

## بازیابی عملکرد و الگوی عوارض پس از درمان جراحی شکستگی‌های پیلن

(مطالعه‌ای آینده‌نگر ۱۲ ماهه)

### چکیده

**مقدمه:** شکستگی‌های داخل مفصلی پیلن در انتهای دیستال تیبیا از شدیدترین انواع شکستگی‌ها هستند و پیامدهای عملکردی طولانی‌مدت و گسترده‌ای ایجاد می‌کنند. با وجود پیشرفت‌های اخیر در روش‌های جراحی، پروتکل‌های مدیریتی استاندارد و الگوهای دقیق بهبودی همچنان مورد بحث و بررسی هستند. هدف این مطالعه مقایسه‌ی نتایج عملکردی و میزان عوارض پس از درمان جراحی شکستگی‌های پیلن با دو روش ریداکشن باز و فیکساسیون داخلی (ORIF) و استئوسنتز با پلیت کم‌تهاجمی (MIPO) و همچنین بررسی نقش سن در روند بهبود و بروز عوارض است.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه‌ی کوهورت آینده‌نگر بر روی ۱۸۳ بیمار مبتلا به شکستگی پیلن نوع B یا C انجام شد که همگی در یک مرکز ترومای واحد تحت درمان جراحی قرار گرفتند. سطح بهبودی عملکردی پس از آسیب با استفاده از شاخص عملکردی پا (FFI) اندازه‌گیری شد. عوارض پس از جراحی و زمان بازگشت بیمار به فعالیت‌های روزمره ثبت شد. برای ارزیابی روند تغییرات نمرات FFI از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد.

**نتایج و بحث:** در تمام زیرمقیاس‌های FFI بهبودی معناداری مشاهده شد ( $P < 0.001$ ) بیشترین میزان بهبود در ۶ ماه نخست رخ داد. میانگین زمان بازگشت به فعالیت  $7/5 \pm 2/5$  هفته بود. عوارض شامل بدجوش خوردگی (۲۳ درصد)، عدم جوش خوردگی (۳۰/۶ درصد)، عفونت عمقی (۱۵/۸ درصد)، لق شدن ایمپلنت (۱۴/۸ درصد) و نیاز به عمل مجدد (۳۶/۶ درصد) است.

**نتیجه‌گیری:** درمان جراحی شکستگی‌های پیلن موجب بهبود قابل توجه عملکرد بیمار می‌شود، اما عوارض همچنان شایع هستند. سن بیمار نقش مهمی در پیش‌آگهی دارد. بنابراین، برنامه‌ریزی دقیق پیش از عمل، پایش نزدیک پس از جراحی و توان‌بخشی فردمحور برای دستیابی به بهترین نتیجه‌ی ضروری است.

**واژگان کلیدی:** شکستگی‌های تیبیا، ترمیم شکستگی، پیامد درمان، مطالعات آینده‌نگر، سنجش درد

پذیرش مقاله: ۳۲ روز قبل از چاپ

دکتر شیروان رستگار، دکتر مهدی هادیان، دکتر مهدی مطیفی‌فرد، دکتر علیرضا اسعدی، دکتر زینب سعیدیان، دکتر فرشاد جلیلی

### مقدمه

شکستگی‌های پیلن شکستگی‌های پیچیده‌ی درون مفصلی هستند که قسمت انتهایی استخوان درشت‌نی را درگیر می‌کنند و اغلب به سطح تحمل وزن مفصل مچ پا گسترش می‌یابند.<sup>(۱)</sup> درحالی‌که شکستگی‌های پیلن کمتر از ۱۰ درصد از شکستگی‌های تیبیا را تشکیل می‌دهند، به دلیل ناتوانی طولانی‌مدت و از دست دادن بهره‌وری، عوارض بسیار بالا و توان‌بخشی عظیم و هزینه‌های اجتماعی-اقتصادی قابل‌توجهی دارند.<sup>(۲)</sup> این شکستگی‌ها معمولاً ناشی از سازوکارهای ترومای پرانرژی از جمله تصادفات وسایل نقلیه‌ی موتوری، سقوط از ارتفاع بسیار بلند و آسیب‌های ورزشی با ضربه‌ی شدید هستند. پیچیدگی شکستگی‌های پیلن تا حد زیادی به ماهیت خردشده‌ی شکستگی و آسیب بافت نرم همراه آن نسبت داده می‌شود که اغلب شامل عضلات، رباط‌ها، ساختارهای عصبی-عروقی و پوست روی آن می‌شود.<sup>(۳)</sup> این شکستگی‌ها معمولاً سطح مفصلی، متافیز و گاهی اوقات دیافیز تیبیا را تحت تأثیر قرار می‌دهند و با ترکیبی از فشردگی محوری، نیروی پیچشی و آسیب‌های برشی همراه هستند. عدم تطابق مفصل و بدشکلی اندام ناشی از آن چالشی جدی را در طول برنامه‌ریزی جراحی ایجاد می‌کند.<sup>(۴)</sup> مدیریت بهینه‌ی شکستگی پیلن به مهارت‌های جراحی پیشرفته برای دستیابی به جاناندازی دقیق آناتومیک و فیکساسیون پایدار نیاز دارد، که در بازیابی عملکرد و به حداقل رساندن عوارض طولانی‌مدت مانند آرتروز پس از سانحه ضروری هستند.<sup>(۵)</sup> از نظر تاریخی، میزان عوارض این شکستگی‌ها عمدتاً با توجه به عفونت، جوش نخوردن و بدجوش خوردن، که معمولاً به دلیل شدت آسیب اولیه و الزامات فنی تثبیت جراحی است، بسیار بالا بوده است. سایر عوارضی که اغلب رخ می‌دهند عبارت هستند از عفونت

۱. گروه جراحی‌های ارتوپدی، دانشکده‌ی پزشکی، علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران  
۲. دانشکده‌ی پزشکی، علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده‌ی مسئول:  
دکتر مهدی هادیان

Email:  
[m.hadian72@gmail.com](mailto:m.hadian72@gmail.com)

پیگیری پس از جراحی پیلن اندازه‌گیری شده باشد، وجود ندارد. در این مطالعه، قرار است، از طریق جمع‌آوری داده‌های قوی از نتایج بالینی و عملکردی، این نقص برطرف شود.

## مواد و روش‌ها

### طراحی مطالعه و محل انجام آن

این مطالعه‌ی مشاهده‌ای آینده‌نگر بین اوت ۲۰۲۰ تا مارس ۲۰۲۴ در دو بیمارستان آموزشی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، یعنی بیمارستان کاشانی و بیمارستان الزهرا، انجام شد که این دو بیمارستان مراکز اصلی ارجاع تروماهای ارتوپدی در منطقه هستند. برای جذب بیماران، از روش نمونه‌گیری متوالی استفاده شد و همه‌ی بیماران واجد شرایط مبتلا به شکستگی پیلن، که در دوره‌ی مطالعه مراجعه کردند، در تحقیق وارد شدند.



شکل ۱: رادیوگرافی‌های نمایانگر مچ پا که یک شکستگی پیلن و دو راهبرد درمانی جراحی را نشان می‌دهند

حجم نمونه‌ی موردنیاز ۸۰ نفر بود که براساس اندازه‌ی اثر گزارش شده در مطالعات قبلی، با توان ۸۰ درصد و سطح معناداری ۰/۰۵ محاسبه شد تا قدرت آماری کافی برای تشخیص تفاوت‌های بالینی معنادار در پیامدهای عملکردی فراهم شود.

عمیق، شکست ایمپلنت، باز شدن زخم و آرتریت پس از سانحه که این عوارض می‌توانند عملکرد طولانی‌مدت را به‌طور قابل توجهی کاهش دهند. نکته‌ی مهم این است که میزان عمل مجدد یا ترمیمی در برخی از سری‌ها نسبتاً بالا باقی مانده است، به خصوص با الگوهای شکستگی پیچیده مانند شکستگی نوع C3<sup>(۸-۶)</sup>. زمان قطعی ترمیم جراحی نیز مورد توجه بوده است. تکنیک‌های فیکساسیون تأخیری بیشتر برای تسهیل رفع تورم بافت نرم و جلوگیری از عفونت استفاده می‌شوند.<sup>(۹)</sup>

اگرچه جاناندازی باز مرسوم و فیکساسیون داخلی (ORIF) می‌تواند به تراز آناتومیک دست یابد، اما این روش با افزایش عوارض بافت نرم همراه است که می‌تواند خطر عوارض بعد از عمل را افزایش دهد.<sup>(۱۰)</sup> پیشرفت‌های فعلی در تکنیک فیکساسیون، مانند استئوسنتز صفحه‌ای با حداقل تهاجم (MIPO) و فیکساسیون خارجی، سعی دارند اختلال در بافت نرم را به حداقل برسانند و برای بهبود نتایج درمان بیمار امیدوارکننده بوده‌اند.<sup>(۱۱)</sup> هرچند معیارهای پیامد دیگری در ارزیابی بهبودی شکستگی پیلن، مانند نمره‌ی SF-36 و AOFAS، به کار گرفته شده‌اند، شاخص عملکردی (FFI) معیار دقیق‌تری از درد، ناتوانی و محدودیت عملکردی اندام تحتانی ارائه می‌دهد و بنابراین به‌ویژه در ردیابی بیماری‌های پا و مچ پا بعد از عمل مفید است.<sup>(۱۲)</sup> این نوآوری‌های جراحی با تأکید فزاینده بر مداخله‌ی زودهنگام و پروتکل‌های توان‌بخشی ساختارمند بعد از عمل، که برای بازبانی عملکردی بهینه حیاتی هستند، همراه شده‌اند. اما نتایج پس از درمان هنوز بسیار متغیر است و به امکانات مراقبت‌های بهداشتی، مهارت جراحی و رعایت دستورالعمل‌های توان‌بخشی بستگی دارد. بنابراین، به مطالعات خاص زمینه‌ای با هدف شناسایی نتایج دنیای واقعی و اطلاع‌رسانی درباره‌ی عمل در محیط‌های بالینی مختلف نیاز است. تنوع نتایج همچنین تحت تأثیر تفاوت در پروتکل‌های درمانی، بیماری‌های همراه بیمار و عوامل اجتماعی - اقتصادی است که همگی ممکن است در دسترسی به خدمات توان‌بخشی و پایبندی به مراقبت‌های پس از عمل تأثیر بگذارند.<sup>(۱۳-۱۵)</sup>

در رویارویی با پیشرفت‌های جهانی در روش‌های جراحی، داده‌های کمی از کشورهای کم‌درآمد و با درآمد متوسط مانند ایران در خصوص نتایج واقعی و میزان عوارض پس از جراحی شکستگی پیلن گزارش شده است. تنوع در دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی، تخصص جراح و پروتکل‌های توان‌بخشی می‌توانند تنوع بسیاری در نتایج بین کشوری و درون کشوری به وجود آورند. همچنین، نیاز فزاینده‌ای به تدوین پروتکل‌های درمانی استاندارد مبتنی بر شواهد برای اطلاع‌رسانی در تصمیم‌گیری در این آسیب‌ها، به‌ویژه در شرایطی که منابع محدودی در دست است، وجود دارد. این اولین مطالعه‌ی ایرانی است که نتایج بالینی پس از جراحی شکستگی پیلن را در چهارچوب شاخص عملکردی (FFI) اندازه‌گیری واقعی می‌کند و عوارض پس از عمل را در همه‌ی جنبه‌ها تحت شرایط واقعی ارزیابی می‌کند. علاوه‌براین، هیچ مطالعه‌ی طولی گسترده‌ای در ایران با نتایج گزارش شده توسط بیمار که با ابزارهای معتبر در دوره‌های مختلف

## ارزیابی بیماران و طبقه‌بندی شکستگی‌ها

وضعیت همه‌ی بیماران را یک جراح ارتوپد ارشد پیش از عمل، براساس شرح حال مناسب، معاینه‌ی بالینی و بررسی‌های رادیولوژیک ارزیابی کرد. تمام جراحی‌ها را جراحان ترومای ارتوپدی دارای فلوشیپ یا تحت نظارت آن‌ها انجام دادند تا یکنواختی در تکنیک جراحی و قضاوت بالینی حفظ شود.

مراقبت‌های ویژه (ICU)، شکستگی‌های پاتولوژیک، و هر وضعیت پزشکی که پیگیری معمول را نامناسب می‌کرد (مانند دمانس، جابه‌جایی محل سکونت). همچنین، بیمارانی که رضایت خود را پس گرفتند، بیش از دو نوبت از مراجعات پیگیری برنامه‌ریزی شده غیبت داشتند یا داده‌های شاخص عملکرد پای (FFI) آن‌ها ناقص بود از تحلیل نهایی کنار گذاشته شدند. تمام معیارهای ورود و خروج توسط جراح ارتوپد ارزیاب در زمان پذیرش از طریق چک‌لیستی استاندارد بررسی و تأیید شد.

## روش‌های جراحی و پروتکل پس از عمل

انتخاب روش جراحی - کاهش باز و فیکساسیون داخلی (ORIF)، استئوسنتز با پلاک به روش کم‌تهاجمی (MIPO) یا آرتروزد اولیه میچ پا - را جراح ارتوپد معالج و براساس نوع شکستگی و وضعیت بافت نرم انجام داد. به‌طور خاص، کاهش باز و فیکساسیون داخلی بیشتر در مواردی انتخاب می‌شد که خردشدگی یا جابه‌جایی وسیعی در سطح مفصل وجود داشت و، برای بازسازی آناتومیک سطح مفصل، دید مستقیم لازم بود. در مقابل، در مواردی روش کم‌تهاجمی ترجیح داده می‌شد که تطابق سطح مفصلی تا حدی حفظ شده بود، شکستگی‌های متافیزیال با امکان کاهش غیرمستقیم وجود داشت یا بافت نرم آسیب‌پذیر بود و هدف استفاده از این روش جلوگیری از صدمه‌ی بیشتر به بافت‌های نرم بود. تصمیم نهایی در اتاق عمل گرفته می‌شد. پس از عمل، پیگیری از ترومبوز با هیپارین با وزن مولکولی پایین و پروفیلاکسی آنتی‌بیوتیکی در روزهای حوالی عمل انجام شد. در روز اول پس از عمل، یک بریس باز برای نگه داشتن میچ پا در وضعیت خنثی (۹۰ درجه) گذاشته شد. بیمار تشویق می‌شد که حرکات فعال و غیرفعال با دامنه‌ی حرکتی برای تقویت عضلات و پیشگیری از عوارضی مانند کانترکچر اکینوس (equinus contracture) انجام دهد. تحمل وزن معمولاً تا زمانی که شواهد رادیوگرافیک جوش خوردگی به دست می‌آمد به تعویق می‌افتاد و راه رفتن تدریجی براساس پروتکل‌های فیزیوتراپی مرحله‌بندی شده در ویزیت‌های پیگیری مدیریت می‌شد.

## گردآوری داده‌ها و پیگیری وضعیت بیمار

داده‌های پس از عمل که جمع‌آوری شدند شامل سن، جنسیت، نوع شکستگی و نوع روش جراحی بودند. برای ارزیابی پیامد از شاخص عملکرد پای (FFI) استفاده شد و همچنین علائم و عوارضی مانند جوش‌نخوردگی، عوارض زخم، عفونت، شل شدن ایمپلنت و جراحی مجدد ثبت شدند. ارزیابی‌های پیگیری در ۲ هفته، ۶ هفته، ۳ ماه، ۶ ماه و ۱۲ ماه پس از عمل، از طریق ویزیت‌های حضوری یا مصاحبه‌های تلفنی سازمان‌یافته انجام شدند. بیمارانی که پیگیری ناقص داشتند یا داده‌های FFI آن‌ها در بیش از دو نوبت زمانی موجود نبود برای حفظ یکپارچگی داده‌ها از تحلیل نهایی حذف شدند.

## ارزیابی شاخص عملکرد پای (FFI)

نسخه‌ی فارسی شاخص عملکرد پای (FFI) به عنوان ابزاری معتبر برای سنجش زیرمقیاس‌های درد، ناتوانی و محدودیت فعالیت به کار رفت.<sup>(۱۷)</sup>

جدول ۱: ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پایه، طبقه‌بندی شکستگی و روش‌های جراحی جمعیت مورد مطالعه

متغیرها	فراوانی
جنسیت	مرد (۷۹/۱۸٪)
	زن (۲۰/۱۲٪)
سن	میانگین (سال)
	<۲۰ (۲/۲۲٪)
	۲۰-۳۰ (۳۰/۱۱٪)
	۳۰-۴۰ (۲۹/۰٪)
	۴۰-۵۰ (۲۶/۲٪)
نوع شکستگی پیلن	۵۰-۶۰ (۹/۱۸٪)
	>۶۰ (۲/۲۷٪)
	B1 (۴/۴۴٪)
	B2 (۴/۴۴٪)
مرحله‌بندی جراحی	C1 (۱۷/۵٪)
	C2 (۹/۳٪)
	C3 (۶۴/۵٪)
روش جراحی	جراحی اولیه (۳۵/۵٪)
	جراحی مرحله‌ای (۶۴/۵٪)
	فیکساسیون خارجی (۳۴/۴۲٪)
ORIF	ORIF (۷۶/۱٪)
	MIPO (۲۴/۰٪)

شکستگی‌ها طبق سیستم AO/OTA (انجمن کار برای مسائل استئوسنتز/انجمن ترومای ارتوپدی) به سه نوع A (خارج مفصلی)، B (نیمه مفصلی) و C (کاملاً مفصلی) طبقه‌بندی شدند.<sup>(۱۶)</sup>

## معیارهای ورود به مطالعه

بیماران در صورت داشتن شرایط زیر وارد مطالعه می‌شدند: سن کمتر از ۱۶ سال یا ۱۶ سال، تشخیص تأییدشده‌ی شکستگی پیلن نوع B یا C براساس (طبقه‌بندی AO/OTA)، اندیکاسیون جراحی، و فاصله‌ی زمانی کمتر از ۲۱ روز یا ۲۱ روز بین آسیب و عمل. فقط شکستگی‌های بسته وارد مطالعه شدند. همچنین، بیماران باید می‌توانستند خودشان رضایت آگاهانه بدهند و در پیگیری‌های بعدی شرکت می‌کردند.

## معیارهای خروج از مطالعه

معیارهای خروج شامل موارد زیر بود: سابقه‌ی جراحی قبلی یا بدشکلی در میچ پای بیمار، شکستگی باز، پلی‌تروما همراه با بستری در بخش

راستای اندام و بهبود بافت نرم را پیش از فیکساسیون قطعی فراهم می‌کرد.

**جدول ۲: عوارض پس از عمل مشاهده شده در دوره پیگیری ۱۲ ماهه پس از جراحی شکستگی‌های پیلن**

متغیرها	فراوانی
عوارض	
جوش نخوردگی	۵۶٪ (۳۰/۶)
بدجوش خوردگی	۴۲٪ (۲۳/۱)
شل شدن دستگاه‌ها	۲۷٪ (۱۴/۸)
جراحی بازنگری	۶۷٪ (۳۶/۶)
عفونت سطحی	۷۸٪ (۴۲/۶)
عفونت عمقی	۲۹٪ (۱۵/۸)
عفونت محل پین	۶۲٪ (۳۳/۹)
استئوآرتریت	۳۵٪ (۱۹/۱)
نکروز پوست	۴٪ (۲/۱۸)
قطع عضو	۱٪ (۰/۵۴)
بازگشت به فعالیت روزمره	۲۵/۶۳±۷/۴۸

میانگین مدت زمان لازم برای فیکساسیون خارجی ۱۲±۳ روز بود (دامنه: ۷ تا ۲۱ روز) که پس از آن، زمانی که بافت نرم اجازه می‌داد، کاهش باز و فیکساسیون داخلی (ORIF) یا روش کم‌تهاجمی (MIPO) قطعی انجام می‌شد. از نظر تکنیک جراحی، ۱۳۹ بیمار (۷۶/۰ درصد) تحت کاهش باز و فیکساسیون داخلی (ORIF) و ۴۴ بیمار (۲۴/۰ درصد) تحت استئوسنتز با پلاک به روش کم‌تهاجمی (MIPO) قرار گرفتند (جدول ۱).

#### شاخص‌های پیامد عملکردی (نمرات FFI)

میانگین نمرات زیرمقیاس درد شاخص عملکردی (FFI) در ۲ هفته ۳/۸۶±۲۵/۵۱، در ۶ هفته ۶/۴۱±۷/۹۵، در ۳ ماه ۴/۵۸±۶/۴۴، در ۶ ماه ۳/۶۹±۵/۲۰ و در یک سال پس از جراحی ۲/۷۳±۵/۱۰ بود. زیرمقیاس فعالیت (از ۱/۷۲±۴/۹۶ تا ۲/۰۹±۳/۱۱) و زیرمقیاس ناتوانی (از ۲/۸۱±۷/۴۰ تا ۲/۹۳±۵/۸۸) نیز روند مشابهی در طول زمان نشان دادند که بهبود عملکرد را نشان می‌دهند. نمره ترکیبی شاخص عملکردی پا از ۷/۷۹±۲۰/۲۷ در ۲ هفته به ۷/۷۵±۱۴/۰۹ در یک سال بهبود یافت که نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از عملکرد بازگشته است (شکل ۱). به‌طور کلی، نمرات شاخص عملکردی پا در همه‌ی حوزه‌ها روند کاهشی مداومی را نشان دادند که بهبود پایدار در درد، ناتوانی عملکردی و محدودیت فعالیت طی پیگیری ۱۲ ماهه را نشان می‌دهد. روند مشابهی در پیامدهای عملکردی نیز مشاهده شد. بیماران با شکستگی‌های شدیدتر (نوع C3 براساس طبقه‌بندی AO/OTA) در دوره پیگیری اولیه نمرات بالاتری در مقیاس شاخص عملکردی پا FFI داشتند که حاکی از درد بیشتر و ناتوانی عملکردی بالاتر است، درحالی‌که بیماران با شکستگی‌های خفیف‌تر از نظر عملکردی سریع‌تر بهبود یافتند. باین‌حال، به دلیل کوچک بودن اندازه‌ی زیرگروه‌ها، مقایسه‌ی آماری امکان‌پذیر نبود.

هر آیتم در مقیاس صفر (بدون مشکل) تا ۱۰ (مشکل شدید) نمره‌گذاری شد، به‌طوری‌که نمره‌ی بالاتر اختلال بیشتر را نشان می‌دهد. حداکثر امتیاز برای حوزه‌های درد و ناتوانی هر کدام ۹۰ و برای محدودیت فعالیت ۵۰ بود. برای سنجش بازگشت عملکردی به سطح پیش از آسیب، معیار بازگشت به فعالیت‌های روزمره و شغلی استفاده شد. شاخص عملکردی پا به دلیل روایی بالای آن در اندازه‌گیری درد و ناتوانی پا در جمعیت‌های ترومای ارتوپدی و نیز وجود نسخه‌ی فارسی تطبیق‌یافته‌ی فرهنگی انتخاب شد.

#### تحلیل آماری

مقایسه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶/۰، شرکت IBM، آرمونک، نیویورک، آمریکا) انجام شد. داده‌های طبقه‌ای به صورت فراوانی و درصد و داده‌های پیوسته به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شدند. برای مقایسه‌ی تغییرات نمرات شاخص عملکردی (FFI) در دوره‌های پیگیری از آزمون آنووا (ANOVA) با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. بسته به توزیع متغیرها، از ضرایب هم‌بستگی پیرسون یا اسپیرمن برای سنجش ارتباط استفاده شد. مقدار P دوطرفه کمتر از ۰/۰۵ به عنوان سطح معناداری آماری در نظر گرفته شد.

#### نتایج

##### ویژگی‌های جمعیت‌شناختی بیماران و طبقه‌بندی شکستگی‌ها

در این مطالعه ۱۸۳ بیمار وارد شدند که شامل ۱۴۶ مرد (۷۹/۸ درصد) و ۳۷ زن (۲۰/۲ درصد) بودند. میانگین سن بیماران ۳۷/۴۷ سال بود و انحراف معیار ۱۰/۵۳ سال گزارش شد. براساس طبقه‌بندی AO/OTA، تعداد ۱۱۸ بیمار (۶۴/۵ درصد) شکستگی نوع C3 داشتند، ۱۷ نفر (۹/۳ درصد) نوع C2، ۳۲ نفر (۱۷/۵ درصد) نوع C1، هشت نفر (۴/۴ درصد) نوع B2 و هشت نفر (۴/۴ درصد) نوع B1. از میان ۱۹۰ بیماری که در ابتدا وارد مطالعه شده بودند، ۱۸۳ نفر حداقل ۸۰ درصد از ارزیابی‌های پیگیری را کامل کردند و در تحلیل نهایی گنجانده شدند.

میزان تکمیل پیگیری در ۱۲ ماه ۹۶/۳ درصد بود. تعداد بیمارانی که تحت جراحی مرحله‌ای قرار گرفتند ۱۱۸ نفر (۶۴/۵ درصد) و تعداد بیمارانی که جراحی اولیه انجام دادند ۶۵ نفر (۳۵/۵ درصد) بودند. جراحی مرحله‌ای عمدتاً برای بیمارانی انتخاب شد که با تورم شدید بافت نرم، تاول‌های ناشی از شکستگی یا شکستگی‌های خرد شده با انرژی بالا (به‌ویژه نوع C3 در طبقه‌بندی AO/OTA) مراجعه کرده بودند. این بیماران ابتدا تحت فیکساسیون خارجی موقت قرار گرفتند تا هم‌راستایی اندام بازبایی شود و فرصت بهبود و ترمیم بافت نرم فراهم شود. سپس، زمانی که وضعیت موضعی بافت نرم مناسب تشخیص داده شد، فیکساسیون داخلی قطعی انجام شد. فیکساسیون خارجی موقت فقط در بیمارانی که کار رفت که جراحی مرحله‌ای داشتند و عمدتاً برای شکستگی‌های پراثری و آسیب‌های همراه بافت نرم بود. این فیکساتور موقت امکان بازگرداندن

## عوارض پس از عمل

عوارض پس از جراحی شامل جوش نخوردگی در ۵۶ بیمار (۳۰/۶ درصد)، بدجوش خوردگی در ۴۲ بیمار (۲۳/۰ درصد) و شل شدن ایمپلنت در ۲۷ بیمار (۱۴/۸ درصد) بود. جراحی بازنگری نیز در ۶۷ بیمار (۳۶/۶ درصد) نیاز شد. نرخ عفونت‌ها به این صورت گزارش شد: عفونت سطحی در ۷۸ بیمار (۴۲/۶ درصد)، عفونت عمقی در ۲۹ بیمار (۱۵/۸ درصد) و عفونت محل پین در ۶۲ بیمار (۳۳/۹ درصد). بیشترین بهبود عملکردی در ۶ ماه اول پس از عمل رخ داد و سپس نمرات به‌ویژه در حوزه‌ی درد و نمره‌ی ترکیبی تثبیت شدند. استئوآرتریت در ۳۵ بیمار (۱۹/۱ درصد) مشاهده شد، درحالی‌که سایر عوارض نادر شامل نکروز پوست (۴ مورد، ۲/۱۸ درصد) و یک مورد قطع عضو (۰/۵۴ درصد) بود. بیماران تحت درمان با روش کم‌تهاجمی میزان کمتری از عفونت عمقی (۹/۱ درصد) نسبت به بیماران تحت درمان با کاهش باز و فیکساسیون داخلی (۱۷/۳ درصد) داشتند، اگرچه این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود ( $P=0/082$ ) (جدول ۲). وقتی نتایج براساس نوع شکستگی به صورت توصیفی تجزیه و تحلیل شدند، مشخص شد بیمارانی که الگوهای شکستگی پیچیده‌تری داشتند، به‌ویژه شکستگی‌های نوع C3 طبق سیستم طبقه‌بندی AO/OTA، در مقایسه با بیمارانی که الگوهای شکستگی ساده‌تری داشتند (شکستگی‌های B و C1 و C2)، میزان عوارض بعد از عمل مانند جوش نخوردن، بدجوش خوردن، عفونت عمیق و نیاز به جراحی ترمیمی بالاتری داشتند. به دلیل توزیع ناهموار انواع شکستگی، تجزیه و تحلیل آماری انجام نشد.

## تحلیل نتایج براساس نوع شکستگی

تحلیل توصیفی نشان داد که بیماران با الگوهای شکستگی پیچیده‌تر، به‌ویژه شکستگی‌های نوع C3 طبق سیستم طبقه‌بندی AO/OTA، نرخ بالاتری از عوارض پس از عمل داشتند، ازجمله جوش نخوردگی، بدجوش خوردگی، عفونت عمقی و نیاز به جراحی بازنگری، در مقایسه با شکستگی‌های ساده‌تر (شکستگی‌های B و C1 و C2)، به دلیل توزیع نامتوازن نوع شکستگی‌ها، تحلیل آماری انجام نشد.

## تحلیل آماری روندهای پیامدها

آزمون ANOVA با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که تغییرات در همه‌ی زیرمقیاس‌های شاخص عملکرد پا از نظر آماری معنادار بودند. نمرات درد در طول زمان به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت ( $P<0/001$ ) و تا ۶ ماه پس از عمل بهبود بیشتری داشت. نمرات ناتوانی بین ۶ هفته و ۶ ماه به‌طور معناداری بهبود یافت ( $P<0/001$ )، اما تغییرات بین ۶ ماه و ۱ سال از نظر آماری معنادار نبود ( $P=1/00$ ). نمرات فعالیت تغییر زیادی نداشت و تفاوت‌ها در بازه‌های زمانی مانند ۲ تا ۶ هفته ( $P=1/000$ ) و ۶ ماه تا ۱ سال ( $P=1/00$ ) غیرمعنادار بودند. نمره‌ی ترکیبی شاخص عملکرد پا نیز الگوی مشابهی داشت. کاهش معنادار تا ۶ ماه ( $P<0/001$ ) و پس از آن بدون تغییر بود.

## مدت زمان بازیابی و هم‌بستگی با سن

میانگین زمان بازگشت به فعالیت‌های روزمره طبیعی  $7/48 \pm 25/48$  هفته بود. داده‌های ناقص نمرات شاخص عملکرد پا در زمان‌های مختلف با روش حذف زوجی مدیریت شد و از روش‌های جایگزینی استفاده نشد. تغییرات قابل‌توجهی در زمان بازیابی بیماران مشاهده شد؛ مدت زمان بازگشت به فعالیت‌های روزمره بین ۱۴ تا ۴۱ هفته بود (بازه‌ی بین چارک‌ها: ۲۱-۲۹ هفته). سن با نمرات شاخص عملکرد پا در ۶ هفته پس از عمل هم‌بستگی مثبت داشت ( $r=0/208$ ,  $P=0/005$ )، که بهبود اولیه‌ی کندتر در بیماران مسن‌تر را نشان می‌دهد. همچنین، سن با افزایش تعداد عوارض پس از عمل هم‌بستگی معنادار داشت ( $r=0/585$ ,  $P=0/001$ )، که اهمیت مراقبت جراحی و توان‌بخشی خاص گروه سنی را نشان می‌دهد. در تحلیل‌های اکتشافی، سایر متغیرهایی که ممکن است در زمان بازیابی تأثیر داشته باشند، مانند شدت شکستگی، زمان جراحی قطعی، نوع جراحی (ORIF در مقابل MIPO) و وقوع عوارض عمده مورد بررسی قرار گرفتند. شکستگی‌های پیچیده‌تر و بروز عوارض با تأخیر در بازیابی مرتبط بودند. باین‌حال، سن همچنان با تأخیر در بازیابی عملکردی اولیه مرتبط بود. به دلیل ماهیت مشاهده‌ای مطالعه و نبود قدرت آماری کافی برای تعدیل کامل متغیرها، امکان رد تأثیر مخدوش‌کننده‌ی متغیرها در بررسی ارتباط بین سن و زمان بازیابی وجود نداشت.

## بحث

شکستگی‌های پیلن، اگرچه نادر هستند، همچنان ازجمله پیچیده‌ترین آسیب‌های ارتوپدی به شمار می‌آیند؛ زیرا اغلب مفصل را درگیر می‌کنند، بافت نرم را به خطر می‌اندازند و الگوهای شکستگی خردشده دارند. مدیریت جراحی موفقیت‌آمیز نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، کاهش آناتومیک صحیح و استفاده از تکنیک‌های تثبیت محتاطانه است تا از بروز عوارض جلوگیری و روند بهبود بهینه شود.<sup>(۱۸)</sup>

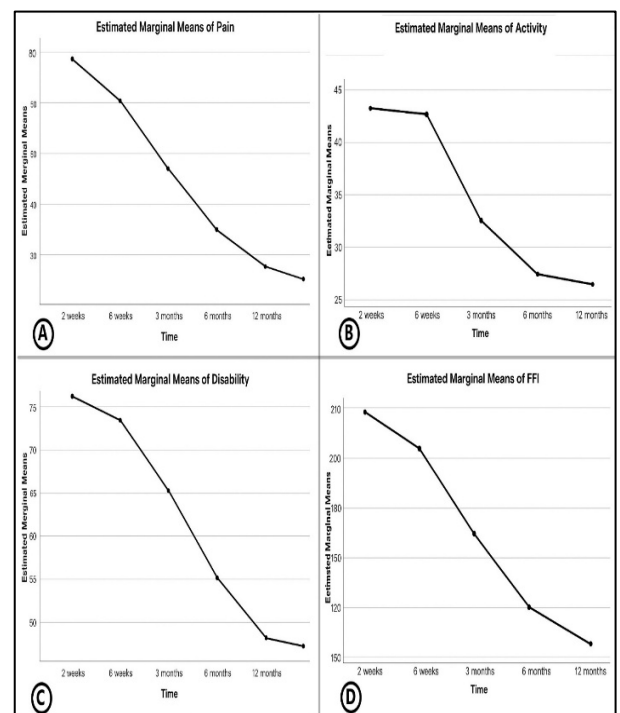
مطالعه‌ی ما، با ۱۸۳ بیمار و پیگیری ۱۲ ماهه، روندهای جمعیت‌شناختی و نتایج بالینی‌ای را نشان داد که با یافته‌های موجود در ادبیات پزشکی همخوانی داشت. اکثر بیماران مردان جوان بودند که مطابق انتظار این شکستگی‌ها در سازوکارهای پرنرزی تروما مانند تصادفات خودرو و سقوط از ارتفاع شایع است و معمولاً با شکستگی‌های پیلن همراه هستند. بهبود عملکردی بهتر در بیماران جوان‌تر مشاهده شد، که احتمالاً ناشی از ظرفیت بالاتر ترمیم و کمبود بیماری‌های همراه است.<sup>(۱۹-۲۳)</sup> این یافته با سایر مطالعات همخوانی دارد که نشان داده‌اند بیشترین نرخ بازگشت عملکردی در بیماران با شکستگی پیلن در دوره‌ی اولیه پس از عمل رخ می‌دهد و، پس از آن، سرعت بهبود کاهش می‌یابد. این نکته اهمیت توان‌بخشی زودهنگام پس از عمل و همکاری بیمار در ماه‌های اولیه پس از جراحی را در بازگشت عملکردی برجسته می‌کند.

عفونت عمقی (۱۵/۸ درصد) بود. این مقادیر با نتایج گزارش شده در کشورهایی که دارای منابع تحقیقاتی زیادی دارند قابل مقایسه است. برای مثال، یک تحقیق مروری نظام‌مند روی ۴۸۴ شکستگی پیلن، که با ORIF درمان شده بودند، نرخ عفونت عمقی حدود ۱۳/۸ درصد گزارش کرد.<sup>(۲۵)</sup> یافته‌های ما تأیید می‌کنند که خطر عفونت به‌طور مستقیم با شدت شکستگی، زمان انجام عمل و مدیریت بافت نرم مرتبط است. این شباهت ممکن است رعایت بیشتر پروتکل‌های جراحی مرحله‌ای و بهبود مدیریت بافت نرم حتی در محیط‌های با منابع محدود را نشان دهد. شیوع نسبتاً بالای مدیریت مرحله‌ای در سری ما عمدتاً بازتابی از آسیب‌های پرنرزی غالب با آسیب شدید بافت نرم است. این استراتژی به دلیل اثربخشی در کاهش عوارض زخم و عفونت‌های عمقی، به‌ویژه در شکستگی‌های پیلن، به‌شدت توصیه می‌شود.

این مطالعه نشان داد که شایع‌ترین عوارض شامل عفونت سطحی، جوش‌نخوردگی، بدجوش‌خوردگی، عفونت محل پین و نیاز به جراحی دوم بودند. تحقیقات قبلی نیز عفونت سطحی را به عنوان عارضه‌ای شایع در این نوع جراحی گزارش کرده‌اند.<sup>(۱۹، ۲۱)</sup> جوش‌نخوردگی و ناهماهنگی استخوانی نیز در بیمارانی با شکستگی‌های نوع C3 و کسانی که تحت جراحی ORIF قرار گرفتند به‌طور معمول گزارش شده است که به‌ترتیب شایع‌ترین نوع شکستگی و جراحی بودند. علاوه بر این، نتایج ما شواهد بیشتری از اهمیت شدت شکستگی، طبق سیستم طبقه‌بندی AO/OTA، در پیامد عملکردی و خطر عوارض ارائه می‌دهد. بیمارانی که شکستگی‌های بسیار خردشده‌ی نوع C3 داشتند در عملکرد اولیه نتایج ضعیف‌تری داشتند که دشواری بازسازی همخوانی سطح مفصل را نشان می‌دهد. عفونت‌های بافت نرم شایع بودند که احتمالاً به دلیل اختلال در ترمیم زخم، مراقبت ناکافی پیش از عمل و عوامل ریسک بیمار مانند سیگار کشیدن، دیابت و بهداشت شخصی به وجود آمده‌اند. این نوع عفونت‌ها می‌توانند با رعایت بهداشت شخصی و همکاری بیمار رابطه داشته باشند. مطالعات قبلی گزارش کرده‌اند که تأثیرگذارترین متغیرها در پیش‌بینی نتیجه‌ی جراحی نوع شکستگی و سن بیمار هستند که با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر نیز همخوانی دارد.<sup>(۱، ۱۹-۲۲، ۲۴، ۲۶، ۲۷)</sup>

شاخص عملکردی (FFI)، بازگشت عملکردی شاخص عملکردی پا، که ما برای اندازه‌گیری نتایج عملکردی استفاده کردیم، در ارزیابی بهبود پس از عمل در بیماران ایرانی حساس و معتبر بود. هر سه جنبه‌ی آن شامل درد، ناتوانی و محدودیت فعالیت به‌طور قابل توجهی بهبود یافتند، به‌ویژه در ۶ ماه اول. پس از آن نیز روند نسبتاً پایدار شد.<sup>(۱۷)</sup> این یافته‌ها نشان می‌دهد که توان‌بخشی ساختاریافته در ۶ ماه اول پس از عمل برای حداکثر کردن بهبود عملکرد حیاتی است و پیگیری بیمار باید در این بازه‌ی زمانی اولویت داشته باشد. این روند با سایر مطالعات آینده‌نگر نیز که از PROMIS یا FFI برای ارزیابی پس از عمل استفاده کرده‌اند همخوانی دارد.<sup>(۲۰)</sup>

شایع‌ترین الگوی شکستگی در سری ما، نوع C3 طبق طبقه‌بندی AO/OTA بود که نوعی شکستگی چندتکه و پیچیده با بدترین پیش‌آگهی و بیشترین نرخ عوارض است. این شکستگی‌ها معمولاً با جراحی مرحله‌ای درمان می‌شوند و بیشترین تکنیک به‌کاررفته در جهان برای آن‌ها ORIF است.<sup>(۲۴)</sup> با این حال، مشابه تحقیقات قبلی، نشان داده شده است که ORIF با افزایش خطر بروز عوارضی مانند عفونت و جوش‌نخوردگی همراه است، به‌ویژه در شکستگی‌های پرنرزی.<sup>(۲۱)</sup> شدت شکستگی براساس طبقه‌بندی AO/OTA به عنوان یک عامل پیش‌بینی‌کننده‌ی مهم برای پیامدهای عملکردی و عوارض در جمعیت بیماران ما شناخته شد.



شکل ۲: تغییرات طولی حوزه‌های درد، ناتوانی و محدودیت فعالیت در شاخص عملکردی (FFI) در ۲ هفته، ۶ هفته، ۳ ماه، ۶ ماه و ۱۲ ماه پس از عمل جراحی

بیمارانی که دارای شکستگی‌های نوع C3 هستند، در مقایسه با بیمارانی که شکستگی‌های کمتر پیچیده‌تری داشتند، بازگشت عملکردی در آن‌ها ضعیف‌تر بود و نرخ عوارض بالاتری داشتند. این یافته با مطالعات قبلی همخوانی دارد که نشان داده بودند پیامدهای عملکردی در شکستگی‌های بسیار خردشده‌ی پیلن ضعیف است. مزایای اصلی روش‌های کم‌تهاجمی عمدتاً ناشی از کاهش آسیب به بافت نرم و حفظ جریان خون پری‌استئال است. با این حال، انتخاب مناسب بیمار اهمیت ویژه‌ای دارد، به‌ویژه در شکستگی‌های پیچیده‌ی داخل مفصلی که ممکن است دید مستقیم برای دستیابی به کاهش کافی ضروری باشد.

عوارض پس از عمل در سری ما، در مطالعه‌ی ما، عوارض پس از جراحی شامل جوش‌نخوردگی (۳۰/۶ درصد)، بدجوش‌خوردگی (۲۳ درصد) و

### تقدیر و تشکر

مطالعه‌ی بالینی حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (IUMS) انجام شد. از معاون پژوهش دانشگاه علوم پزشکی اصفهان صمیمانه قدردانی می‌کنیم.

### ملاحظات اخلاقی

طرح مطالعه را کمیته‌ی اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تأیید شد (IR.MUI.MED.REC.1401.385) و نویسندگان هرگونه ملاحظات اخلاقی مرتبط با مطالعه را افشا کردند.

### حمایت مالی

مطالعه‌ی بالینی حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تأمین شد. از معاون پژوهش دانشگاه به‌طور ویژه تشکر می‌کنیم.

### تعارض منافع

نویسندگان مقاله‌ی حاضر اعلام کرده‌اند که هیچ تعارض منافع مرتبطی ندارند.

### منابع

- Zhao L, Li Y, Chen A, Zhang Z, Xi J, Yang D. Treatment of type C pilon fractures by external fixator combined with limited open reduction and absorbable internal fixation. *Foot Ankle Int.* 2013 Apr; 34(4): 534-42. doi: [10.1177/1071100713480344](https://doi.org/10.1177/1071100713480344). Epub 2013 Feb 27. PMID: 23447509.
- Hong CC, Tan SHS, Saha S, Pearce CJ. Morbidities and prognostic factors after tibial pilon fracture: impact on patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023 Jun; 143(6): 2855-2862. doi: [10.1007/s00402-022-04456-8](https://doi.org/10.1007/s00402-022-04456-8). Epub 2022 May 6. PMID: 35522317.
- Ott N, Harbrecht A, Hackl M, Leschinger T, Knifka J, Müller LP, Wegmann K. Inducing pilon fractures in human cadaveric specimens depending on the injury mechanism: a fracture simulation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021 May; 141(5): 837-844. doi: [10.1007/s00402-020-03538-9](https://doi.org/10.1007/s00402-020-03538-9). Epub 2020 Jul 27. PMID: 32720001.
- Mair O, Pflüger P, Hoffeld K, Braun KF, Kirchhoff C, Biberthaler P, Crönlein M. Management of Pilon Fractures-Current Concepts. *Front Surg.* 2021 Dec 23; 8: 764232. doi: [10.3389/fsurg.2021.764232](https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.764232). PMID: 35004835; PMCID: PMC8732374.
- Porter DA, May BD, Berney T. Functional outcome after operative treatment for ankle fractures in young athletes: a retrospective case series. *Foot Ankle Int.* 2008 Sep; 29(9): 887-94. doi: [10.3113/FAI.2008.0887](https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0887). PMID: 18778666.
- Wang C, Li Y, Huang L, Wang M. Comparison of two-staged ORIF and limited internal fixation with external fixator for closed tibial plafond fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010 Oct; 130(10): 1289-97. doi: [10.1007/s00402-010-1075-6](https://doi.org/10.1007/s00402-010-1075-6). Epub 2010 Feb 25. PMID: 20182880.

نقاط قوت مطالعه حجم نمونه‌ی نسبتاً بزرگ برای یک مطالعه‌ی تک‌مرکزی و پیگیری آینده‌نگر هستند. استفاده از ابزار معتبر برای اندازه‌گیری نتایج شاخص عملکرد پا و پوشش مجموعه‌ی وسیعی از انواع شکستگی‌ها (B و C) که اعتبار خارجی یافته‌ها را افزایش می‌دهد. ما نرخ واقعی عوارض را که اطلاعات بالینی مفیدی برای رده‌بندی ریسک جراحی و برنامه‌ریزی درمان جمع‌آوری می‌کند، ارائه می‌کنیم. این مطالعه محدودیت‌های کمی دارد. این مطالعه در یک مرکز ثالث انجام شد و بنابراین احتمالاً محدودیت‌هایی در اعتبار خارجی به محیط‌های دیگر دارد. طراحی غیرتصادفی ریسک سوگیری انتخاب در تخصیص درمان را ایجاد می‌کند. نتایج رادیولوژیک اندازه‌گیری نشد، هرچند نتیجه‌ی عملکردی با شاخص عملکرد پا معتبر تعیین شد. حذف بیمارانی که دارای شکستگی باز و پلی‌تروما بودند کاربرد نتایج را به موارد شدیدتر محدود کرد. امکان ارزیابی عوارض طولانی‌مدت پس از ۱۲ ماه، مانند آرتروز پس از تروما، وجود نداشت. رعایت پروتکل‌های توان‌بخشی پس از عمل، که متغیر و به‌طور عینی ارزیابی نشده بود، ممکن است در نتایج عملکردی تأثیر گذاشته باشد. این نخستین مطالعه‌ی ایرانی است که نتایج شکستگی پی‌لن را با شاخص عملکرد پا ارزیابی کرده است. مطالعات بعدی باید پیگیری طولانی‌مدت‌تری داشته باشند و معاینات رادیولوژیک را نیز شامل شوند تا ارتباط بهتری بین ترمیم آناتومیک و نتایج عملکردی برقرار شود.

### نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان می‌دهد که شکستگی‌های داخل‌مفصلی پی‌لن، که به صورت جراحی با روش‌های ORIF یا MIPO درمان شده‌اند، طی پیگیری ۱۲ ماهه به بهبود عملکرد قابل توجهی دست می‌یابند که این امر با افزایش تدریجی نمرات شاخص عملکرد پا (FFI) تأیید می‌شود. بیشتر بهبود عملکردی در ۶ ماه اول پس از عمل رخ می‌دهد و، پس از آن، روند تا حدی تثبیت می‌شود. با وجود این پیشرفت‌ها، نرخ عوارض مانند جوش‌نخوردگی، بدجوش‌خوردگی، عفونت و نیاز به جراحی مجدد بالا است، به‌ویژه در شکستگی‌های پیچیده مانند شکستگی نوع C3 طبق سیستم طبقه‌بندی AO/OTA. سن به عنوان یک عامل پیش‌آگهی مهم شناسایی شد، به‌طوری که بیماران جوان‌تر روند بهبود سریع‌تر و عوارض کمتری داشتند. این یافته‌ها نیاز به روش‌های جراحی و برنامه‌های توان‌بخشی پس از عمل متناسب با سن را برجسته می‌کند. در نهایت، مطالعه بر اهمیت مداخله‌ی زودهنگام، برنامه‌ریزی دقیق جراحی و پیگیری منظم برای دستیابی به بهترین نتایج در بیمارانی که شکستگی‌های پی‌لن دارند تأکید دارد. برای تأیید و تعمیم این نتایج، پیشنهاد می‌شود مطالعات طولانی‌مدت، چندمرکزی، با نمونه‌ی بزرگ و تصادفی‌سازی‌شده و با بررسی هم‌بستگی نتایج رادیولوژیک انجام شود.

18. Korkmaz A, Ciftdemir M, Ozcan M, Copuroğlu C, Sarıdoğan K. The analysis of the variables, affecting outcome in surgically treated tibia pilon fractured patients. *Injury*. 2013 Oct; 44(10): 1270-4. doi: [10.1016/j.injury.2013.06.016](https://doi.org/10.1016/j.injury.2013.06.016). Epub 2013 Jul 18. PMID: 23871428.
19. Shafiq B, Zhang B, Zhu D, Gupta DK, Cubberly M, Stepanyan H, Rezzadeh K, Lim PK, Hacquebord J, Gupta R. Reducing Complications in Pilon Fracture Surgery: Surgical Time Matters. *J Orthop Trauma*. 2023 Oct 1; 37(10): 532-538. doi: [10.1097/BOT.0000000000002637](https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000002637). PMID: 37226911.
20. Kellam PJ, Cutshall ZA, Dekeyser GJ, Rothberg DL, Higgins TF, Haller JM, Marchand LS. Recovery Curve for Patients With Pilon Fractures Using Patient-Reported Outcome Measurement Information System. *Foot Ankle Int*. 2023 Apr; 44(4): 317-321. doi: [10.1177/10711007231156424](https://doi.org/10.1177/10711007231156424). Epub 2023 Mar 17. PMID: 36932665.
21. Bastías GF, Sepúlveda S, Bruna S, Contreras M, Hube M, Cuchacovich N, Bergeret JP, Fuentes P. Comparison of complications and reoperations in AO/OTA 43.C3 pilon fractures treated with conventional ORIF versus minimally invasive hexapod ring fixation. *Injury*. 2023 Nov; 54 Suppl 6: 110884. doi: [10.1016/j.injury.2023.110884](https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.110884). PMID: 38143151.
22. Houben M, van Hoeve S, Leenstra BS, Willems P, Meijer K, Poeze M. Gait analysis and clinical outcome in patients after pilon fracture surgery. *Foot Ankle Surg*. 2022 Dec; 28(8): 1229-1234. doi: [10.1016/j.fas.2022.04.002](https://doi.org/10.1016/j.fas.2022.04.002). Epub 2022 Apr 22. PMID: 35562225.
23. Nicholas PRM, Carter R, Chan P, Jamal B. A Systematic Review Of Primary Ankle Arthrodesis In The Treatment Of Pilon Fractures. *Foot (Edinb)*. 2021 Jun; 47: 101780. doi: [10.1016/j.foot.2021.101780](https://doi.org/10.1016/j.foot.2021.101780). Epub 2021 Jan 21. PMID: 33962114.
24. Carter TH, Duckworth AD, Oliver WM, Molyneux SG, Amin AK, White TO. Open Reduction and Internal Fixation of Distal Tibial Pilon Fractures. *JBJS Essent Surg Tech*. 2019 Sep 11; 9(3): e29. doi: [10.2106/JBJS.ST.18.00093](https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.18.00093). PMID: 32021729; PMCID: PMC6948997.
25. Daniels NF, Lim JA, Thahir A, Krkovic M. Open Pilon Fracture Postoperative Outcomes with Definitive Surgical Management Options: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Bone Jt Surg*. 2021 May; 9(3): 272-282. doi: [10.22038/abjs.2020.53240.2641](https://doi.org/10.22038/abjs.2020.53240.2641). PMID: 34239954; PMCID: PMC8221448.
26. Costa ML, Achten J, Hennings S, Boota N, Griffin J, Petrou S, Maredza M, Dritsaki M, Wood T, Masters J, Pallister I, Lamb SE, Parsons NR. Intramedullary nail fixation versus locking plate fixation for adults with a fracture of the distal tibia: the UK FixDT RCT. *Health Technol Assess*. 2018 May; 22(25): 1-148. doi: [10.3310/hta22250](https://doi.org/10.3310/hta22250). PMID: 29785926; PMCID: PMC5985455.
27. Huebner EJ, Iblher N, Kubosch DC, Suedkamp NP, Strohm PC. Distal tibial fractures and pilon fractures. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2014; 81(3): 167-76. PMID: 24945386.
7. Gurung R, Terrill A, White G, Windolf M, Hofmann-Fliri L, Daska C, Schuetz M, Epari DR. Severity of Complications after Locking Plate Osteosynthesis in Distal Femur Fractures. *J Clin Med*. 2024 Mar 5; 13(5): 1492. doi: [10.3390/jcm13051492](https://doi.org/10.3390/jcm13051492). PMID: 38592416; PMCID: PMC10934512.
8. Chaudhry YP, Papadelis E, Hayes H, Stahel PF, Hasenboehler EA. Fusion versus fixation in complex comminuted C3-type tibial pilon fractures: a systematic review. *Patient Saf Surg*. 2021 Oct 18; 15(1): 35. doi: [10.1186/s13037-021-00298-2](https://doi.org/10.1186/s13037-021-00298-2). PMID: 34663412; PMCID: PMC8524981.
9. Olson JJ, Anand K, von Keudell A, Esposito JG, Rodriguez EK, Smith RM, Weaver MJ. Judicious Use of Early Fixation of Closed, Complete Articular Pilon Fractures Is Not Associated With an Increased Risk of Deep Infection or Wound Complications. *J Orthop Trauma*. 2021 Jun 1; 35(6): 300-307. doi: [10.1097/BOT.0000000000001991](https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001991). PMID: 33165207.
10. Milenković S, Mitković M, Micić I, Mladenović D, Najman S, Trajanović M, Manić M, Mitković M. Distal tibial pilon fractures (AO/OTA type B, and C) treated with the external skeletal and minimal internal fixation method. *Vojnosanit Pregl*. 2013 Sep; 70(9): 836-41. doi: [10.2298/vsp1309836m](https://doi.org/10.2298/vsp1309836m). PMID: 24266311.
11. Bariş A, Çirci E, Demirci Z, Öztürkmen Y. Minimally invasive medial plate osteosynthesis in tibial pilon fractures: Longterm functional and radiological outcomes. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2020 Jan; 54(1): 20-26. doi: [10.5152/j.aott.2020.01.489](https://doi.org/10.5152/j.aott.2020.01.489). PMID: 32175893; PMCID: PMC7243686.
12. Biz C, Angelini A, Zamperetti M, Marzotto F, Sperotto SP, Carniel D, Iacobellis C, Ruggieri P. 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 1; 2018: 6054021. doi: [10.1155/2018/6054021](https://doi.org/10.1155/2018/6054021). PMID: 29687005; PMCID: PMC5852840.
13. Nicholson A, Nicolas AP, Ramaskandhan JR, et al. Do Patients who Undergo Fixation for Pilon Fracture Develop Symptoms Comparable to Primary Ankle OA? *Foot & Ankle Orthopaedics*. 2023; 8(4). doi: [10.1177/2473011423S00283](https://doi.org/10.1177/2473011423S00283)
14. Lundeen A, Anderson S, Swenson R, Nguyen M. Outcomes of Pilon Fractures. *Foot Ankle Orthop*. 2024 Dec 25;9(4):2473011424S00408. doi: [10.1177/2473011424S00408](https://doi.org/10.1177/2473011424S00408). PMCID: PMC11686655.
15. Hreha J, Mettrione MD, Reilly MC, Sirkin MS, Adams MR. Perioperative Impact of Early Limited Surgical Intervention to Treat Pilon Fractures. *Foot Ankle Int*. 2022 Aug; 43(8): 1092-1098. doi: [10.1177/10711007221094024](https://doi.org/10.1177/10711007221094024). Epub 2022 Jun 1. PMID: 35642680.
16. Chowdhry M, Porter K. The pilon fracture. *Trauma*. 2010; 12(2): 89-103. doi: [10.1177/1460408609359874](https://doi.org/10.1177/1460408609359874)
17. Mousavian A, Mohammadi A, Seyed-Hosseini SH, Shahpari O, Elahpour N, Orooji A, Ebrahimzadeh MH, Moradi A. Reliability and Validity of the Persian Version of the Foot Function Index in Patients with Foot Disorders. *Arch Bone Jt Surg*. 2019 May; 7(3): 291-296. PMID: 31312689; PMCID: [PMC6578470](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC6578470/).