Joint J. 2016; 98-B(8):1106–11.
26. White T.O., Guy P., Cooke C.J., Kennedy S.A., Droll K.P., Blachut P.A. et al. The results of early primary open reduction and internal fixation for treatment of OTA 43.C-type tibial pilon fractures: a cohort study. J. Orthop. Trauma. 2010; 24 (12): 757–63. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181d04bc0.
27. Сысенко Ю.М., Смелышев К.Н.. Возможности чрескостного остеосинтеза при лечении больных с внутрисуставными переломами дистального эпиметафиза большеберцовой кости. Гений ортопедии. 2003; 2: 51–53. [Sysenko Yu.M., Smelyshev K.N. Possibilities of transosseous osteosynthesis in the treatment of patients with intraarticular fractures of the distal tibia epimetaphysis. The genius of orthopedics. 2003; 2: 51–53. In Russian].
28. Viberg B., Kleven S., Hamborg-Petersen E., Skov O. Complications and functional outcome after fixation of distal tibia fractures with locking plate — A multicentre study. Injury. 2016; 47(7):1514–8. doi: 10.1016/j.injury.2016.04.025.
29. Dai C.H., Sun J., Chen K. Q., Zhang H.B. Omnidirectional internal fixation by double approaches for treating Rüedi-Allgöwer type III pilon fractures. J. Foot Ankle Surg. 2017; 56 (4): 756–761. doi: 10.1053/j.jfas.2017.02.012.
30. Артемьев А.А., Загородний Н.В., Ивашкин А.Н., Абакиров М.Д., Плетнев В.В. Внешний остеосинтез по Илизарову как метод окончательной фиксации сложных переломов голеностопного сустава. Клиническая практика. 2015; 1(21): 10–16. [Artemyev A.A., Zagorodni N.V., Ivashkin A.N., Abakirov M.D., Pletnev V.V. External osteosynthesis according to Ilizarov as a method of final fixation of complex fractures of the ankle joint. Clinical practice. 2015; 1 (21): 10–16. In Russian].
31. Зырянов С.Я., Пантелеев В.А., Торопов Е.В. и др. Чрескостный остеосинтез при пилон-переломе. Биомедицинский журн. Medline.ru. 2005; 6: 121–122. [Zyryanov S.Ya. et al. Transosseous osteosynthesis in a pilon fracture. Biomedical journal. Medline.ru. 2005; 6: 121–122. In Russian].

32. Кутепов С.М., Волокитина Е.А., Гилев М.В., Антониади Ю.В., Помогаева Е.В. Аугментация костных дефектов дистального отдела большеберцовой кости синтетическим b-трикальций фосфатом и ксенопластическим материалом «Остеоматрикс» при хирургическом лечении внутрисуставных импрессионных переломов. *Гений ортопедии*. 2016; 3: 14–20. [Kutepov S.M., Volokitina E.A., Gilev M.V., Antoniadu Yu.V., Pomogaeva E.V. Augmentation of bone defects in the distal tibia with synthetic b-tricalcium phosphate and Osteomatrix xenoplastic material in the surgical treatment of intraarticular impression fractures. *The genius of orthopedics*. 2016; 3: 14–20. In Russian].
33. Borges V.Q., Moraes L.V.M., Ferraz G.F., Stefani K.C. AO type 43C tibial fractures: what factors influence functional outcomes? *Sci J Foot Ankle*. 2018; 12(3): 233–39. doi: 10.30795/scijfootankle.2018.v12.817
34. Carbonell-Escobar R., Rubio-Suarez J.C., Ibarzabal-Gil A., Rodriguez-Merchan E.C. Analysis of the variables affecting outcome in fractures of the tibial pilon treated by open reduction and internal fixation. *J. Clin Orthop Trauma*. 2017; 8(4): 332–338. doi: 10.1016/j.jcot.2017.05.014.
35. Martín O.F., Acosta P.Z., Castrillo A.V., Martín Ferrero M. A., De la Red Gallego M.A. Tibial pilon fractures. *J S M Foot Ankle*. 2016; 1(1): 1001.
36. Chan R., Taylor B.C., Gentile J. Optimal management of high-energy pilon fractures. *Orthopedics*. 2015; 38 (8):e708–14.
37. Tarkin I.S., Clare M.P., Marcantonio A., Pape H.C. An update on the management of high-energy pilon fractures. *Injury*. 2008; 39(2):142–54.
38. Kulkarni G.S. *Textbook of Orthopedics and Trauma (4 Vols Set)*, 2nd ed. London: Jaypee Brothers Medical Pub; 2009. p. 1090.
39. Leonard M., Magill P., Khayyat G. Minimally-invasive treatment of high velocity intra-articular fractures of the distal tibia. *Int. Orthop*. 2009; 33(4): 1149–53.
40. Bear J., Rollick N., Helfet D. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018; 11(4): 537–545. doi: 10.1007/s12178-018-9519-7.
41. Imren Y., Desteli E.E., Erdil M., Ceylan H.H., Tuncay I., Sen C. Mid-Term results of minimally invasive plate osteosynthesis and circular external fixation in the treatment of complex distal tibia fractures. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2017; 107(1): 3–10.
42. Meng Y.C., Zhou X.H. External fixation versus open reduction and internal fixation for tibial pilon fractures: A meta-analysis based on observational studies. *Chinese Journal of Traumatology*. 2016; 19(5): 278–282.