







Evaluation of Outcomes and Complications of Tibial Pilon Fractures Treatment in Six-Month Follow-Up

Kouros Ghamsari (M.D)¹ , Seyyed Ramin Etamadi (M.D)² , Saeed Kokly (M.D)³   

¹ Residency in Orthopedics, Department of Orthopedics, 5th Azar Medical Education Center, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. ² Assistant Professor, Department of Orthopedics, 5th Azar Medical Education Center, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. ³ Assistant Professor, Joint, Bone, Connective Tissue Rheumatology Research Center (JBCRC), 5th Azar Hospital, Department of Orthopaedic, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

Research Article

Abstract

Background and Objective: Various surgical techniques, including Open Reduction and Internal Fixation (ORIF), Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO), and External Fixation (EF), have been proposed for the tibial pilon fractures treatment. However, limited comparative data exist regarding the outcomes of these three methods. Despite advancements in surgical procedures, the outcomes have not consistently been excellent, and patients often experience numerous complications. This study aimed to evaluate the outcomes and complications of the tibial pilon fractures treatment in a six-month follow-up.

Methods: This descriptive-analytical prospective cohort study was conducted on 22 patients (18 men and 4 women; mean age=39.4±10.8 years) who presented with tibial pilon fractures at the Fifth Azar Educational-Therapeutic Center in Gorgan, Iran, from April 2020 to March 2022. All 22 eligible patients agreed to participate. Following the necessary treatment determined by the attending physician, patients were examined after six months, and their outcomes were evaluated using the American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle score.

Results: The majority of fractures (54.5%) were of closed type. The surgical procedures performed included two-stage EF (40.9%), ORIF (31.8%), expert nailing (13.6%), and MIPO (13.6%), respectively. A total of 72.7% of patients experienced early or late postoperative complications. The most common postoperative complications were osteoarthritis and wound dehiscence, occurring at a rate of 18.2% each. The mean AOFAS score for patients was 82.3±11.2. AOFAS scores were classified as excellent in 4 patients (18.18%), good in 12 patients (54.55%), moderate in 4 patients (18.18%), and poor in 2 patients (9.09%). A statistically significant inverse correlation was observed between the mean surgical time and the AOFAS score ($r=-0.661$, $P=0.001$). Furthermore, a statistically significant direct correlation was found between the mean surgical time and the mean length of hospital stay ($r=0.571$, $P=0.006$). Surgical time for patients undergoing MIPO (68.3±7.6 minutes) was significantly shorter than that of the other three methods ($P<0.05$). For open fractures, the frequency of ORIF was significantly higher than that of other procedures ($P<0.05$). Osteoarthritis was observed as a treatment complication in both expert nailing and two-stage EF interventions. In contrast, non-union and wound dehiscence complications were exclusively observed following ORIF. Superficial infection and mal-union were only observed after two-stage EF, and all instances of deep infection occurred with MIPO.

Conclusion: Two-stage EF and ORIF were the most common surgical techniques employed for patients with tibial pilon fractures. Worse postoperative complications, including non-union and wound dehiscence, commonly occurred in ORIF procedures. However, there was no statistically significant difference in patient-reported outcomes based on the AOFAS self-report questionnaire among the various surgical techniques.

Keywords: Orthopedics, Tibial Fractures, External Fixators, Internal Fracture Fixation

*Corresponding Author: Saeed Kokly (M.D), E-mail: skokly@gmail.com



Received 8 May 2024 Received in revised form 2 Jun 2024 Accepted 5 Jun 2024 Available Online 3 Jul 2025

Cite this article as: Kharkan Ghamsari K, Etamadi SR, Kokly S. [Evaluation of Outcomes and Complications of Tibial Pilon Fractures Treatment in Six-Month Follow-Up]. J Gorgan Univ Med Sci. 2025; 27(2): 33-41. [Article in Persian]





Introduction

Distal tibial horizontal plane fractures are high-energy ankle joint injuries, commonly referred to as pilon or tibial plafond fractures. These fractures involve the weight-bearing articular surface and the adjacent metaphysis. Tibial pilon fractures are uncommon orthopedic injuries, accounting for 1-10% of all lower extremity fractures. These fractures are frequently accompanied by a comminuted fracture pattern and severe soft tissue damage, with bone extrusion from the surrounding soft tissue and skin occurring in approximately 10-30% of cases. The traditional approach, initially described by Ruedi and Allgöwer, involves extensive soft tissue dissection to access the tibia. This method is associated with significant rates of infection and wound dehiscence. Several surgical techniques and staged protocols have thus been proposed for treatment, including Open Reduction and Internal Fixation (ORIF), Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO), and External Fixation (EF). These are often performed alongside internal fixation procedures. There are limited data regarding the three aforementioned methods. MIPO is an alternative that facilitates indirect reduction and stable fixation with minimal soft tissue complications. However, EF appears to be primarily indicated for extra-articular fractures (43A) and a limited number of undisplaced articular fractures (43B1-C1) or cases with restricted soft tissue involvement. While EF can be highly beneficial as a temporary measure for soft tissue correction, its use as a definitive treatment may lead to complications, such as malunion, pin-track infection, and ankle stiffness. On the other hand, ORIF has been associated with wound problems, high infection rates, and osteomyelitis in various reports. While this method has shown favorable outcomes in less severe and low-stress fractures, its efficacy in damages stemming from high-stress injuries has not been well-reported. The most common surgical approaches for treating Type C fractures generally involve EF, often combined with Limited Internal Fixations (LIF) and ORIF. While EF combined with LIF (EFLIF) causes reduced blood loss and soft tissue preservation, it can lead to poor articular surface repair, a high incidence of post-traumatic arthritis, prolonged hospital stays, and an increased risk of infection. For these reasons, some surgeons prefer to perform primary ORIF, which is associated with good outcomes, particularly in mild fractures. However, when there is severe soft tissue damage, patients often require prolonged hospitalization due to delayed wound healing and the risk of superficial or deep infections. Despite advancements in surgical techniques, outcomes are not always optimal, and unfortunately, many patients experience complications. None of the current methods appear to offer a definitive advantage for managing soft tissue injuries and various fracture patterns. This is because pain, stiffness, and weakness often persist for extended periods, sometimes becoming permanent. Even after successful treatment of these injuries, postoperative

complications, such as infection, wound dehiscence, non-union, malunion, and osteoarthritis, are difficult to manage without the correct technique. It is acknowledged that more information is needed regarding the management and outcomes of these complex injuries, making the selection of an appropriate treatment controversial. This study was therefore conducted to evaluate the outcomes and complications of the tibial pilon fractures treatment in a six-month follow-up period.

Methods

This descriptive analytical prospective cohort study was conducted on 22 patients (18 males and 4 females; mean age = 39.4 ± 10.8 years), all of whom presented with tibial pilon fractures at the Fifth Azar Educational-Therapeutic Center in Gorgan, Iran.

Following the completion of treatment according to the established protocol, patients were evaluated based on a demographic and clinical checklist and the American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle score questionnaire. The AOFAS questionnaire scores and subscales were categorized into four outcomes: Excellent (greater than 90), good (80-90), moderate (70-80), and poor (less than 70).

Patients were evaluated at a six-month follow-up visit post-surgery for further assessment and completed the AOFAS questionnaire. Test-retest reliability for the subjective subscales was measured using intraclass correlation coefficient (ICC), yielding a value of 0.853. The reliability of the target subscale test was assessed using Kappa statistics, which indicated acceptable values. Moreover, floor and ceiling effects were calculated at 1.9% and 7.5%, respectively. Data collection occurred at pre-defined time points following the visits and questionnaire completion. The diagnosis of osteoarthritis was based on the Kellgren and Lawrence (K&L) classification system.

Results

Fractures were of closed type in 12 patients (54.5%) and of open type in 10 patients (45.5%). The mean surgical time was determined to be 110.0 ± 28.0 minutes, and the mean length of hospital stay was 7.5 ± 3.3 days.

Two-stage EF was the most frequently performed procedure, accounting for 40.9% of cases. In the initial stage, an external fixator was applied for approximately two weeks to allow for partial healing. Subsequently, the fixator was removed and replaced with plate and screw fixation. The most common postoperative complications were osteoarthritis and wound dehiscence, each occurring in 18.2% of patients.

The AOFAS score was determined to be excellent in 4 patients (18.18%), good in 12 patients (54.55%), moderate in 4 patients (18.18%), and poor in 2 patients (9.09%).

There was a significant inverse correlation between the mean surgical time and the AOFAS score ($r = -0.661$, $P = 0.001$). Additionally, a significant direct correlation



was found between the mean surgical time and the mean length of hospital stay ($r = 0.571$, $P = 0.006$).

A total of four surgical procedures were performed on the studied patients: ORIF, expert nailing, two-stage EF, and MIPO.

Surgical time differed significantly based on the type of surgical procedure ($P = 0.015$). Pairwise comparisons revealed that MIPO procedures had significantly shorter surgical times compared to all three other procedures, i.e., ORIF ($P = 0.002$, 95% CI: 24.9-91.2), expert nailing ($P = 0.038$, 95% CI: 2.5-80.8), and two-stage EF ($P = 0.012$, 95% CI: 10.8-74.7). Moreover, the type of surgical procedure varied depending on the fracture type so that the frequency of ORIF was significantly higher for open fractures compared to other procedures ($P = 0.026$). No statistically significant differences were observed among age, length of hospital stay, and the AOFAS score based on the type of surgery. Correlation analysis between variables, categorized by the type of surgical procedure, revealed a significant positive correlation between patient age and length of hospital stay in the ORIF surgical group ($r = 0.899$, $P = 0.006$). In the two-stage EF surgical procedure, a significant positive correlation was found between patient age and the AOFAS score ($r = 0.878$, $P = 0.012$). Furthermore, a significant inverse correlation was identified between patient age and surgical duration ($r = -0.772$, $P = 0.014$).

In our study, the highest AOFAS scores were observed for MIPO, ORIF, and two-stage EF procedures, respectively. Overall, 72.7% of patients in our study experienced complications.

Conclusion

The present study reveals that two-stage procedures, involving EF application followed by plate and screw fixation, were the most frequently performed interventions among patients. The most common postoperative complications observed were osteoarthritis and wound dehiscence. The MIPO technique exhibited the shortest surgical time. Regarding treatment complications based on the type of intervention, osteoarthritis was observed in both the expert nailing and two-stage EF interventions. In contrast, complications

like non-union and wound dehiscence were exclusively noted in ORIF procedures. Superficial infections and malunions were only observed in the two-stage EF procedure, while all cases of deep infection were observed in the MIPO technique.

Our study revealed a significant direct correlation between patient age and length of hospital stay in the ORIF surgery. Similarly, in two-stage EF surgery, there was a significant direct correlation between patient age and the AOFAS score, and a significant inverse correlation was observed between patient age and surgical duration.

The overall complications for ORIF and two-stage EF procedures were similar in this study. However, ORIF was associated with a higher risk of non-union and wound dehiscence. Conversely, major complications in the two-stage EF method primarily included superficial infection, osteoarthritis, and malunion.

Ethical Statement

This study received approval from the Research Ethics Committee at Golestan University of Medical Sciences (IR.GOUMS.REC.1400.378). Written informed consent was obtained from all patients prior to their participation in the study, and they subsequently underwent standard surgical treatment.

Funding

This article has been extracted from the doctoral dissertation of Dr. Kouros Kharkan Ghamsari in Orthopedics. This study received no institutional funding.

Authors' Contributions

Kouros Kharkan Ghamsari, Seyyed Ramin Etemadi, and Saeed Kokly: Project administration and design, project execution, data collection, data analysis, interpretation of the results, drafting of the initial manuscript, and approval of the final manuscript.

Conflicts of Interest

No conflicts of interest.

Acknowledgments

We would like to thank the patients who participated in this study.

Two-stage External Fixation and Reduction and Internal Fixation surgeries were identified as the most prevalent surgical techniques for tibial pilon fractures. Worse surgical complications, including non-union and wound dehiscence, were frequently observed in ORIF procedures; superficial infections were the most common complication in two-stage EF; and osteoarthritis occurred with equal frequency in both expert nailing and two-stage EF.



تحقیقی

ارزیابی نتایج و عوارض درمان شکستگی های پیلون استخوان تی بیا در پیگیری شش ماهه

دکتر کوروش خارکن قمصری^۱، دکتر سیدرامین اعتمادی^۲، دکتر سعید کوکلی^{۳*}

۱ دستیار تخصصی ارتوپدی، گروه ارتوپدی، مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. ۲ استادیار، گروه ارتوپدی، مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. ۳ استادیار، مرکز تحقیقات استخوان، مفاصل و بافت همبند، مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر، گروه ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: برای شکستگی های پیلون تی بیا (Tibial pilon fractures) چندین تکنیک جراحی مانند *ORIF*، *MIPO* و *EF* پیشنهاد شده است. داده های مقایسه ای کمی در مورد سه روش فوق در دسترس است. با وجود پیشرفت در مراحل جراحی، نتایج همیشه عالی نبوده و بیماران دچار عوارض بسیاری می شوند. این مطالعه برای ارزیابی نتایج و عوارض درمان شکستگی های پیلون استخوان تی بیا در پیگیری شش ماهه انجام شد. روش بررسی: این مطالعه توصیفی تحلیلی کوهورت آینده نگر روی ۲۲ بیمار (۱۸ مرد و ۴ زن) با میانگین سنی 39.4 ± 10.8 سال دارای شکستگی های پیلون تی بیا در مرکز آموزشی درمانی پنجم آذر گرگان از فروردین سال ۱۳۹۹ لغایت اسفند سال ۱۴۰۰ انجام شد. در مجموع ۲۲ بیمار واجد شرایط شرکت در مطالعه، حاضر به شرکت در مطالعه شدند. پس از انجام درمان لازم بر مبنای نظر پزشک معالج، بیماران پس از شش ماه معاینه و نتایج آزمون *AOFAS* (American Orthopedic Foot and Ankle Society ankle score) ارزیابی گردید.

یافته ها: اکثر موارد شکستگی (۵۴/۵ درصد) از نوع بسته بود. انواع جراحی انجام شده به ترتیب شامل اکسترنال فیکساسیون دو مرحله (۴۰/۹ درصد)، *ORIF* (۳۱/۸ درصد)، نیل اکسپرت (۱۳/۶ درصد) و *MIPO* (۱۳/۶ درصد) بودند. ۷۲/۷ درصد از بیماران دچار عارضه زودرس یا دیررس پس از عمل شدند. بیشترین عارضه پس از عمل شامل استئوآرتریت و *wound dehiscence* هر کدام به میزان ۱۸/۲ درصد تعیین شد. متوسط نمره *AOFAS* بیماران 11.2 ± 8.2 بدست آمد. نمره *AOFAS* در ۴ بیمار عالی (۱۸/۱۸ درصد)، ۱۲ بیمار خوب (۵۴/۵۵ درصد)، ۴ بیمار متوسط (۱۸/۱۸ درصد) و ۲ بیمار ضعیف (۹/۰۹ درصد) طبقه بندی شد. میان مدت زمان جراحی با نمره *AOFAS* همبستگی معکوس و معنی دار آماری نشان داد ($P=0.001$ ، $r=-0.661$). همچنین میان مدت زمان جراحی با مدت زمان بستری بیماران همبستگی مستقیم و معنی دار آماری نشان داد ($P=0.006$ ، $r=0.571$). زمان عمل بیماران به روش *MIPO* (6.7 ± 7.6 دقیقه) به طور معنی داری از سه روش دیگر کمتر تعیین شد ($P<0.05$). برای شکستگی های باز فراوانی انجام عمل *ORIF* به طور معنی داری بالاتر از سایر عمل ها بود ($P<0.05$). استئوآرتریت به عنوان عوارض درمان در دو مداخله نیل اکسپرت و *EF* دو مرحله ای مشاهده شد. این در حالی است که *non-union* و *wound dehiscence* تنها در عمل *ORIF* مشاهده شد. عفونت سطحی و *Mal-union* تنها در عمل *EF* دو مرحله ای مشاهده شدند و تمام موارد عفونت عمقی نیز در عمل *MIPO* مشاهده گردید.

نتیجه گیری: تکنیک های اکسترنال فیکساسیون دو مرحله ای و *ORIF* متداول ترین روش های انجام عمل برای بیماران با شکستگی پیلون تی بیا بودند. عوارض بدتر عمل شامل جوش نخوردن و *wound dehiscence* به طور شایع در عمل های *ORIF* رخ داده بود. با این حال بین وضعیت درمان بیماران از نظر پرسشنامه خوداظهاری *AOFAS* اختلاف آماری معنی داری میان انواع تکنیک های جراحی وجود نداشت.

واژه های کلیدی: جراحی ارتوپدی، شکستگی های تی بیا، فیکساسیون خارجی، جاناندازی باز تثبیت داخلی

* نویسنده مسؤول: دکتر سعید کوکلی، پست الکترونیکی: skokly@gmail.com

نشانی: گرگان، مرکز آموزشی درمانی پنجم آذر، بخش ارتوپدی، تلفن ۰۱۷-۳۳۳۴۴۱۹۸

وصول ۱۴۰۳/۲/۱۹ اصلاح نهایی ۱۴۰۳/۳/۱۳ پذیرش ۱۴۰۳/۳/۱۶ انتشار ۱۴۰۴/۴/۱۲

مقدمه

تی بیا (Tibial pilon fractures) یک آسیب ارتوپدی ناشایع است که ۱۰-۱ درصد شکستگی های اندام تحتانی را شامل می شود.^{۱،۲} این شکستگی ها غالباً با الگوی Comminuted fracture و آسیب شدید بافت نرم همراه با خارج شدن استخوان از پوشش بافت نرم و پوست اطراف آن در حدود ۳۰-۱۰ درصد از موارد همراه است.^۳ مطالعات

شکستگی سطح افقی دیستال استخوان تی بیا شامل آسیب های مفصل مچ پا با انرژی زیاد است که معمولاً به عنوان شکستگی های Pilon یا Tifial plafond توصیف می شود که شامل سطح مفصلی تحمل کننده وزن و متافیزیس مجاور است.^{۱-۳} شکستگی های پیلون

دوره بعد از عمل مانند عفونت، non-union، wound dehiscence، malunion و osteoarthritis بدون تکنیک صحیح دشوار است.^۴ اذعان شده است که اطلاعات بیشتری در مورد مدیریت و نتیجه این آسیب‌های پیچیده مورد نیاز است.^{۱۱} بنابراین، انتخاب یک درمان مناسب بحث برانگیز است.^۹ این مطالعه به منظور ارزیابی نتایج و عوارض درمان شکستگی‌های پیلون استخوان تی‌بیا در پیگیری شش‌ماهه انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی تحلیلی کوهورت آینده‌نگر روی ۲۲ بیمار (۱۸ مرد و ۴ زن) با میانگین سنی $39/4 \pm 10/8$ سال دارای شکستگی‌های پیلون تی‌بیا در مرکز آموزشی درمانی پنجم آذر گرگان از فروردین سال ۱۳۹۹ لغایت اسفند سال ۱۴۰۰ انجام شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل سن بالاتر از ۱۸ سال و وجود رادیوگرافی مثبتی بر شکستگی پیلون دیستال تیبیال بودند. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل وجود بیماری‌های مدیکال زمینه‌ای مخدوش کننده مانند راشیتیس بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل عدم مراجعه بیماران برای پیگیری‌های بعدی و عدم رضایت بیمار برای ادامه شرکت در مطالعه بودند.

در مجموع ۲۲ بیمار واجد شرایط شرکت در مطالعه، حاضر به شرکت در مطالعه شدند. به دلیل کم بودن حجم نمونه، نمونه‌گیری به صورت متوالی و در دسترس از تمامی مراجعین با شکستگی‌های پیلون تی‌بیا پس از کسب رضایت آگاهانه انجام پذیرفت.

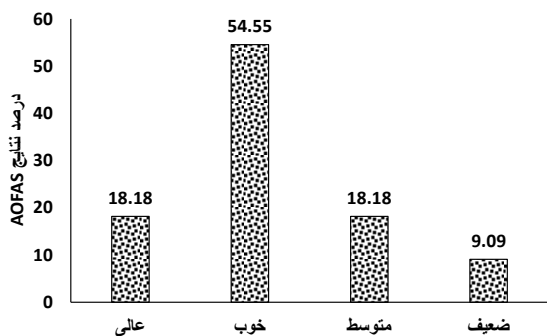
چک لیست از پیش تنظیم شده شامل اطلاعاتی پیرامون بیمار از جمله سن، جنس، نوع جراحی، مدت زمان جراحی، مدت زمان بستری در بیمارستان، و تعداد دفعات جراحی بود که برای بیماران تکمیل گردید.

بیماران پس از انجام درمان طبق پروتکل، براساس چک لیست دموگرافیک و بالینی و پرسشنامه AOFAS (American Orthopedic Foot and Ankle Society ankle score) تحت بررسی قرار گرفتند. تعیین امتیاز پرسشنامه AOFAS و زیرمقیاس‌ها در چهار دسته عالی (بیش از ۹۰)، خوب (۸۰-۹۰)، متوسط (۷۰-۸۰) و ضعیف (کمتر از ۷۰) دسته‌بندی شدند.^{۱۵}

بیماران شش‌ماه پس از انجام جراحی به منظور ارزیابی بیشتر تحت ویزیت قرار گرفتند و سپس اقدام به تکمیل پرسشنامه AOFAS نمودند. ضریب آلفای کرونباخ برای پرسشنامه AOFAS ۰/۶۹۶ تعیین شده که قابل قبول در نظر گرفته شده است. علاوه بر این، پایایی بازآزمایی با استفاده از ICC برای خرده مقیاس‌های ذهنی ۰/۸۵۳ اندازه‌گیری شده است. پایایی آزمون خرده مقیاس‌های هدف با استفاده از کاپا محاسبه شده که مقادیر قابل قبولی را نشان داده است. همچنین اثرات کف و سقف به ترتیب ۱/۹ درصد و ۷/۵ درصد محاسبه شده است.^{۱۵} پس از انجام ویزیت‌ها و تکمیل

متعددی با تمرکز بر روی روش‌های درمان شکستگی استخوان تیبیال دیستال منتشر شده است.^۶ رویکرد سنتی که شامل یک تشریح گسترده بافت نرم برای دستیابی به tibia است؛ در ابتدا توسط Ruedi و Allgower توصیف شد که با میزان قابل توجهی از عفونت و wound dehiscence همراه است.^{۸،۷} از این رو چندین تکنیک جراحی و پروتکل مرحله‌ای برای درمان پیشنهاد شده است که از جمله آنها می‌توان به (Open reduction internal fixation) ORIF، (Osteosynthesis minimally invasive plate) MIPO و (External fixation) اشاره کرد که غالباً با روند فیکساسیون داخلی انجام می‌شوند.^{۱۰،۹،۷} داده‌های کمی در مورد سه روش فوق در دسترس است.^۹ MIPO جایگزینی است که باعث reduction غیرمستقیم و ثابت‌سازی پایدار با حداقل عارضه بافت نرم می‌شود. با این حال، به نظر می‌رسد که عمدتاً برای درمان extraarticular fractures (43A) و تنها چند شکستگی مفصلی (43B1-C1) undisplaced یا مواردی از ضایعات بافت نرم محدود شده باشد. EF می‌تواند به عنوان یک گزینه موقت برای اصلاح بافت نرم بسیار مفید باشد؛ اما به عنوان یک درمان قطعی ممکن است منجر به malunion، عفونت pin-track و سفتی مچ پا شود.^۷ از طرفی جراحی ORIF طی گزارشات با wound problems، میزان بالای عفونت و osteomyelitis همراه بوده است.^{۱۱} این روش در شکستگی‌های کمتر شدید و low stress fractures نتایج خوبی به همراه داشته؛ اما در صدمات ناشی از high-stress injuries خوب گزارش نشده است.^{۱۲} به‌طور کلی متداول‌ترین روش‌های جراحی برای درمان شکستگی‌های نوع C، فیکساتورهای خارجی (EF) است که معمولاً با Limited internal fixations و ORIF همراه است. EFLIF (The external fixations combined with limited internal fixations) باعث کاهش از دست رفتن خون و محافظت از بافت نرم شده؛ اما منجر به ترمیم ضعیف سطح مفصلی و میزان بالای آرتروز پس از تروما و اقامت طولانی مدت در بیمارستان و افزایش خطر ابتلا به عفونت می‌شوند.^{۹،۱۰} به همین دلیل، برخی از جراحان ترجیح می‌دهند ORIF اولیه انجام دهند که با نتایج خوبی به‌خصوص در شکستگی‌های خفیف همراه است؛ اما هنگامی که بافت نرم به شدت آسیب دیده باشد؛ به دلیل تأخیر در بهبود زخم و عفونت سطحی یا عمیق، بیمار بایستی به مدت طولانی در بیمارستان بستری شود.^۹ با وجود پیشرفت در مراحل جراحی، نتایج همیشه عالی نبوده و متأسفانه بسیاری از بیماران درگیر عوارض می‌شوند.^{۱۳،۹} به‌نظر نمی‌رسد که هیچ‌یک از این روش‌ها برتری مناسبی برای مدیریت صدمات بافت نرم و الگوهای مختلف شکستگی داشته باشند. زیرا درد، سفتی و ضعف برای مدت‌ها پابرجا بوده و گاهی اوقات دائمی می‌شود.^۷ حتی پس از درمان موفقیت‌آمیز این جراحات، عوارض در

بود. مقایسه مشخصات دموگرافیک، بالینی و نمرات AOFAS بیماران براساس نوع عمل و مقایسه انواع عوارض پس از مداخله براساس نوع عمل در جدول‌های ۳ و ۴ آورده شده است.



نمودار ۱: درصد نتایج AOFAS در مراجعین با شکستگی‌های پیلون تیبا در مرکز آموزشی درمانی پنجم آذر گرگان طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰

جدول ۲: امتیاز AOFAS و زیر مقیاس‌های آن در مراجعین با شکستگی‌های پیلون تیبا در مرکز آموزشی درمانی پنجم آذر گرگان طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰

متغیرها	میانگین و انحراف معیار	کمینه	بیشینه
مقیاس درد	۳۴/۵±۶/۷	۲۰	۴۰
مقیاس عملکرد	۳۸/۴±۶/۳	۲۷	۴۷
مقیاس لاینمنت	۹/۳±۰/۹۸	۸	۱۰
نمره کلی پرسشنامه AOFAS	۸۲/۳±۱۱/۲	۵۵	۹۷

زمان عمل بیماران براساس نوع عمل آنها تفاوت آماری معنی داری داشت ($P=0/015$). در مقایسه دو به دوی عمل‌ها، زمان جراحی MIPO به‌طور معنی داری از هر سه جراحی ORIF ($P=0/002$)، نیل اکسپرت ($P=0/038$)، نیل اکسپرت ($P=0/002$)، EF و دو مرحله‌ای ($P=0/012$)، از سوی دیگر نوع عمل براساس نوع شکستگی نیز متفاوت بود. به‌طوری که برای شکستگی‌های باز فراوانی انجام عمل ORIF به‌طور معنی داری بالاتر از سایر عمل‌ها بود ($P=0/026$). میان سن، مدت بستری پس از عمل و نمره AOFAS بیماران براساس نوع عمل آنها تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد. بررسی همبستگی میان متغیرها براساس نوع جراحی نشان داد که در جراحی ORIF میان سن بیمار و مدت بستری در بیمارستان همبستگی مستقیم معنی دار آماری وجود دارد ($P=0/006$)، همبستگی مستقیم معنی داری نیز میان سن بیمار با نمره AOFAS همبستگی مستقیم معنی داری وجود داشت ($r=0/899$). در عمل جراحی EF دو مرحله‌ای نیز میان سن بیمار با نمره AOFAS همبستگی مستقیم معنی داری وجود داشت ($r=0/878$)، بین سن بیمار با مدت زمان جراحی همبستگی معکوس معنی داری یافت شد ($r=-0/772$)، ($P=0/014$).

بحث

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، بیش از ۸۰ درصد موارد شکستگی‌های پیلون تیبا در مردان رخ داده بود و عمل‌های

پرسشنامه‌ها براساس زمان‌های از پیش تنظیم شده، اطلاعات جمع آوری شدند. معیار تشخیص استئوآرتریت براساس طبقه‌بندی Lawrence و Kellgren بود.^{۱۶}

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-16 و آزمون‌های واریانس یک‌طرفه، کروسکال والیس، مجذور کای و آزمون همبستگی اسپیرمن در سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

تعداد ۸ نفر از بیماران (۳۶/۴ درصد) اعتیاد داشتند. شکستگی در ۱۲ بیمار (۵۴/۵ درصد) از نوع بسته و در ۱۰ بیمار (۴۵/۵ درصد) از نوع باز بود. میانگین زمان جراحی و مدت بستری به ترتیب $110/0 \pm 28/0$ دقیقه و $7/5 \pm 3/3$ روز تعیین شد.

جراحی اکسترنال فیکساسیون دو مرحله (۴۰/۹ درصد) بیشترین عمل انجام شده برای بیماران بود که در مرحله اول حدود ۲ هفته برای بیمار اکسترنال فیکساتور گذاشته شد تا بهبودی نسبی ایجاد شود. سپس اکسترنال فیکساتور از بیمار جدا شده و به‌جای آن پیچ و پلاک بسته شد. فراوان‌ترین عوارض پس از عمل شامل استئوآرتریت و wound dehiscence هر کدام ۱۸/۲ درصد تعیین شدند (جدول یک).

جدول ۱: فراوانی نوع جراحی و عوارض جراحی در مراجعین با شکستگی‌های پیلون تیبا در مرکز آموزشی درمانی پنجم آذر گرگان طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۰

متغیرها	فراوانی (درصد)
ORIF	۷ (۳۱/۸)
نیل اکسپرت	۳ (۱۳/۶)
اکسترنال فیکساسیون دو مرحله ای	۹ (۴۰/۹)
MIPO	۳ (۱۳/۶)
عفونت سطحی	۳ (۱۳/۶)
عفونت عمقی	۲ (۹/۱)
Mal-union	۱ (۴/۵)
non-union	۲ (۹/۱)
عوارض جراحی	۴ (۱۸/۲)
استئوآرتریت	۴ (۱۸/۲)
Wound dehiscence	۴ (۱۸/۲)
بدون عارضه	۶ (۲۷/۳)

تعیین امتیاز پرسشنامه AOFAS و زیر مقیاس‌های آن در جدول ۲ آمده است. فراوانی نمرات AOFAS در نمودار یک آورده شده است. نمره AOFAS در ۴ بیمار عالی (۱۸/۱۸ درصد)، ۱۲ بیمار خوب (۵۴/۵۵ درصد)، ۴ بیمار متوسط (۱۸/۱۸ درصد) و ۲ بیمار ضعیف (۹/۰۹ درصد) تعیین گردید (نمودار یک).

میان مدت زمان جراحی با نمره AOFAS همبستگی معکوس و معنی داری وجود داشت ($r=-0/661$)، ($P=0/001$). همچنین بین میان مدت زمان جراحی با مدت زمان بستری بیماران همبستگی مستقیم و معنی داری یافت شد ($r=0/571$)، ($P=0/006$).

در مجموع چهار جراحی ORIF، نیل اکسپرت، اکسترنال فیکساتور دو مرحله‌ای و MIPO برای بیماران مورد مطالعه انجام شده

جدول ۳: مقایسه میانگین و انحراف معیار سن، زمان جراحی، مدت بستری و نمره AOFAS برحسب نوع عمل جراحی در مراجعین با شکستگی‌های پیلون تی‌بیا در مرکز آموزشی درمانی پنجم آذر گرگان طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۹

P-value	نوع عمل جراحی					متغیرها
	MIPO میانگین و انحراف معیار	EF دو مرحله‌ای میانگین و انحراف معیار	نیل اکسپرت میانگین و انحراف معیار	ORIF میانگین و انحراف معیار		
۰/۰۵۷	۳۷/۳±۲۰/۶	۳۵/۳±۹/۳	۳۵±۱/۷	۴۷/۳±۶/۶		سن (سال)
۰/۰۱۵*	۶۸/۳±۷/۶	۱۱۱/۱±۲۴/۶	۱۱۰±۳۰	۱۲۶/۴±۲۰/۹		زمان جراحی (دقیقه)
۰/۲۱۲	۴/۳±۲/۳	۸±۲/۴	۷/۷±۴/۶	۸/۳±۴/۰		مدت بستری (روز)
۰/۰۶۳	۹۴/۳±۴/۶	۸۰/۹±۱۲/۴	۷۲/۳±۱۵/۰	۸۳/۱±۴/۸		نمره AOFAS

P<۰/۰۵ *

جدول ۴: مقایسه فراوانی جنسیت و نوع شکستگی برحسب نوع عمل جراحی در مراجعین با شکستگی‌های پیلون تی‌بیا در مرکز آموزشی درمانی پنجم آذر گرگان طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۹

P-value	نوع عمل جراحی					متغیرها
	MIPO تعداد (درصد)	EF دو مرحله‌ای تعداد (درصد)	نیل اکسپرت تعداد (درصد)	ORIF تعداد (درصد)		
۰/۶۲۲	۲ (۶۶/۷)	۷ (۷۷/۸)	۳ (۱۰۰)	۶ (۸۵/۵)		مرد
	۱ (۳۳/۳)	۲ (۲۲/۲)	۰ (۰)	۱ (۱۴/۵)		زن
۰/۰۲۶*	۳ (۱۰۰)	۶ (۶۶/۷)	۲ (۶۶/۷)	۱ (۱۴/۳)		بسته
	۰ (۰)	۳ (۳۳/۳)	۱ (۳۳/۳)	۶ (۸۵/۷)		باز

P<۰/۰۵ *

جدول ۵: مقایسه انواع عوارض پس از مداخله بر اساس نوع عمل

Wound dehiscence	عوارض بعد از عمل جراحی				نوع عمل جراحی
	استئوآرتریت	Non union	Mal union	عفونت عمقی	
۴		۲	۱	۲	ORIF
					MIPO
	۲				EF دو مرحله‌ای
	۲				نیل اکسپرت

جراحی ارتباط معکوس معنی‌دار وجود داشت. همچنین Mal-union تنها در EF دو مرحله‌ای اتفاق افتاده بود. در حالی که non-union تنها در ORIF مشاهده شد که از این نظر با یافته‌های مطالعه Li و همکاران^۶ ناهمسو بود. علت این ناهمسوئی احتمالاً به حجم پایین نمونه در مطالعه ما برمی‌گردد. Guo و همکاران در مطالعه خود نشان دادند که بیمارانی که تحت ORIF و اکسترنال فیکساسیون قرار گرفته‌اند؛ از نظر عملکرد باهم تفاوتی ندارند^۱ که در مطالعه ما نیز نشان داده شد.

در مطالعه Minator Sajjadi و همکاران دو نوع عمل ORIF یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای پس از فیکساسیون خارجی از نظر میزان عفونت (عفونت سطحی یا عمیق، استئومیلیت)، non-union، آسیب عصبی عروقی، شدت درد و رضایت بیماران با نمره AOFAS اختلافی با یکدیگر نداشتند و فقط ماندن در بیمارستان در گروه دو مرحله‌ای به طور معنی‌داری بیشتر بود^۹؛ اما در مطالعه ما مدت زمان عمل در جراحی MIPO به‌طور معنی‌داری از انواع نیل اکسپرت، EF دو مرحله‌ای و ORIF پایین‌تر بود. همچنین در جراحی ORIF میان سن بیمار و مدت بستری در بیمارستان ارتباط مستقیم معنی‌داری یافت شد. در مطالعه Biz و همکاران فراوانی استفاده از تکنیک‌های ORIF، MIPO و EF به ترتیب ۶۷ درصد، ۱۸/۹ درصد

دو مرحله‌ای شامل فیکساتور خارجی و پس از آن پیچ و پلاک بیشترین فراوانی را در میان عمل‌های انجام شده برای بیماران داشت. فراوان‌ترین عوارض پس از عمل شامل استئوآرتریت و wound dehiscence بودند. کوتاه‌ترین زمان انجام عمل، روش مداخله MIPO تعیین شد که از نظر آماری معنی‌دار بود. از نظر عوارض درمان براساس نوع مداخله انجام شده استئوآرتریت در دو مداخله نیل اکسپرت و EF دو مرحله‌ای مشاهده شد. این در حالی است که non-union و wound dehiscence تنها در عمل ORIF مشاهده شد. عفونت سطحی و Mal-union تنها در عمل EF دو مرحله‌ای مشاهده شد و تمام موارد عفونت عمقی نیز در عمل MIPO مشاهده گردید.

در مطالعه Li و همکاران اختلاف آماری معنی‌داری در مدت زمان بستری در بیمارستان، زمان مراجعه به رادیوگرافی و شیوع وضعیت non-union براساس روش جراحی وجود نداشت. آنها همچنین از نظر عملکرد میچ یا بین سه روش بعد از عمل تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نکردند.^۶ یافته‌های مطالعه ما نشان داد که در جراحی ORIF میان سن بیمار و مدت بستری در بیمارستان ارتباط مستقیم معنی‌داری وجود دارد. در عمل جراحی EF دو مرحله‌ای نیز میان سن بیمار با نمره AOFAS ارتباط مستقیم معنی‌دار و میان سن بیمار با مدت زمان

استوآرتریست و Mal-union بود. از این رو یافته‌های مطالعه حاضر با یافته‌های مطالعه Cui و همکاران^{۲۰} ناهمسو بود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تکنیک‌های اکسترنال فیکساسیون دومرحله‌ای و ORIF متداول‌ترین روش‌های انجام عمل برای بیماران با شکستگی پیلون تیبیا بودند. عوارض بدتر عمل شامل جوش نخوردن و wound dehiscence به‌طور شایع در عمل‌های ORIF اتفاق افتاده بود. عفونت‌های سطحی در EF دومرحله‌ای بیشترین عارضه بود و استوآرتریست به میزان برابر در نیل اکسپرت و EF دومرحله‌ای دیده شد. با این حال بین وضعیت درمان بیماران از نظر پرسشنامه خوداظهاری AOFAS اختلاف آماری معنی‌داری میان انواع تکنیک‌های جراحی وجود نداشت.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی گلستان (IR.GOUMS.REC.1400.378) قرار گرفت. از بیماران رضایت آگاهانه کتبی شرکت در مطالعه اخذ شد و سپس تحت درمان جراحی استاندارد قرار گرفتند.

حمایت مالی

این مقاله حاصل پایان‌نامه آقای دکتر کوروش خارکن قمصری برای اخذ دوره تخصصی پزشکی در رشته ارتوپدی بود. این مطالعه مورد حمایت مالی هیچ نهادی قرار نگرفته است.

مشارکت نویسندگان

دکتر کوروش خارکن قمصری: مدیریت و طراحی پروژه، انجام پروژه، جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج، نوشتن نسخه اولیه مقاله و تایید نسخه نهایی مقاله.

دکتر سیدرامین اعتمادی: مدیریت و طراحی پروژه، انجام پروژه، جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج، نوشتن نسخه اولیه مقاله و تایید نسخه نهایی مقاله.

دکتر سعید کوکلی: مدیریت و طراحی پروژه، انجام پروژه، جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج، نوشتن نسخه اولیه مقاله و تایید نسخه نهایی مقاله.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض منافع وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از بیماران شرکت کننده در مطالعه سپاسگزاری می‌گردد.

و ۱۴/۱ درصد تعیین شدند و میانگین نمره AOFAS برای MIPO، ORIF و EF به ترتیب ۸۲/۴۱ درصد، ۷۹/۸۳ درصد و ۵۰/۵۷ درصد تعیین گردید و ۴۱/۴۹ درصد بیماران عوارض زودرس و یا دیررس را نشان دادند.^۷ در مطالعه ما بیشترین موارد استفاده از تکنیک‌های جراحی به ترتیب مربوط به EF دو مرحله‌ای، ORIF و MIPO بودند که با یافته‌های Biz و همکاران^۷ تفاوت داشت. با این حال در مطالعه ما بیشترین نمرات AOFAS به ترتیب برای عمل‌های MIPO، ORIF و EF دومرحله‌ای بود که با یافته‌های Biz و همکاران^۷ مشابهت داشت. در مطالعه ما در مجموع ۷۲/۷ درصد بیماران عوارض نشان دادند که نزدیک به دو برابر مطالعه Biz و همکاران^۷ بود.

در مطالعه Kim و همکاران هر دو روش جراحی MIPO و ORIF نرخ union بالا و نتایج عملکردی خوبی برای شکستگی استخوان دیستال تیبیا داشتند؛^{۱۷} اما در مطالعه حاضر دو مورد non-union در بیماران تحت عمل ORIF مشاهده شد. در حالی که هیچ موردی از non-union و Mal-union در روش MIPO مشاهده نگردید که از این نظر با مطالعه Kim و همکاران^{۱۷} متفاوت و ناهمسو بود. با این حال در مطالعه ما همچون مطالعه Kim و همکاران^{۱۷} نمرات AOFAS بیماران در سطح مطلوبی قرار داشت که از این نظر بیماران تحت عمل MIPO وضعیت بهتری داشتند. هرچند که اختلاف AOFAS بیماران میان روش‌های جراحی معنی‌دار نبود. در مطالعه Rubio-Suarez و همکاران طبق مقیاس AOFAS ۳۰/۵ درصد از نتایج عالی، ۴۶/۷ درصد خوب، ۱۳/۱ درصد متوسط و ۹/۹ درصد ضعیف بودند.^{۱۸} در مطالعه Mohapatra و همکاران نیز نتیجه عملکردی نهایی مطابق با نمره AOFAS در ۱۱ بیمار (۵۵ درصد) عالی، ۶ بیمار (۳۰ درصد) خوب و در ۳ بیمار (۱۵ درصد) متوسط ارزیابی گردید.^{۱۹} در مطالعه ما نتایج AOFAS در ۱۸/۱۸ درصد عالی، ۵۴/۵۵ درصد خوب، ۱۸/۱۸ درصد متوسط و ۹/۰۹ درصد ضعیف ارزیابی گردید که تاحدودی متفاوت از نتایج Rubio-Suarez و همکاران^{۱۸} بود و تفاوت عمده‌ای با نتایج مطالعه Mohapatra و همکاران^{۱۹} داشت.

در مطالعه Cui و همکاران ORIF دو مرحله‌ای با خطر کمتر عوارض بعد از عمل با توجه به عفونت سطحی، جوش نخوردن و مشکلات ترمیم استخوان نسبت به LIFEF برای شکستگی پیلون تیبیا همراه بود.^{۲۰} در مطالعه حاضر مجموع عوارض دو روش ORIF و EF دو مرحله‌ای مشابه بود. با این حال عمل ORIF با خطرات بالاتر جوش نخوردن و wound dehiscence همراه بود. در حالی که عوارض عمده در روش EF دو مرحله‌ای از نوع عفونت سطحی،

References

- Guo Y, Tong L, Li S, Liu Z. External Fixation combined with Limited Internal Fixation versus Open Reduction Internal Fixation for Treating Ruedi-Allgower Type III Pilon Fractures. Med Sci Monit. 2015 Jun;21:1662-67.

<https://doi.org/10.12659/msm.893289>.

- Sommer C, Nork SE, Graves M, Blauth M, Rudin M, Stoffel K. Quality of fracture reduction assessed by radiological parameters and its influence on functional results in patients with pilon

- fractures-A prospective multicentre study. *Injury*. 2017 Dec;48(12):2853-63. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.10.031>.
3. Badavath RR, Akkala P, Aluka SKR, Patnala C. Evaluation of Functional Outcome in Surgically Managed Tibial Pilon Fractures. *Cureus*. 2024 Jun;16(6):e63242. <https://doi.org/10.7759/cureus.63242>.
 4. Penny P, Swords M, Heisler J, Cien A, Sands A, Cole P. Ability of modern distal tibia plates to stabilize comminuted pilon fracture fragments: Is dual plate fixation necessary? *Injury*. 2016 Aug;47(8):1761-69. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.05.026>.
 5. Silluzio N, De Santis V, Marzetti E, Piccioli A, Rosa MA, Maccaro G. Clinical and radiographic outcomes in patients operated for complex open tibial pilon fractures. *Injury*. 2019 Jul;50(2):S24-S28. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.01.041>.
 6. Li Y, Jiang X, Guo Q, Zhu L, Ye T, Chen A. Treatment of distal tibial shaft fractures by three different surgical methods: a randomized, prospective study. *Int Orthop*. 2014 Jun;38(6):1261-67. <https://doi.org/10.1007/s00264-014-2294-1>.
 7. Biz C, Angelini A, Zamperetti M, Marzotto F, Sperotto SP, Carniel D, et al. Medium-Long-Term Radiographic and Clinical Outcomes after Surgical Treatment of Intra-Articular Tibial Pilon Fractures by Three Different Techniques. *Biomed Res Int*. 2018 Mar;2018:6054021. <https://doi.org/10.1155/2018/6054021>.
 8. Cinats DJ, Stone T, Viskontas D, Apostle K. Osteonecrosis of the distal tibia after pilon fractures. *Foot Ankle Surg*. 2020 Dec;26(8):895-901. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2019.11.007>.
 9. Minator Sajjadi M, Ebrahimpour A, Okhovatpour MA, Karimi A, Zandi R, Sharifzadeh A. The Outcomes of Pilon Fracture Treatment: Primary Open Reduction and Internal Fixation Versus Two-stage Approach. *Arch Bone Jt Surg*. 2018 Sep;6(5):412-19.
 10. Hill DS, Davis JR. The acute management of Pilon fractures (ENFORCE) study: a national evaluation of practice. *Ann R Coll Surg Engl*. 2025 Apr;107(4):268-74. <https://doi.org/10.1308/rcsann.2024.0063>.
 11. Duckworth AD, Jefferies JG, Clement ND, White TO. Type C tibial pilon fractures: short- and long-term outcome following operative intervention. *Bone Joint J*. 2016 Aug;98-B(8):1106-11. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.98b8.36400>.
 12. Galante VN, Vicenti G, Corina G, Mori C, Abate A, Picca G, et al. Hybrid external fixation in the treatment of tibial pilon fractures: A retrospective analysis of 162 fractures. *Injury*. 2016 Oct;47(4):S131-S137. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.07.045>.
 13. Scaglione M, Celli F, Casella F, Fabbri L. Tibial pilon fractures treated with hybrid external fixator: analysis of 75 cases. *Musculoskelet Surg*. 2019 Apr;103(1):83-89. <https://doi.org/10.1007/s12306-018-0550-z>.
 14. Saad BN, Yingling JM, Liporace FA, Yoon RS. Pilon Fractures: Challenges and Solutions. *Orthop Res Rev*. 2019 Sep;11:149-57. <https://doi.org/10.2147/orr.s170956>.
 15. Sayyed-Hosseini SH, Hassankhani GG, Bagheri F, Alavi N, Shojaie B, Mousavian A. Validation of the Persian Version of the American Orthopedic Foot and Ankle Society Score (AOFAS) Questionnaire. *Arch Bone Jt Surg*. 2018 May;6(3):233-39.
 16. Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2016 Aug;474(8):1886-93. <https://doi.org/10.1007/s11999-016-4732-4>.
 17. Kim JW, Kim HU, Oh CW, Kim JW, Park KC. A Prospective Randomized Study on Operative Treatment for Simple Distal Tibial Fractures-Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Versus Minimal Open Reduction and Internal Fixation. *J Orthop Trauma*. 2018 Jan;32(1):e19-e24. <https://doi.org/10.1097/bot.0000000000001007>.
 18. Rubio-Suarez JC, Carbonell-Escobar R, Rodriguez-Merchan EC, Ibarzabal-Gil A, Gil-Garay E. Fractures of the tibial pilon treated by open reduction and internal fixation (locking compression plate-less invasive stabilising system): Complications and sequelae. *Injury*. 2018 Sep;49(2):S60-S64. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.06.043>.
 19. Mohapatra A, Ray S, Chand DK. Observation of different modalities of treatment in closed pilon fractures in adults. *International Journal of Orthopaedics Sciences*. 2019;5(3):449-54. <https://doi.org/10.22271/ortho.2019.v5.i3h.1571>.
 20. Cui X, Chen H, Rui Y, Niu Y, Li H. Two-stage open reduction and internal fixation versus limited internal fixation combined with external fixation: a meta-analysis of postoperative complications in patients with severe Pilon fractures. *J Int Med Res*. 2018 Jul;46(7):2525-36. <https://doi.org/10.1177/0300060518776099>.